



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

TRABAJO DE FIN DE GRADO



FACULTAD DE
FILOSOFÍA Y
LETRAS

«EVOLUCIÓN, FACTORES DE PELIGROSIDAD Y GESTIÓN

DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN LA PROVINCIA DE MÁLAGA»

«EVOLUTION, HAZARD FACTORS AND MANAGEMENT

OF FOREST FIRES IN MALAGA PROVINCE»

Autora: María Teresa González Moreno

Tutor: Prof. Dr. José María Senciales González

GRADO EN GEOGRAFÍA Y GESTIÓN DEL TERRITORIO

Curso Académico 2022-2023

Fecha de presentación

07/06/2023

El autor declara que su trabajo es original, fruto de su exclusivo esfuerzo personal, que respeta las normas de estilo establecidas para los TFG de la titulación y que en él se han citado debidamente las fuentes utilizadas y no se incurre en ningún supuesto de mala praxis científica. Asimismo, se compromete a respetar los derechos de propiedad intelectual y explotación industrial que eventualmente pudieran corresponder al tutor.

Índice

1. Resumen y palabras clave	3
2. Introducción	4
3. Metodología	5
4. Estado de la cuestión	8
4.1. Conceptos básicos	8
4.2. Relación entre cambio climático e incendios forestales	9
4.3. Evolución de los incendios forestales en los países mediterráneos y España.....	10
4.4. Evolución de los incendios forestales en Andalucía y en la provincia de Málaga	11
4.4.1. Número de incendios forestales	11
4.4.2. Superficie afectada por los incendios forestales	13
4.4.3. Causas de los incendios forestales	17
5. Ámbito de estudio	22
5.1. Características generales	22
5.2. Características relacionadas con el medio físico	23
5.3. Características relacionadas con el medio humano	27
6. Resultados	29
6.1. Incidencia del medio físico en la peligrosidad de incendios forestales	29
6.1.1. Incidencia del relieve	29
6.1.2. Incidencia de la meteorología	30
6.2. Incidencia de la vegetación y los usos del suelo en la peligrosidad de incendios forestales	31
6.2.1. Incidencia de la inflamabilidad y continuidad de la vegetación	32
6.2.2. Incidencia de los usos del suelo	37
6.3. Incidencia directa del ser humano en los incendios forestales	38
6.3.1. Peligrosidad inducida por el ser humano	38
6.3.2. Medidas de prevención y extinción	39
7. Discusión	44
8. Conclusiones	48
9. Bibliografía	50
10. Anexo	55

1. Resumen

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la problemática de los incendios forestales en la provincia de Málaga, analizando los diferentes factores que intervienen en su peligrosidad y las medidas de prevención y extinción que se llevan a cabo, para poder así encontrar los puntos débiles del territorio (o, mayormente, del ser humano que en él habita) y proponer líneas de actuación para mejorar tan grave situación.

Para ello, en primer lugar, se analiza la evolución del número, superficie afectada y casuística de los incendios forestales. Posteriormente, se lleva a cabo un estudio descriptivo de las características de la provincia que se relacionen con ellos, y se estudia la incidencia del cambio climático a diversas escalas. Luego, se muestra y analiza la incidencia en el territorio de diferentes factores de peligrosidad: relieve (pendiente y exposición), meteorología (temperatura, humedad relativa e intensidad de vientos), características de la vegetación y usos del suelo (inflamabilidad, continuidad del combustible y combustibilidad superficial), y la propia inducida por el ser humano, con especial hincapié en el papel de la inflamabilidad vegetal. También se comprueba la disponibilidad de medios INFOCA y la "protección" frente a incendios forestales, por parte de la administración pública, de los espacios con figuras de protección y montes públicos. Finalmente, se contrasta la eficacia de las medidas de prevención y extinción en la provincia, y se proponen medidas preventivas, consideradas como insuficientes.

La utilidad de este trabajo radica en demostrar la multiplicidad de factores a tener en cuenta en la gestión de incendios forestales, incidentes en su ocurrencia y propagación, así como de la carencia y suma importancia de medidas de prevención, necesarias para poder confrontar este grave problema.

Palabras clave: incendios forestales, factores de peligrosidad, cambio climático, inflamabilidad, medidas de prevención

Abstract

This work has the aim of evaluating the problem of forest fires in Malaga province, analysing the different factors that intervene in their danger and the prevention and extinction measures that are carried out, in order to find the weak points of the territory (or, mostly, of the human that inhabits it) and propose lines of action that can improve such a serious situation.

For this, firstly, the evolution of the number, affected area and casuistry of forest fires has been analysed. Subsequently, a descriptive study of the characteristics of the province that are related to them has been carried out, and the incidence of climate change at various scales has been studied. Next, the incidence in the territory of different hazard factors related to relief (slope and exposure) and meteorology (temperature, relative humidity and wind intensity), the characteristics of the vegetation and land uses (flammability, continuity of the fuel and superficial combustibility), and the one induced by the human, have been shown and analysed, with special emphasis on the role of the flammability of the vegetation. The availability of INFOCA means and the "protection" against forest fires, by the public administration, of spaces with protection figures and public forests have also been verified. Finally, the effectiveness of the prevention and extinction measures in Malaga province has been contrasted, and measures of the first type have been proposed, which are those that have been considered insufficient.

The usefulness of this work lies in the demonstration of the multiplicity of factors to be taken into account in the management of forest fires, which influence in their occurrence and propagation, as well as the lack and great importance of prevention measures, necessary to be able to confront this serious problem.

Keywords: forest fires, hazard factors, climate change, flammability, prevention measures

2. Introducción

El presente Trabajo de Fin de Grado trata la temática general de los incendios forestales en la provincia de Málaga. La idea de desarrollar dicha temática responde a la gravedad de esta problemática en el territorio malagueño, así como a escalas superiores, tanto autonómica, como estatal y supraestatal, pues es destacada la afección de incendios forestales que sucede en los países mediterráneos y, cada vez más, en otras zonas de Europa en las que era menor su relevancia; ello sugiere la influencia que puede tener el cambio climático, concretamente respecto al incremento de temperaturas y la situación de sequía presente en todo el continente. Además, es notorio el cambio producido en la época de ocurrencia de los incendios forestales, pues, aunque la temporada de mayor peligrosidad haya sido siempre la estación estival, cada vez tenemos más incendios fuera de este período, lo que también sugiere la influencia del cambio climático. Estos aspectos polémicos relativos a esta problemática, junto con los “Grandes Incendios Forestales” (en adelante, “GIFs”) y los “incendios de sexta generación”, pueden hallarse recurrentemente en los titulares de los medios de comunicación.

Pero en la peligrosidad de los incendios forestales influyen muchos factores diferentes, y no solo la meteorología asociada a la negativa evolución climática actual; ello despierta el interés por conocer cuáles son dichos factores, tanto intrínsecos del territorio como puede ser el relieve, como los relacionados con las características de la vegetación o con el ser humano, que tiene un importante papel. Por tanto, interesa conocer cómo incide cada uno de estos factores y, en especial, el antrópico, pues conocer hasta qué punto somos los seres humanos responsables de los incendios forestales es crucial para tomar decisiones que permitan confrontar esta problemática, analizando previamente la adecuación de las acciones que se llevan a cabo actualmente.

Por tanto, a partir de las motivaciones que dan lugar a la temática de este trabajo, se propone una serie de objetivos a abordar, de entre los cuales el más general y, por tanto, el principal, es identificar los puntos débiles del territorio y, sobre todo, de la intervención humana, que dan lugar a la acuciante problemática en cuanto a incendios forestales en la provincia de Málaga, y proponer medidas de mitigación de su gravedad. Para ello se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Conocer las características naturales intrínsecas del territorio de la provincia de Málaga que puedan estar relacionadas con la afección de incendios forestales, así como las resultantes de la interacción del ser humano con dicho territorio.
- Indagar en la incidencia del cambio climático a diversas escalas y su relación con los incendios forestales, así como la predicción de escenarios futuros.
- Analizar la evolución de los incendios forestales en Andalucía y en la provincia de Málaga para saber cómo se ha llegado a la situación actual.

- Examinar las causas de los incendios forestales a ambas escalas y cuantificar la responsabilidad del ser humano en la ocurrencia de incendios forestales.
- Investigar la incidencia de diversos factores en la peligrosidad de los incendios forestales en la provincia de Málaga, especialmente características de la vegetación como la inflamabilidad.
- Comprobar la disponibilidad de medios del Plan INFOCA y la eficacia en materia de incendios forestales de la “protección” y “gestión” de espacios por parte de la administración pública.
- Revisar las medidas de prevención y extinción de incendios forestales llevadas a cabo en la provincia de Málaga.
- Proponer posibles medidas adicionales de prevención a aplicar.

En relación con estos objetivos, se plantean las siguientes hipótesis en cuanto a resultados que se esperan obtener de este trabajo:

- El número y la superficie de los incendios forestales en la provincia de Málaga está aumentando.
- La provincia malagueña se caracteriza por multitud de factores naturales que generan una peligrosidad elevada de incendios forestales, tales como su clima, su relieve o su vegetación.
- La situación actual de cambio climático agravará la problemática de incendios forestales.
- El ser humano es responsable de gran parte de los incendios forestales.
- La gestión por parte de la administración pública, especialmente en cuanto a las labores de prevención contra los incendios forestales, es insuficiente.

3. Metodología

El estudio de la problemática de los incendios forestales en la provincia de Málaga ha conllevado el estudio de apartados concretos relativos a esta temática general muy diferentes a lo largo del presente trabajo.

En primer lugar, en el “Estado de la cuestión”, se realizará un primer acercamiento a la temática, definiendo qué es un incendio forestal y explicando qué factores son necesarios para su ocurrencia y propagación; asimismo, se tratará el concepto de “inflamabilidad” a través de la bibliografía (p. ej., Elvira y Hernando, 1989; Yus et al., 2022). Después se abordará la relación entre cambio climático e incendios forestales, viendo cómo puede afectar éste a los mismos a partir de, sobre todo, el sexto informe de evaluación, del año 2023, del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC en adelante) y estudios dirigidos por la Diputación Provincial de Málaga sobre el cambio climático en la provincia malagueña.

Posteriormente se mostrará la situación respecto a los incendios forestales en los países mediterráneos y en España, con gráficos sobre la evolución de los mismos a ambas escalas, procedentes de la Agencia Europea de Medio Ambiente (en adelante, AEMA) y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, respectivamente. También se realizará un acercamiento a los GIFs, tan en boga en la actualidad. Y finalmente, se tratará la evolución de los incendios forestales en Andalucía y en la provincia de Málaga, el área de estudio de este trabajo. Para ello se mostrarán gráficos de elaboración propia (excepto uno relativo a los GIFs), realizados a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, tomados de la Red de Información Ambiental

de Andalucía (REDIAM en adelante). Este seguimiento se realizará tanto para la evolución del número de incendios (distinguiendo entre conatos e incendios como tales) en el periodo 1990-2021, la superficie afectada (distinguiendo entre arbolado y matorral) entre 1988 y 2021 (y haciendo de nuevo hincapié en los GIFs), y las causas de dichos incendios forestales entre 1990 y 2020. En esta información gráfica se identifican tendencias temporales de las diferentes variables (cuando es posible), mediante la observación de la misma y el análisis de la ecuación y el valor R^2 de las líneas de tendencia creadas (considerando la existencia de una cierta tendencia a partir de un $R^2 > 0,25$). Además, a esta información gráfica se le tratará de dar explicación a partir de consultas bibliográficas de investigaciones científicas (como Araque, 2013 o Gutiérrez et al., 2016) y documentos de la Administración Pública (como el Plan INFOCA y los informes por decenios del Ministerio de Medio Ambiente y sus denominaciones posteriores). Para tratar la afección de GIFs en la provincia de Málaga se consultó también información periodística (Caballero, 2017 y Europa Press, 2021).

El segundo capítulo, “Ámbito de Estudio”, por su parte, se basa en cartografía de elaboración propia a partir de geodatos de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (en adelante, DERA), la REDIAM y el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (en adelante, IECA); esta se ha utilizado para localizar, en primer lugar, y posteriormente caracterizar la provincia de Málaga, marco espacial de este Trabajo de Fin de Grado. Todos los rasgos mostrados de la provincia tienen relación con los incendios forestales, justificando o desarrollando la información de la cartografía a través de bibliografía consultada procedente de investigaciones científicas (como Piqué, 2015 y Yus et al., 2022) y de información de administraciones públicas u organizaciones internacionales (FAO, 2008; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.), o artículos periodísticos (Europa Press, 2012), y distinguiendo grados de incidencia de las variables entre distintas zonas de la provincia. Así, se trata el relieve, la edafología, la hidrogeología, los usos del suelo y los espacios “protegidos” por la administración pública a través de las distintas figuras de Espacios Naturales Protegidos (en adelante, EENNPP) de Andalucía y la Red Natura 2000 europea, y los montes públicos; además, se analiza en algunos casos datos numéricos derivados de la cartografía. La excepción se encuentra en el clima y la vegetación de la provincia, que se tratarán de forma únicamente bibliográfica (a partir de Martínez et al., 2017).

El tercer capítulo es el de “Resultados”. Se compone de una extensa evaluación de los factores incidentes en la peligrosidad de incendios forestales, tanto del medio abiótico (distinguiendo entre relieve y meteorología), como de vegetación y usos del suelo (tratando inflamabilidad, continuidad del combustible y combustibilidad superficial) y derivados de la incidencia directa del ser humano (atendiendo a la peligrosidad inducida por el mismo). Finalmente, se examinan las medidas de prevención y extinción aplicadas al territorio, analizando primero la disponibilidad de medios del Plan INFOCA y la realidad de la “protección” y “gestión” de espacios por parte de la administración pública, para acabar con una batería de propuestas de medidas de prevención que, como se verán, son las más necesarias de desarrollar.

Para el análisis de los factores de peligrosidad, se han utilizado geodatos extraídos de la REDIAM del año 2016 para la provincia malagueña, analizando exhaustivamente cada uno de ellos y distinguiendo las zonas de mayor y menor peligrosidad respecto a los mismos. En cambio, el factor de inflamabilidad de la vegetación ha conllevado un trabajo mucho mayor. Se han utilizado los geodatos de coberturas vegetales basadas en el Mapa

de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo de Andalucía (en adelante, MUCVA) de 2007 de la REDIAM acotado a la provincia de Málaga, del cual se han seleccionado los polígonos con una o más (hasta 4) especies vegetales, correspondientes a espacios forestales. De estas especies se ha buscado gran cantidad de bibliografía para clasificar cada una de ellas según su inflamabilidad. En su mayoría, esto se hizo a partir de clasificaciones ya realizadas por otros autores: Elvira y Hernando (1989), Valette (1992), Generalitat de Catalunya (1994), Massari y Leopaldi (1998), Dimitrakopoulos y Papaioannou (2001), Hernando et al. (2004), Liou et al. (2011), Mancilla-Leytón et al. (2012), Molina et al., (2017), Rosentreter et al. (2017) y Henaoui (2018). Los valores de inflamabilidad otorgados a cada especie por estas clasificaciones se anotaron en una base de datos y se normalizaron individualmente, para posteriormente hacer un promedio y obtener un resultado de cada una sobre un máximo de 6. Así, la clasificación de inflamabilidad final creada se constituye por las siguientes clases: Muy baja [1-2), Baja [2-3), Moderada [3-4), Alta [4-5) y Muy alta [5-6]. En el caso de las especies vegetales de las que no se halló clasificación, se clasificaron según su caracterización por otras fuentes bibliográficas (aunque éstas no las clasificaran numéricamente, como habría sido lo ideal), o se tomaron valores de clasificación de especies del mismo género similares, asumiendo que su grado de inflamabilidad sería también similar. Se ha de destacar una de las fuentes bibliográficas utilizadas: Anaheim Fire & Rescue (2018), pues, aunque no clasifica las especies vegetales numéricamente, realiza dos listas de especies: recomendadas y no recomendadas en función de su inflamabilidad para llevar a cabo la gestión frente a incendios forestales. Y, por último, en el caso de algunas especies (afortunadamente, muy escasas), se empleó un criterio estructural, es decir, se clasificaron en función del estrato vegetal al que pertenecen: pastizal, monte bajo, monte alto y arbolado (y algunas clases intermedias cuando había confusión sobre su pertenencia a alguno de estos estratos), de menor a mayor inflamabilidad (puesto que el pastizal arde con mayor facilidad que el arbolado, pero cuando este último arde, la duración del fuego en el mismo es enorme, al ser prácticamente imposible de apagar y dando lugar a extensas propagaciones), a partir de la consulta de la altura de estas especies en Blanca et al. (2009). Una vez realizada la tarea de clasificar las 145 especies vegetales presentes en las coberturas vegetales, se unió dicha clasificación a las mismas, y se realizaron los promedios de las especies vegetales presentes en cada cobertura (al desconocerse el porcentaje superficial representado por cada especie), de modo que ha resultado un valor de inflamabilidad para cada cobertura vegetal. Con estos valores, se aplicó la clasificación creada, y con ella se realizó la cartografía presentada. Además, dicha cartografía se realizó para la superficie incendiada en la provincia entre los años 2010-2022 (de la cual se presenta una cartografía propia en el "Anexo"), para la no incendiada y para el total superficial, con intención de contrastar la inflamabilidad de la vegetación incendiada y no incendiada en dicho periodo. También se realizaron algunos gráficos para mostrar de modo más claro e investigar de forma más precisa esta cuestión, a partir del procesamiento de la información resultante, tanto de la superficie ocupada por las coberturas vegetales de las diferentes clases de inflamabilidad, como del número de especies de cada clase, en ambas áreas.

Respecto a la cartografía de medios del Plan INFOCA, se seleccionaron aquellos disponibles en la REDIAM, y se analizó si éstos eran suficientes en todas las zonas de la provincia. Y acerca de la evaluación de la labor de la administración pública en los EENPP, la Red Natura 2000 y los montes públicos, se aplicó la cartografía realizada previamente sobre estos espacios, a partir de DERA y de la REDIAM, a la superficie incendiada entre

2010-2022, para procesar posteriormente la información resultante y averiguar la realidad de la relación entre estos espacios y la ocurrencia de incendios forestales en la provincia, compaginando los datos finales con bibliografía (como Piqué, 2015 y Mazón, 2016).

Para terminar con los resultados, se contrastó el peso de las medidas de prevención y de extinción en la provincia malagueña (haciendo uso, por ejemplo, de los informes del Fondo Mundial para la Naturaleza), y se proponen medidas de prevención, tanto de elaboración propia como de otros autores como Alejano y Martínez (2003), Ruiz Mirazo et al. (2007) y Pausas (2011).

Tras los resultados, se presenta en la “Discusión” una revisión de la metodología empleada y los resultados obtenidos en este trabajo, así como de algunos aspectos de las investigaciones consultadas. Se lleva a cabo en este capítulo una labor de crítica constructiva, matizando aspectos relevantes, exponiendo dificultades metodológicas y proponiendo futuras líneas de investigación.

Por último, se ofrecen las “Conclusiones”, que resumen las ideas más importantes obtenidas en este trabajo y, por supuesto, la “Bibliografía” con todas las referencias consultadas, y el “Anexo”, que muestra la tabla de clasificación de inflamabilidad de las 145 especies vegetales analizadas y cartografía adicional realizada.

4. Estado de la Cuestión

4.1. Conceptos Básicos

Un incendio forestal es “el fuego que se extiende sin control sobre un terreno forestal afectando a vegetación que no está destinada a arder” (ICONA, 1982, citado en Yus et al., 2022). Su ocurrencia requiere que tres elementos coincidan temporal y espacialmente: combustible (vegetación forestal), oxígeno (viento) y calor (elevadas temperaturas y baja humedad relativa); que forman el “triángulo perverso del fuego”. Tras su ocurrencia, su propagación será más o menos rápida según las características meteorológicas, concretamente temperatura, humedad y viento; topográficas, en función del relieve, pendiente y exposición; y de la vegetación, según su densidad, humedad, cantidad de aire interna y grado de inflamabilidad (Yus et al., 2022).

La “inflamabilidad”, muy importante en el presente trabajo, es la facilidad que tiene un combustible para arder y mantener el fuego (Anderson, 1979, citado en Dimitrakopoulos y Papaioannou, 2001). Asimismo, se llama “punto de inflamación” a la temperatura a la que un combustible puede ya emitir gases que generen llamas, a raíz del contacto entre éstos y una fuente térmica piloto. Sin embargo, ciertas características del combustible (la vegetación) condicionan su inflamabilidad: su humedad, el tipo y cantidad de sus gases volátiles y su superficie o contorno. El periodo estacional también tiene gran influencia sobre la inflamabilidad de las especies vegetales, pues se dan variaciones de humedad, de su perfil, y de contenidos de productos como aceites, esencias y resinas, que hacen que la planta sea muy inflamable en la época en que estos componentes se liberan. Otros aspectos importantes a tener cuenta que aumentan la peligrosidad de los incendios son la conexión entre estratos vegetales y la conservación de elementos secos (Elvira y Hernando, 1989).

4.2. Relación entre Cambio Climático e Incendios Forestales

Asimismo, el clima también tiene gran relevancia en este estudio, y por tanto también el cambio climático, tan en boga en la actualidad. En este contexto cobran gran importancia los informes del IPCC, siendo el último el sexto informe de evaluación correspondiente a 2023. Según este informe, se magnificarán tanto a corto como a largo plazo muchos cambios en relación al clima, incluyendo fenómenos extremos, debido al incremento del calentamiento global; ello es especialmente peligroso si tenemos en cuenta (y debe hacerse) que los riesgos, tanto climáticos como no climáticos, interaccionan entre ellos, dando lugar a efectos cascada y a una más difícil gestión, así como a un aumento de los daños y pérdidas ocasionados; pudiendo ser irreversibles a largo plazo y dependiendo de las emisiones futuras de gases de efecto invernadero.

Debido a la estrecha relación entre clima e incendios forestales, las perspectivas de cambio climático son importantes. A corto plazo, se prevé una continuación del aumento del calentamiento global en relación al incremento de emisiones de CO₂ que probablemente se producirá, dando lugar a condiciones peligrosas de calor y humedad; un aumento de la frecuencia e intensidad de precipitaciones torrenciales ligadas a eventos de inundaciones y de vientos máximos, así como de la escasez de agua. Por tanto, el calentamiento global va asociado al riesgo de aumento de olas de calor y sequía, y, a su vez, al de ocurrencia de incendios forestales pues, como sabemos, las altas temperaturas y la ausencia de humedad los favorecen, así como los vientos pueden ayudar también a su propagación.

A largo plazo, se prevé, si continúan las políticas de finales de 2020, un calentamiento de 3,2°C de media para el año 2100, así como un aumento de la variabilidad de las precipitaciones asociada a más flujos de agua superficial, eventos torrenciales e inundaciones; y también un incremento de los eventos de olas de calor, de sequía y de la aridez y, por tanto, del tiempo favorable a los incendios forestales.

En cuanto a la situación en este contexto de cambio climático de la provincia de Málaga concretamente, tal y como se explica en el estudio realizado por el Grupo Considera S.L. y dirigido por la Diputación Provincial de Málaga (2021a), se identifica en las últimas décadas un descenso de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas, y se prevé que continúe en un futuro, especialmente el ascenso de las temperaturas mínimas y máximas de las épocas más cálidas, teniendo además éstas mayor duración y presentando más noches cálidas. Igualmente, se espera mayor duración y frecuencia de olas de calor, un aumento de la torrencialidad de las precipitaciones máximas, y un mayor número de días secos, lo que implica concentrar las lluvias en un menor número de días. Así, se espera, según el modelo de tendencia climática que se considere, que se dé una “tropicalización” de la provincia desde el sur hasta el norte, extendiéndose la mayor sequedad y calidez que caracteriza al litoral malagueño (escenario CGCM3); o incluso podría extenderse el clima árido almeriense a la provincia (escenario MIROC).

Por todo ello, como se afirma en otro estudio de la Diputación Provincial de Málaga (2021b), el análisis del indicador *Incendios forestales* de la AEMA muestra que, a raíz del cambio climático, desde 1980, ha crecido el peligro meteorológico de incendios; y debido a las previsiones de incremento de rachas de viento, sequías y olas de calor en el Mediterráneo, se espera que aumente el número de grandes incendios, la duración de las temporadas de los mismos, su gravedad y las zonas de riesgo; ello, a su vez, aumentará

la desertificación. Vista esta interrelación entre incendios forestales y cambio climático, es necesario considerarla.

Esta interrelación se demuestra por el incremento del riesgo de incendios forestales en el continente europeo, pues, se ha dado en los últimos años una afección extraordinaria de los mismos en el norte y centro del continente que no eran propensas a ellos, debido a olas de calor y sequías. Además, se prevé el empeoramiento de esta situación tanto espacial como temporalmente, por lo que la Unión Europea pretende mitigar, para el año 2050, las consecuencias del cambio climático, como es el caso de las causadas por los incendios forestales (AEMA, 2021).

4.3. Evolución de los Incendios Forestales en los Países Mediterráneos y España

Concretando sobre este asunto, en los países mediterráneos el fuego ha modelado los ecosistemas históricamente, en lo que ha tenido un papel fundamental el ser humano, pues éste favoreció los incendios desde el Neolítico, al utilizar el fuego para modificar los usos del suelo con la intención de protegerse; ello ha conllevado cambios en la vegetación, que en muchas ocasiones se ha adaptado al fuego, y en los paisajes. Sin embargo, la magnitud alcanzada por los incendios forestales en la actualidad, destacando los incendios de 5ª y 6ª generación que tanto se mencionan en la prensa, pone en un excesivo riesgo a la naturaleza, a la población y a sus bienes (Junta de Andalucía, 2022); tratándose éstos de incendios forestales muy extensos superficialmente causados por la despoblación que conlleva la dejadez del monte, así como su falta de gestión, siendo incluso capaces en el segundo caso de modificar la meteorología mediante la formación de pirocumulonimbos (tipo de nubosidad que puede incrementar la peligrosidad del incendio debido al cambio en su comportamiento que pueden causar), influyendo además como elemento novedoso el cambio climático y dando lugar a incendios forestales de gran virulencia, duración y superficie afectada, y teniendo además un carácter imprevisible, lo que dificulta enormemente su extinción (Salas, 2022).

En la misma línea, los países mediterráneos de EUMED5 (España, Portugal, Italia, Grecia y el Sur de Francia), de los cuales se dispone de datos de incendios forestales desde 1980, disminuyeron la superficie quemada (excepto Portugal), debido a la aplicación de medidas de control y supresión. Sin embargo, se da una gran variabilidad interanual debido, principalmente, a la variación de las condiciones meteorológicas; algunos de estos países se caracterizan por ser aquellos en los que la peligrosidad de incendios forestales es más elevada, como son España y Portugal, junto con Turquía (AEMA, 2021). Este hecho podemos verlo en la figura 1 del anexo.

En relación a la situación de España, gracias a la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF) sabemos, como afirma Puente (2018), que desde 1961 hasta mediados de la década de los 2000, el número de incendios forestales no paró de aumentar, bajando desde 2006 y estabilizándose a partir de entonces (como se ve en la figura 2 del anexo), justificándose ese descenso con la mejora de las medidas de extinción.

Sin embargo, estas mejoras son ya insuficientes para frenar la situación de incendios forestales a la que se enfrenta el país, donde cada vez cobran más protagonismo los GIFs, es decir, incendios con más de 500 ha afectadas, debido al aumento de la superficie forestal y, por tanto, del combustible, lo que se debe al abandono de estos espacios (Puente, 2018). Así, como demuestran Úbeda et al. (2021), la superficie afectada por cada uno de estos GIFs de modo individual está aumentando, al igual que su porcentaje con respecto a la superficie total incendiada. Además, un dato

más que refleja una enorme peligrosidad es el hecho de que el número de estos GIFs en épocas no estivales también se incrementa.

4.4. Evolución de los Incendios Forestales en Andalucía y en la provincia de Málaga

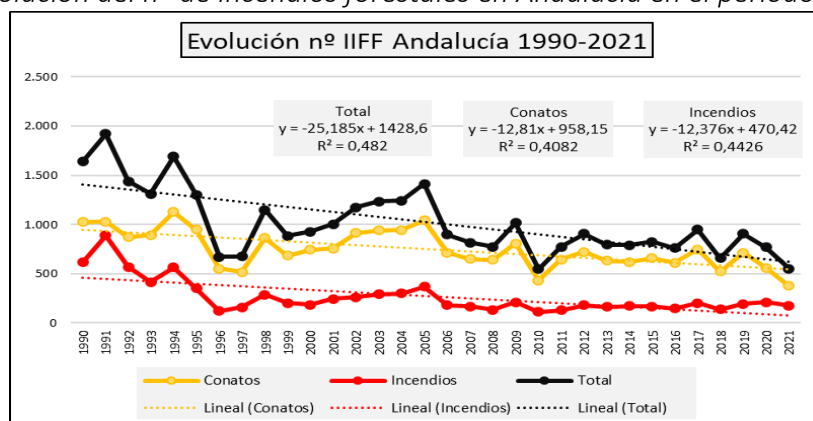
Acercándonos más a la escala de estudio de este trabajo, la comunidad autónoma de Andalucía cuenta con una serie de problemas en relación a los incendios forestales: la despoblación de áreas rurales, el abandono de los montes y de las actividades que en ellos se realizaban (pastoreo, explotación silvícola, actividad agrícola e intervenciones humanas en general), el aumento de combustible vegetal en los mismos y, por supuesto, el cambio climático (Junta de Andalucía, 2022). Destaca además en la comunidad autónoma la presencia cada vez mayor de incendios de 6ª generación o mega incendios (Junta de Andalucía, 2022), que está ligado con la mayor afectación en España de los GIFs en las comunidades autónomas mediterráneas, entre ellas, Andalucía (Úbeda et al., 2021).

Para poner el foco cada vez más en el área de estudio del presente trabajo, se presenta unos gráficos relativos a datos estadísticos de incendios forestales tanto de la comunidad de Andalucía como de la provincia de Málaga para el periodo 1990-2021.

4.4.1. Número de Incendios Forestales

En primer lugar, se tratará la evolución del número de incendios forestales a ambas escalas, tanto de los conatos (superficies inferiores a 1 ha) como de los incendios propiamente dichos (superficies superiores a 1 ha), y la suma de ambas categorías.

Figura 3. Evolución del nº de incendios forestales en Andalucía en el periodo 1990-2021



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En la comunidad autónoma andaluza (Figura 3) hay una tendencia decreciente de las tres categorías anteriormente mencionadas, especialmente entre 1990-1996 y en el caso de los incendios mayores de 1 ha. Esto se debe a la tendencia creciente que éstos tuvieron tanto en frecuencia como en número desde la década de 1960, lo cual estuvo relacionado con el éxodo rural que conllevó el abandono del interior andaluz y la concentración cada vez mayor de la población en la costa, empezando por la Costa del Sol Occidental. Fue desde este entonces que los GIFs cobraron cada vez más importancia, como el de Sierra Bermeja en 1966 de 5.000 ha o el de la Sierra de Cázulas de más de 11.000 ha en 1975, el cual se extendió a la Sierra de Almirajara. En relación al

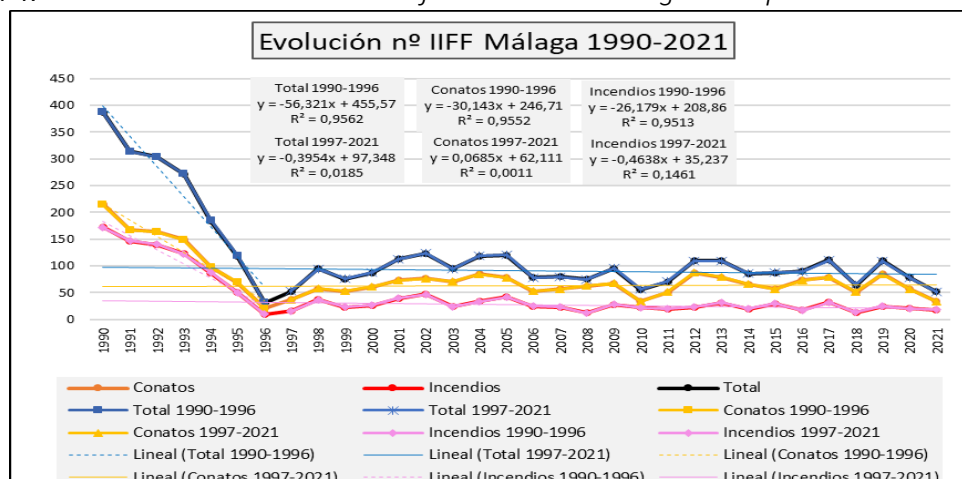
despoblamiento rural, el abandono de las actividades en estas zonas, como la trashumancia, dio lugar a un estado de dejadez de los montes, en los que se dio un aumento excesivo de combustible vegetal. Y este despoblamiento, derivado de la transformación de la sociedad andaluza, que pasó de ser básicamente agraria a volcarse cada vez más en la actividad terciaria del turismo, produjo también, como consecuencia del desarrollo de esta actividad, el incremento de la demanda de suelo rústico para establecer viviendas, equipamientos e infraestructuras relacionadas con la misma, por lo que había cierto interés económico por la desaparición del suelo de uso forestal no tan rentable aparentemente. En ambas zonas, tanto en el interior como en la costa occidental, proliferaron, por tanto, los incendios forestales. Además, el desarrollo de la interfaz urbano-forestal y la realización de actividades por parte del ser humano aumentan el riesgo de incendios por negligencias, debido al desconocimiento o a la falta de destreza o concienciación, por lo que han causado también un gran número de incendios forestales en la comunidad autónoma, que además es propensa a los mismos también por causas naturales, debido a las temperaturas y la escasez de precipitaciones junto a la situación de sequía (Araque, 2013).

Toda esta situación dio lugar al desarrollo de la política preventiva y de lucha contra incendios forestales en Andalucía en la década de los 90, en la cual, concretamente en 1995, se creó el Plan INFOCA (Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul, s.f.). Se incrementaron las inversiones orientadas hacia labores de prevención y de extinción, se contrataron casi 4.000 trabajadores (en su mayor parte temporales), y se crearon centros de defensa forestal para detectar y frenar rápidamente los incendios acontecidos, y puntos fijos de vigilancia y medios de carácter terrestre y aéreo (Araque, 2013). Entre las acciones a nivel nacional para este fin pueden destacarse las acciones de concienciación, la creación de las Brigadas de Refuerzo en Incendios Forestales (BRIF) en 1992 (a raíz de la gran superficie incendiada en 1991, como se verá luego), la ampliación de medios aéreos y el desarrollo de nuevas tecnologías defensivas contra los incendios forestales, tales como la predicción de peligro por satélite, la observación terrestre mediante cámaras infrarrojo y de vídeo, la telefonía móvil para facilitar el envío de medios lejanos, la mayor potencia de los medios aéreos y la mejora de la localización mediante GPS y satélite (Ministerio de Medio Ambiente, 2002).

En cuanto a las diferencias de evolución en función del tamaño de los incendios, vemos cómo los conatos superan a los incendios de más de 1 ha en toda la serie temporal. Esto puede considerarse un dato positivo en lo relativo a las medidas de extinción, pues estos conatos podrían llegar a ser incendios de más de 1 ha si éstas no funcionaran correctamente. Además, viendo los datos de R^2 que acompañan a las líneas de tendencia, se comprueba que la tendencia decreciente es más acusada en los incendios mayores de 1 ha, lo cual refuerza esta idea.

En la provincia de Málaga (Figura 4) vemos cómo hay una tendencia decreciente entre los años 1990 y 1996, coincidiendo con el caso andaluz debido a las políticas de prevención y lucha contra incendios forestales. Desde 1996 se produce una estabilización.

Figura 4. Evolución del nº de incendios forestales en Málaga en el periodo 1990-2021



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

Respecto a las diferencias de evolución en función del tamaño del incendio, la lógica que presenta el gráfico es la misma que la del anterior a escala andaluza: las labores de extinción han mantenido siempre el número de incendios forestales mayores de 1 ha, sobre todo desde 1996, muy por debajo de los de menor superficie (conatos).

4.4.2. Superficie Afectada por los Incendios Forestales

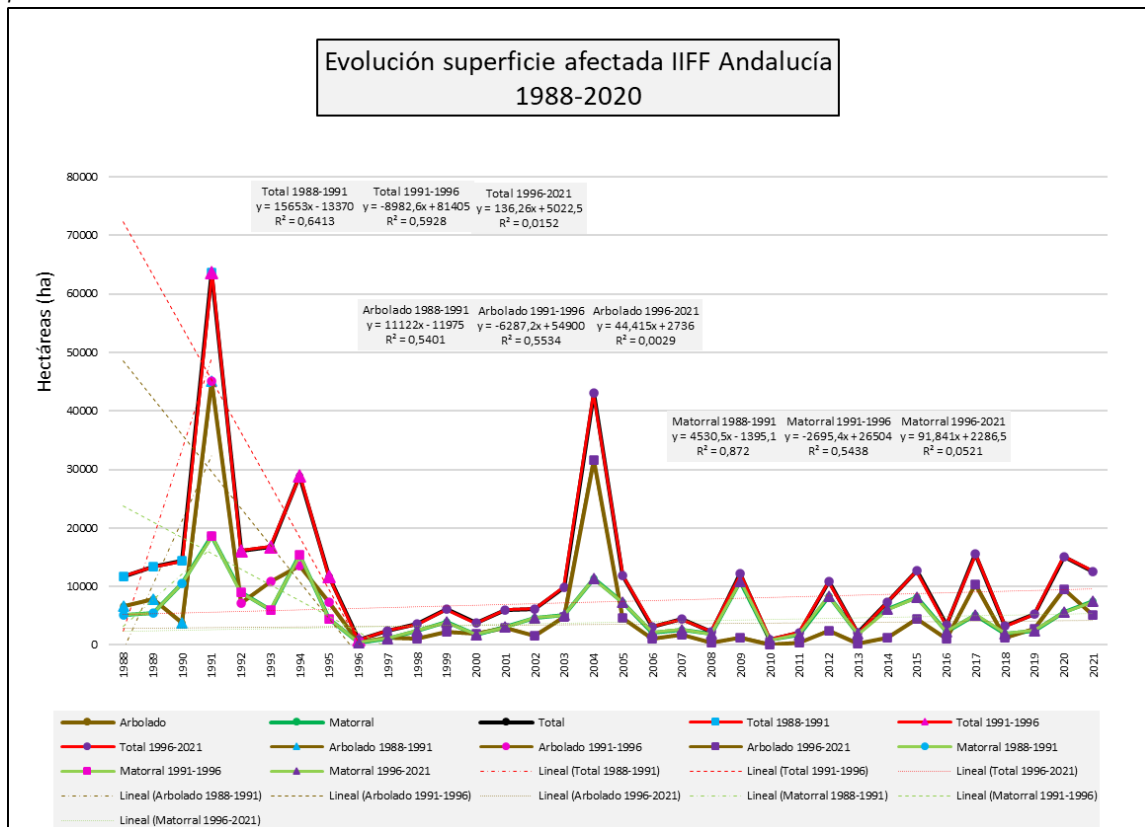
A continuación, evaluaremos la evolución de la superficie afectada en el periodo 1988-2020 por incendios forestales, tanto la de matorral, como la de arbolado y, por supuesto, la total, a escalas autonómica y provincial.

Comenzando con la comunidad autónoma, vemos en la Figura 5 tres periodos de evolución diferentes. El primero, de 1988 a 1991, con tendencia creciente; el segundo, de 1991 a 1996, con tendencia decreciente; y el tercero, de 1996 a 2021, sin tendencia clara, más o menos estable entre 1996 y 2003, un gran pico en 2004, y una serie de ascensos y descensos continuos desde entonces hasta el final de la serie temporal. Podríamos hablar por tanto de cierta estabilidad caracterizada por oscilaciones.

Esta evolución de la superficie quemada guarda gran relación con los acontecimientos explicados anteriormente para justificar la evolución del número de incendios forestales, pues vemos la preocupante situación en cuanto a esta temática existente antes de los años 90, debido especialmente a las migraciones demográficas, representando el repunte de 1991 el brusco giro de la situación en aquella década en que la prevención y la lucha contra los incendios forestales se intensificó al máximo, consiguiendo reducir enormemente la superficie forestal afectada por los incendios. Por ello, desde 1996, no vemos ascenso ni descenso marcado, sino oscilaciones propias de una tendencia medianamente estable, caracterizada por repuntes cada 2-3 años (2009, 2012, 2015, 2017 y 2020) que implican incendios de un tamaño superior a lo normal, pudiendo hablar de una cierta recurrencia de GIFs. A lo largo de estas décadas se desarrolló la legislación y planificación en materia de incendios forestales, siendo algunos ejemplos la Ley de Prevención y Lucha contra Incendios Forestales de 1999, el Plan Forestal Español en 2002, la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, que otorgó competencias a las comunidades autónomas, o el Plan de Actuaciones contra Incendios Forestales de 2005; se realizaron inversiones y se tomaron medidas de prevención como

la selvicultura preventiva, la transformación de la normativa sobre cambio de uso del suelo tras la ocurrencia de incendios, la mayor investigación de las causas de los incendios (surgiendo la Fiscalía para Delitos Ambientales y cursos sobre esta temática), la realización de campañas de sensibilización, el incentivo del desarrollo rural...; y, sobre todo, se mejoró en gran medida la extinción de incendios mediante el desarrollo de nuevas tecnologías (basadas en telecomunicaciones, informática y sistemas de satélite), la formación del personal de extinción, la mejora de los medios de extinción especialmente aéreos (sobre todo en el periodo 2001-2009, de crecimiento económico a nivel nacional, el cual decayó con la crisis del 2008), la mayor rapidez de intervención basada en el principio de la comarcalización (Ministerio de Medio Ambiente, s.f., Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2012, y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019)... Por tanto, todos estos avances de estas décadas y, especialmente, los relacionados con la extinción de incendios, repercutieron en el mantenimiento de la superficie forestal incendiada en niveles mucho más bajos que en décadas precedentes, exceptuando algunos años concretos en que los incendios eran muy difíciles de controlar, lo que explica las oscilaciones.

Figura 5. Evolución de la superficie afectada por incendios forestales en Andalucía en el periodo 1988-2021



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En la Figura 6 del anexo vemos los porcentajes que representan la superficie afectada por GIFs en Andalucía con respecto a la total afectada.

Por tanto, la proporción de la superficie afectada por GIFs en Andalucía sobre la total afectada por incendios forestales es bastante elevada en general, lo que tiene

consecuencias en la superficie total afectada cada año en la comunidad autónoma. Por ejemplo, los años en los que los picos de superficie afectada eran mayores en la figura 5, 1991 y 2004, corresponden con porcentajes de más del 60% y casi el 100% respectivamente de superficie afectada por GIFs (Araque, 2013). Esto se comprueba al ver que en 1991 se produjeron los GIFs de Canjáyar, Almería (10.346 ha), Parauta, Málaga (7.919 ha) y Almonaster la Real, Huelva (5.804 ha); y en 2004 los de Minas de Riotinto, Huelva (29.867 ha) y Aldeaquemada, Jaén (7.323 ha); así como los de Lijar, Almería (7.419 ha) en 1994; Turre, Almería (4.444 ha) en 2009; Coín, Málaga (8.225 ha) en 2012; Quesada, Jaén (10.017 ha) en 2015; Moguer-Mazagón (8.464 ha) en 2017; Almonaster la Real, Huelva (12.101 ha) en 2020; y Sierra Bermeja, Málaga (8.401 ha) en 2021; además del de Pujerra, en la misma sierra (5.000 ha) el año siguiente (excediendo ya la línea temporal de la gráfica); considerados también de los mayores incendios forestales de Andalucía (Caballero, 2017 y Europa Press, 2021).

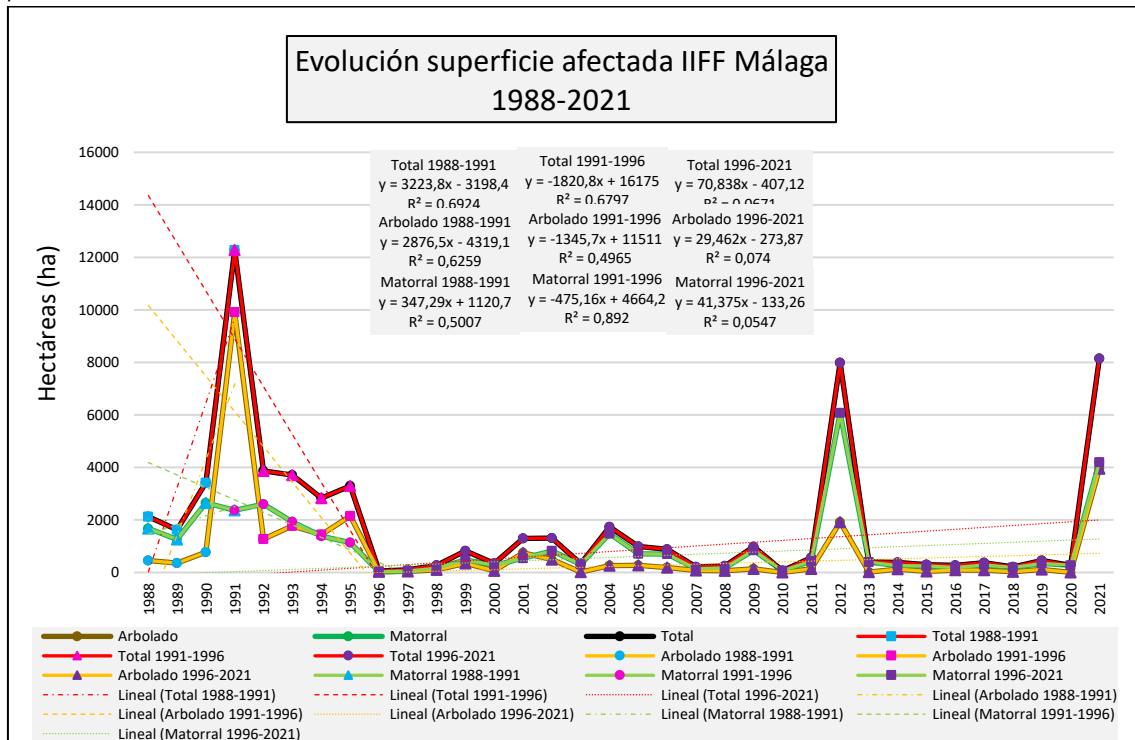
Todo esto refleja el protagonismo de la comunidad autónoma andaluza como una de las regiones con mayor afección de GIFs del Mediterráneo tanto a escala europea como española (García, 2022, citado en Araque, 2013).

Respecto a las diferencias en la evolución de los dos estratos de vegetación afectados por los incendios mostrados, la superficie arbolada hasta el año 1996 se quemó más extensamente que la de matorral, especialmente en el pico de 1991, en el que las diferencias fueron extremas. Desde entonces hasta 2003, la superficie arbolada quemada se mantuvo por debajo de la de matorral, hasta que tuvo lugar otro pico en 2004, en el que la superficie quemada arbolada fue de nuevo muy superior. El hecho de que los mayores picos (años 1991 y 2004) coincidan con una superficie afectada arbolada casi por completo puede deberse a que se produjeron en esos años GIFs que afectaron al estrato arbóreo, el cual es más difícil de quemar, pero cuando arde, es más difícil de apagar, por lo que son propensos a afectar a mayores superficies y tener una mayor duración. De hecho, a los GIFs onubenses se les ha llegado a denominar “grandes devoradores de árboles” (Caballero, 2017). Después de este periodo, se mantuvo por encima de nuevo la superficie quemada de matorral hasta el año 2016, a partir del cual la superficie arbolada quemada la ha estado superando. Esta evolución puede deberse a la diferente inflamabilidad entre el estrato arbóreo y el matorral (al margen de otras características de las especies vegetales que tienen incidencia), pues antes de producirse ese mayor control sobre los incendios era más frecuente que se quemara arbolado, estrato más difícil de quemar que el matorral, pero que una vez producido el fuego, es difícil de parar, lo cual puede corresponder con incendios forestales de gran afectación espacial y duración. Esto podría verse además propiciado por el aumento de la superficie arbolada que se ha dado en la comunidad autónoma a costa del pastizal y el matorral (Gutiérrez et al., 2016), especialmente a través de repoblaciones forestales. En cambio, cuando ya hay cierta estabilidad, la superficie de matorral quemado es mayor que la de arbolado, debido a su mayor facilidad para quemarse unida a la menor perduración del fuego, propiciando incendios más cortos y menos extensos, debido a la extraordinaria mejora de los medios de extinción que evita una excesiva propagación vertical y horizontal. Además, en Andalucía ha sido muy común la eliminación de matorral por parte de los agricultores como práctica tradicional, como se puede ver en el trabajo de Gavilán (2012).

En el caso de la provincia malagueña (Figura 7), se distinguen las mismas tres tendencias temporales que en Andalucía (crecimiento entre 1988-1991, decrecimiento

entre 1991-1996 y oscilaciones que muestran cierta estabilidad entre 1996-2021, de la cual escapan los picos de 2012 y 2021). Destacan, de la provincia malagueña, los incendios de Parauta de 1991, Coín de 2012 y Sierra Bermeja de 2021, mencionados anteriormente, coincidentes con los mayores picos de la gráfica, además del de Pujerra de 2022, que se omite en la misma. Se confirma de nuevo, por tanto, que los años en los que la superficie incendiada es mayor, son aquellos en los que se producen GIFs, debido a las grandes extensiones que alcanzan a pesar de que sean menos numerosos.

Figura 7. Evolución de la superficie afectada por incendios forestales en Málaga en el periodo 1988-2021



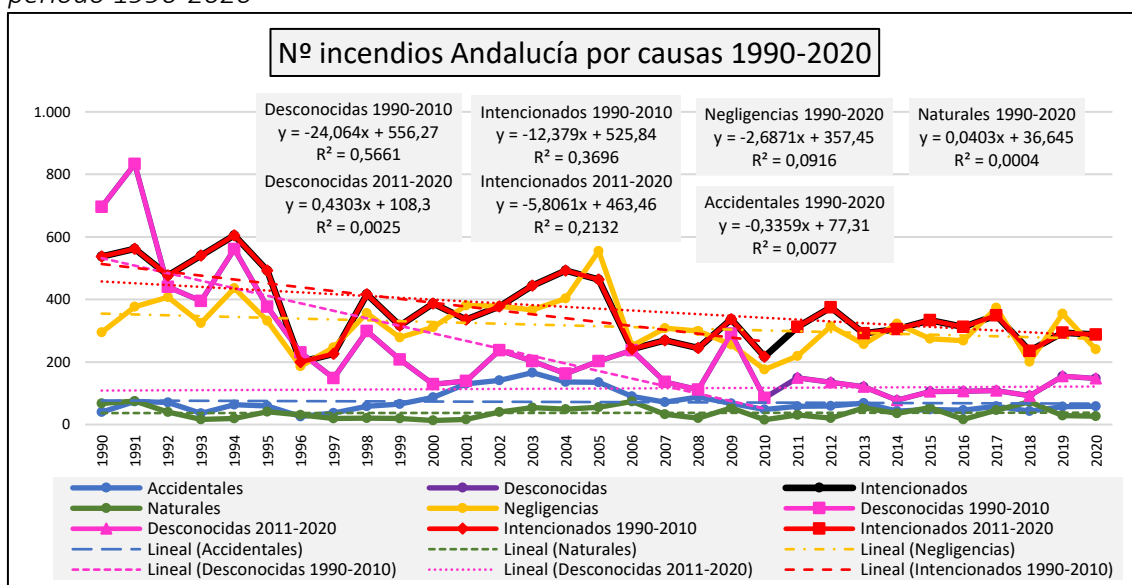
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En cuanto a la diferencia de evolución entre los dos estratos vegetales mostrados, el matorral quemado es mayor que el arbolado en toda la serie temporal excepto en dos años: 1991 y 1995, destacando el primero por darse en él el punto más alto de la gráfica. Los picos de matorral quemado destacables corresponden igualmente a dos años, 2012 y 2021. Las razones de las diferencias de valores entre la superficie quemada arbórea y de matorral podrían residir en las mismas que en el caso andaluz: el matorral es más fácil de quemar, pero la permanencia del fuego es menor que en el arbolado, más difícil de quemar, pero con fuego de mayor duración. En la provincia de Málaga en algunos puntos como la sierra de Almirajara, ha aumentado la cubierta de matorral (Gutiérrez et al., 2016), lo que hace más probable que los incendios forestales acontecidos afecten a este tipo de cubierta vegetal. Además, debe influir el hecho de que la proporción de la cobertura de matorral en la provincia Málaga es mayor que la del conjunto de la comunidad autónoma, existiendo un 4% más de matorral y un 8% más de matorral con arbolado, según datos de 2016 de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.

4.4.3. Causas de los Incendios Forestales

A continuación, se verán las causas de los incendios forestales, que pueden ser diversas. Generalmente se distinguen dos grupos: las naturales como, por ejemplo, un rayo; y las derivadas de la acción antrópica, entre las que distinguimos accidentales, negligencias e intencionados. Sin embargo, estos términos pueden generar confusión, por lo que se ha acudido a las instrucciones de relleno del parte de incendio forestal (Grupo de trabajo de estadística del Comité de Lucha contra Incendios Forestales, s.f.), en las que se aclaran: los incendios tienen causa accidental cuando son fortuitos o se han producido a pesar de haber tenido cuidado, siempre y cuando se haya informado previamente del riesgo de incendio de la actividad en cuestión, se haya actuado para evitar dicho riesgo y se haya cumplido la normativa vigente; la causa es negligente cuando la actividad causante del incendio se ha realizado sin tener cuidado, o de forma “defectuosa o arriesgada”; y, por último, los incendios tienen causa intencionada cuando se produce la actividad causante del incendio con la intención de provocarlo y con consciencia del delito. Por último, existen también incendios causados por reproducciones, es decir, por causas intrínsecas a un incendio anterior ya extinguido como, por ejemplo, brasas (Grupo de trabajo de estadística del Comité de Lucha contra Incendios Forestales, s.f.); e incendios cuyas causas son “desconocidas”.

Figura 8. Evolución del nº de incendios forestales en Andalucía según sus causas en el periodo 1990-2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

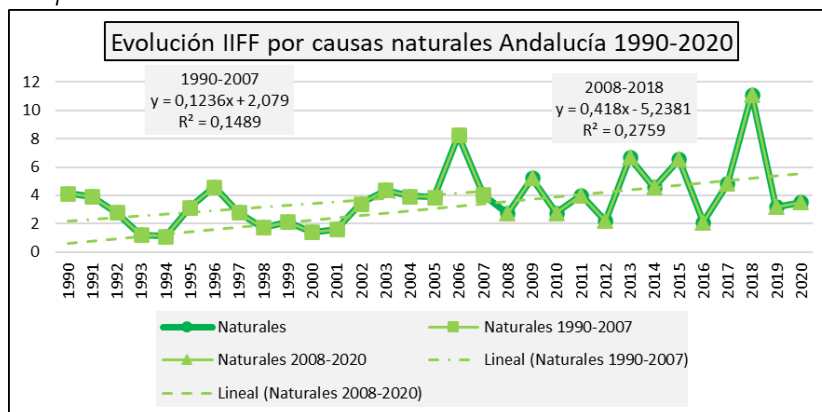
Nota. La línea temporal de ésta y del resto de figuras relacionadas con las causas de incendios forestales, tanto en Andalucía como en la provincia de Málaga, llega hasta 2020, y no hasta 2021, debido al importante número de incendios forestales cuyas causas están pendientes de investigación. Además, se ha eliminado un tipo de causas: las reproducciones, pues se hallan en la base de datos desde muy recientemente, y no son datos para nada significativos.

El análisis de las causas de incendios forestales, tanto a escala provincial como autónoma, permite tener una idea de la importancia de cada tipo de causas y comparar la situación de la provincia malagueña, con una escala superior, la de la comunidad autónoma andaluza.

Como vemos en la figura 8, que muestra datos absolutos del número de incendios según sus causas para el periodo 1990-2020 en Andalucía, identificamos una evolución decreciente en los incendios intencionados y de causas desconocidas entre 1990-2010, estabilizándose ambas categorías en fechas posteriores. Esta tendencia tan similar da a pensar que las causas desconocidas son en realidad intencionadas, pues coincide evolutivamente únicamente con ese tipo de causas. El porqué del decaimiento de los incendios debidos a este tipo de causas podría encontrarse en el aumento de la vigilancia forestal y las labores de prevención y de concienciación de la población llevadas a cabo. Mientras tanto, los incendios con causas naturales, los accidentales y los causados por negligencias no muestran una tendencia clara.

Con el objetivo de ahondar más en la evolución de los incendios forestales con causas más importantes, se presentan las figuras 9 y 10, en las que se muestra la evolución de los incendios con causas naturales y humanas (intencionados, accidentales y negligencias), esta vez en porcentajes con respecto al total, en el mismo periodo.

Figura 9. Evolución del porcentaje de incendios forestales por causas naturales en Andalucía en el periodo 1990-2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

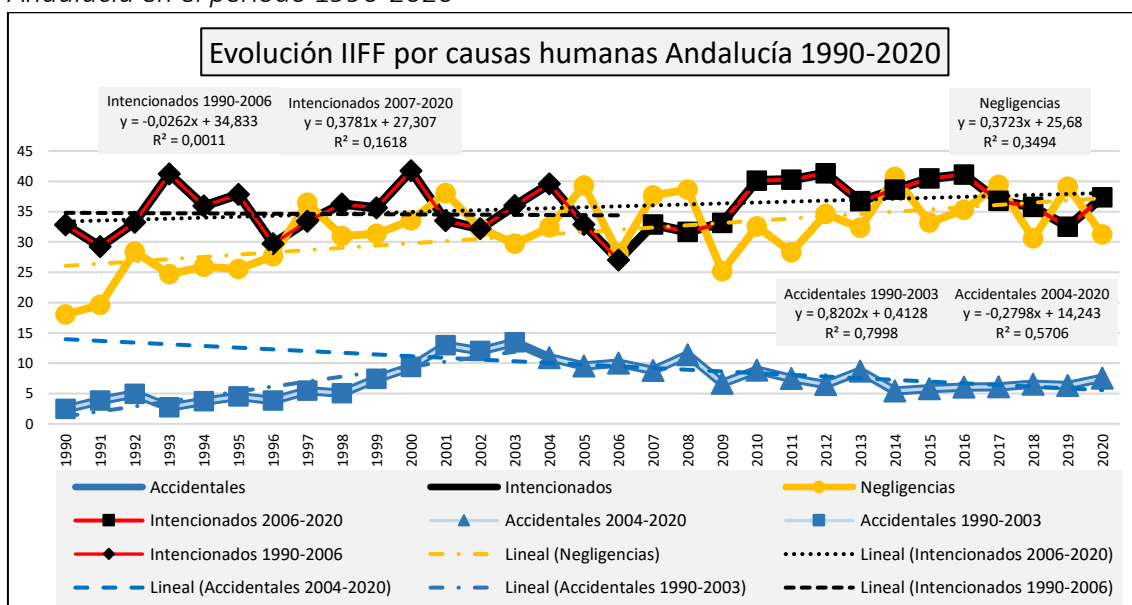
Comenzando por las causas naturales, en la figura 9 se aprecian dos tendencias: la primera, entre 1990-2007, es aparentemente creciente, pero con un R^2 muy bajo, por lo que se considera más o menos estable; sin embargo, entre 2008-2020, sí que puede afirmarse que hay una cierta tendencia creciente.

Esta tendencia puede deberse a la mayor vulnerabilidad de la vegetación respecto a los rayos, principal causa natural de incendios forestales, debido a la evolución del clima de las últimas décadas ligada al cambio climático. El aumento de temperaturas y la disminución de precipitaciones que, como sabemos, conlleva éste, repercute en una mayor sequedad de la vegetación, que así es más propensa a incendiarse y propagar la chispa causada por los rayos por grandes extensiones del territorio, especialmente en época estival, como afirman Araque et al. (1999).

Además, también incide el uso que se hace del monte, el cual está en declive, pues, mientras que en el siglo XVIII y la primera mitad del XIX éste estaba muy poblado, lo que beneficiaba la prevención de incendios forestales debido a las roturaciones agrícolas que actuaban como cortafuegos naturales, las zonas de pasto que diversificaban el paisaje, la actividad silvícola y el tránsito de personas que conllevaban la limpieza del monte, y la presencia de población joven que aceleraba y agilizaba la extinción de

incendios (Araque et al., 1999); actualmente, debido al despoblamiento rural, apenas hay población joven que colabore en la extinción, no existen cortafuegos naturales y las densidades de vegetación pueden ser muy elevadas por la poca actividad existente, lo que favorece la rápida propagación de incendios una vez producidos.

Figura 10. Evolución del porcentaje de incendios forestales por causas humanas en Andalucía en el periodo 1990-2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En la figura 10 vemos que la proporción de incendios forestales intencionados ha sido más o menos constante durante todo el periodo, no pudiendo identificar una tendencia; los incendios causados por negligencias, en cambio, presentan tendencia claramente creciente durante toda la serie temporal; y, por último, los que tienen causas accidentales presentan dos líneas de tendencia: entre 1990-2003, con tendencia creciente, y entre 2004-2020, con tendencia decreciente.

La razón del crecimiento de los incendios accidentales entre 1990-2003 y causados por negligencias podría estar relacionada, en el primer caso, con una mayor concienciación en la población, que da lugar a que tome precauciones, y en el segundo caso, quizás con el “camuflaje” como negligencias de incendios verdaderamente intencionados, causados probablemente por razones como el descontento social. Según estas hipótesis podría identificarse cierta polarización de la sociedad, entre la población que cada vez más concienciada con el tema medioambiental, y la población que se preocupa por sus propios intereses.

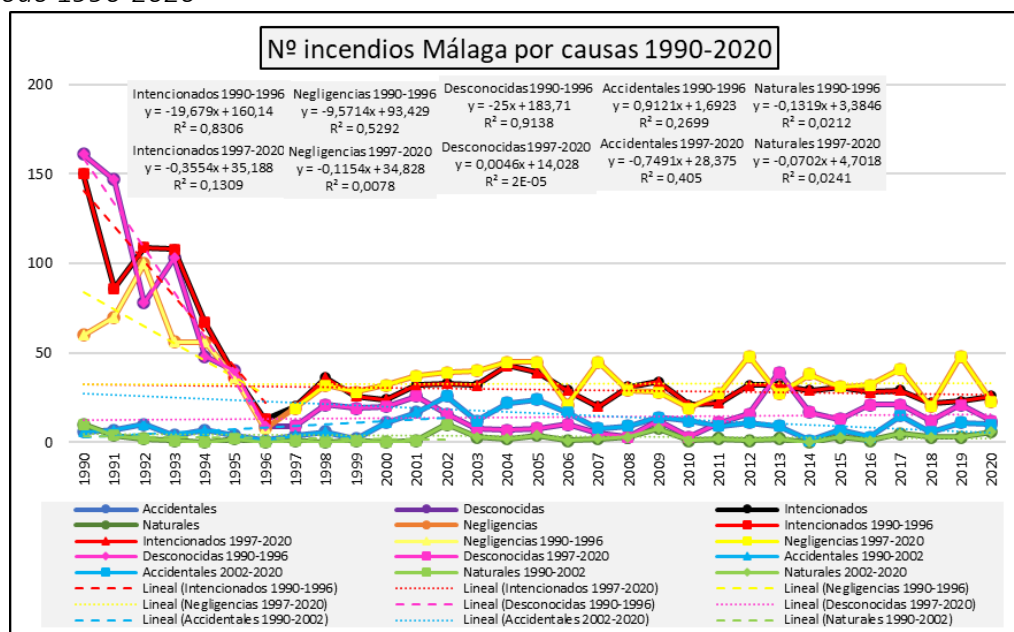
Terminando el análisis de las causas de incendios forestales en Andalucía, la Figura 11 del anexo muestra los porcentajes promedio de cada causa en el periodo completo. Así, el tipo de causas más frecuente es el de los incendios intencionados, con un 36%, seguidos de las negligencias con un 32%. Posteriormente las desconocidas con un 21%, las accidentales con un 7%, las naturales con un 4% y las reproducciones con menos de un 1%. Por tanto, se ve claramente que un porcentaje extremadamente elevado de los incendios forestales en Andalucía son causados por la actividad humana, mientras que las causas naturales, frente a lo que se podría pensar, representan un porcentaje muy

pequeño del total, pues son las circunstancias de índole social, económica, cultural, política, etc., las que causan los incendios forestales, más que circunstancias naturales, siendo éstos considerados incluso un “factor social” y apareciendo el término de “sociología del fuego” (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019).

De entre las causas intencionadas, es más importante, en la España mediterránea, la motivación de las quemas agrícolas, al igual que de entre las negligencias. En cuanto a los incendios accidentales, destacan las relacionadas con las actividades en el monte causadas por maquinaria, así como los fumadores y las líneas eléctricas (Gavilán, 2012).

A continuación, se realizará el mismo análisis de incendios forestales por causas, para el mismo periodo, pero esta vez a escala provincial.

Figura 12. Evolución del nº de incendios forestales en Málaga según sus causas en el periodo 1990-2020

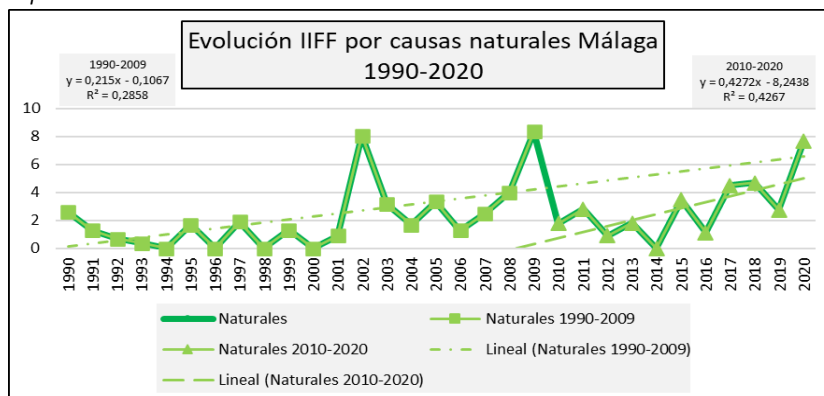


Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En primer lugar, la figura 12 muestra la evolución de los incendios forestales diferenciando sus causas, y una misma evolución en tres tipos: incendios intencionados, causados por negligencias y de causas desconocidas. Todos estos casos muestran una tendencia claramente decreciente en 1990-1996, especialmente acusada en el primer y tercer tipo de causas (vuelve a aparecer, en la provincia, esa coincidencia sugerente en la tendencia de los incendios intencionados y de causas desconocidas); a partir de dicho año, la tendencia se vuelve estable hasta el final de la serie temporal. En cambio, los incendios accidentales muestran dos tendencias: un primer periodo de aumento, 1990-1996; y un segundo periodo, 1997-2020, de disminución. Por último, en el caso de los incendios con causas naturales, no se identifica tendencia alguna.

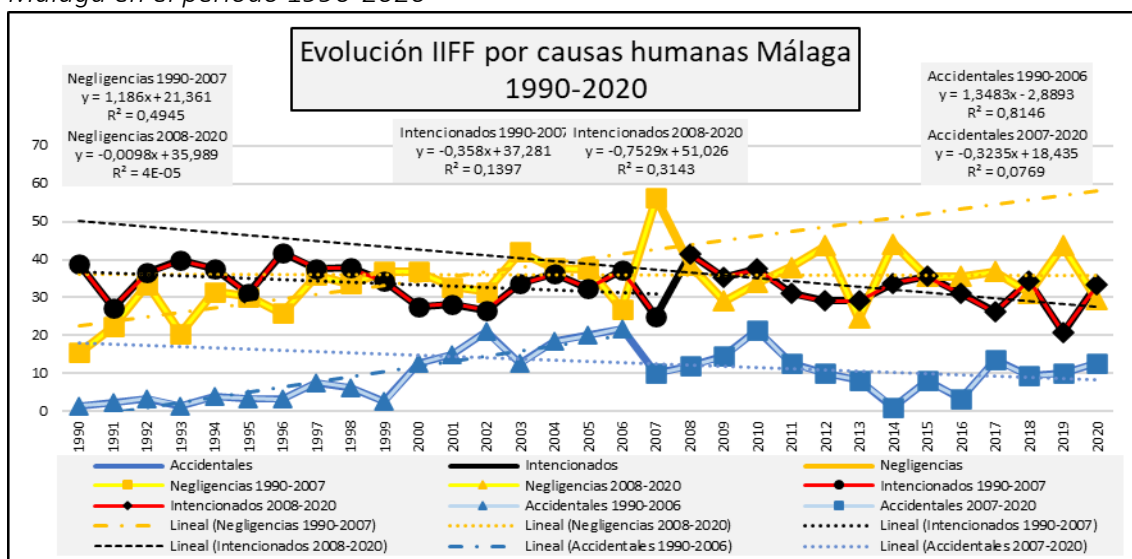
La figura 13 muestra la evolución del porcentaje respecto al total representado por los incendios por causas naturales en la provincia; se ve una tendencia creciente en dos periodos: 1990-2009 y 2010-2020, siendo más acusada en el segundo. La razón de este crecimiento es la misma que en el caso andaluz, el cambio del clima que de las últimas décadas que favorece la ocurrencia y la propagación de incendios forestales.

Figura 13. Evolución del porcentaje de incendios forestales por causas naturales en Málaga en el periodo 1990-2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

Figura 14. Evolución del porcentaje de incendios forestales por causas humanas en Málaga en el periodo 1990-2020



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

En la figura 14, que muestra la evolución de los porcentajes de incendios con causas humanas, se identifica para los incendios causados por negligencias una tendencia creciente entre 1990-2007, y una estabilización a partir de entonces; en el caso de los intencionados, una tendencia decreciente, que puede considerarse como tal sobre todo a partir de 2008 (pues con anterioridad no podríamos considerarlo por el bajo valor de R^2); y, por último, se aprecia un incremento muy elevado de los incendios accidentales en el periodo 1990-2006, y una estabilización a partir de este último año.

La razón del incremento de la proporción de incendios derivados de negligencias y de accidentes (hasta 2007 y 2006 respectivamente) podría encontrarse en la reducción de los intencionados, lo cual ha ocurrido quizá gracias a las medidas de vigilancia, prevención y concienciación, como en el caso andaluz. Y precisamente la concienciación, no solo de la gravedad de incendiar el monte intencionadamente, sino también de las

consecuencias que podrían conllevar los descuidos, así como el gran crecimiento de la proporción de incendios con causas naturales, habrán tenido influencia en su estabilización.

Para finalizar, la figura 15 del anexo muestra lo mismo que la figura 11 pero a escala provincial. El orden en cuanto a la proporción que representa cada tipo de causa es el mismo que a escala andaluza, excepto por el cambio de orden entre los dos primeros tipos, pues en el caso provincial, en lugar de ser el porcentaje más representativo el de incendios intencionados seguido del de las negligencias, se da al revés; y las variaciones de los porcentajes no son especialmente significativas. Sin embargo, analizando ambos gráficos, se podría decir que la proporción de incendios por causas naturales es menor (realmente la mitad, 2% frente a 4%), y que de entre las causas humanas, parece ser que son mucho mayores los incendios causados por el ser humano de forma inconsciente (accidentales y negligencia) que los derivados de su voluntad (intencionados), pues tenemos un 44% de incendios accidentales y de negligencia frente a un 33% de incendios intencionados; mientras que a escala autonómica, tenemos un 39% de la primera categoría frente a un 36% de la segunda. Esto podría relacionarse con el hecho de que la mayor parte del monte malagueño está en manos privadas, por lo que carece de protección por la administración pública; además de una circunstancia con lo que está relacionado, la proliferación de construcciones de viviendas en el monte de la provincia, rodeadas de vegetación y, por tanto, de combustible propenso a incendiarse, habitadas normalmente por extranjeros centroeuropeos atraídos por la idea de la “casa del árbol”, siendo éstos tanto causas como víctimas de los incendios, pues las actividades derivadas de las mismas pueden generar los incendios, y la prioridad de salvar vidas y bienes humanos por encima del bosque hace que los servicios de extinción se centren en estas viviendas mientras el fuego se propaga por el bosque (Yus et al., 2022).

5. Ámbito de Estudio

5.1. Características Generales

Mapa 1. Localización de la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de DERA y REDIAM

El ámbito de estudio del presente trabajo es la provincia de Málaga al completo, situada al sur de la comunidad autónoma de Andalucía, la cual, a su vez, se localiza al sur de España. Dicha localización puede visualizarse en el mapa 1, en el que se muestran las principales carreteras y ríos y los núcleos de población provinciales.

La provincia se compone de 103 municipios, agrupados en 6 comarcas: Antequera, Serranía de Ronda, Sierra de las Nieves, Málaga-Valle del Guadalhorce, Axarquía y Costa del Sol Occidental. De ellos, 75 se considera que están en Zona de Peligro derivado del Riesgo de Incendios Forestales (Decreto 371/210).

5.2. Características Relacionadas con el Medio Físico

Desde el punto de vista físico, se trata de un territorio muy variado en cuanto a su relieve, su clima, su vegetación, sus paisajes...

Comenzando con su clima y vegetación, según la clasificación de Rivas-Martínez de 1996 y 2007 (citado en Martínez et al., 2017), Málaga pertenece al macrobioclima Mediterráneo, de lo que se extrae su característica sequía estival de dos meses de duración como mínimo. A su vez, su bioclima es pluviestacional-oceánico, lo que favorece la presencia de ombrotipos desde seco a hiperhúmedo (es decir: seco, subhúmedo, húmedo e hiperhúmedo de forma puntual) y al bosque como vegetación potencial; distinguiéndose además los siguientes termotipos en relación a las temperaturas: termomediterráneo, mesomediterráneo, supramediterráneo y oromediterráneo (Martínez et al., 2017). Derivado de todo esto, la provincia posee vegetación climatofila, edafoxerófila y edafohigrófila (Asensi y Díez, 1987; Nieto et al., 1991; Cabezado, 2009; Pérez, 2009; Pérez et al., 2013; y Pérez et al., 2003; citados en Martínez et al., 2017). Estas características son muy importantes en relación con los incendios forestales, pues el tipo de vegetación es una variable esencial que ejerce gran influencia sobre su ocurrencia y propagación, y el clima influye mucho en que se den o no las condiciones propicias para la ocurrencia de éstos de forma natural en función de la temperatura y la humedad de la vegetación, para su propagación en función de los vientos, y para su extinción en función de las precipitaciones; teniendo un papel muy relevante la situación de sequía actual ligada al cambio climático.

A continuación, se presenta cartografía diversa de la provincia para caracterizarla, vinculada de algún modo a los incendios forestales.

En primer lugar, se presenta el relieve de la provincia, acerca del cual se han realizado tres mapas: un mapa hipsométrico (mapa 2), uno de pendientes (mapa 3) y otro de orientaciones (mapa 4). El relieve influye tanto en la desecación/humedad de la vegetación como en la velocidad de propagación de los incendios forestales. Esta velocidad se puede ver incrementada por la existencia de valles estrechos, al igual que la sequedad, debido a la canalización de los vientos a la que podría dar lugar. Igualmente, la orientación según solanas y umbrías influye en la humedad de la vegetación; al igual que las pendientes, que desecan la vegetación en caso de ascenso de las laderas arriba, y dan lugar a corrientes de convección y desecantes, que incrementan la velocidad del viento y, por tanto, también la de propagación del incendio (Yus et al., 2022).

Así, en el mapa 2, se ve la gradación de altitud existente en la provincia malagueña, lógicamente inferior en la costa y a lo largo de los cursos fluviales. Ésta va ascendiendo hacia el interior, llegando a alcanzar altitudes de más de 2000 m en algunas sierras. En relación a las mismas, se aprecia que la gran mayoría de ellas se encuentran en la parte occidental provincial, como son las sierras Blanquilla, Bermeja, Blanca, de

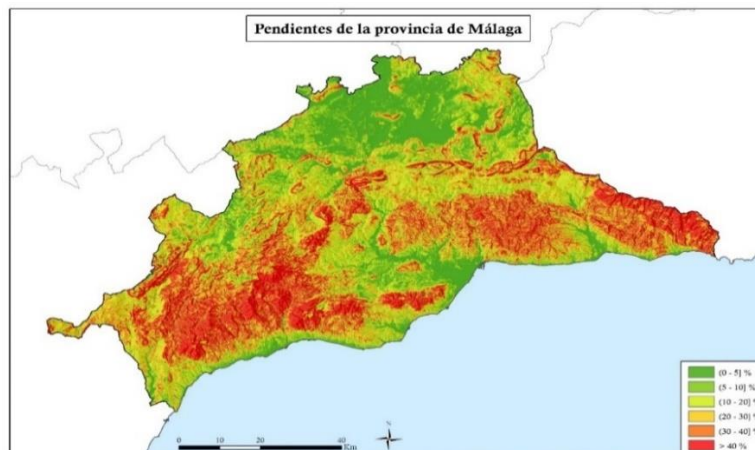
Líbar, de Ronda, de las Nieves, de Tolox y de Alpujata; alguna al sur, en la parte central, tratándose de la Sierra de Mijas; y otras en la parte oriental, como son los Montes de Málaga y las Sierras de Alhama, Tejeda y Almirajara.

Mapa 2. Hipsometría de la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de DERA y del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (en adelante, IECA)

Mapa 3. Pendientes de la provincia de Málaga

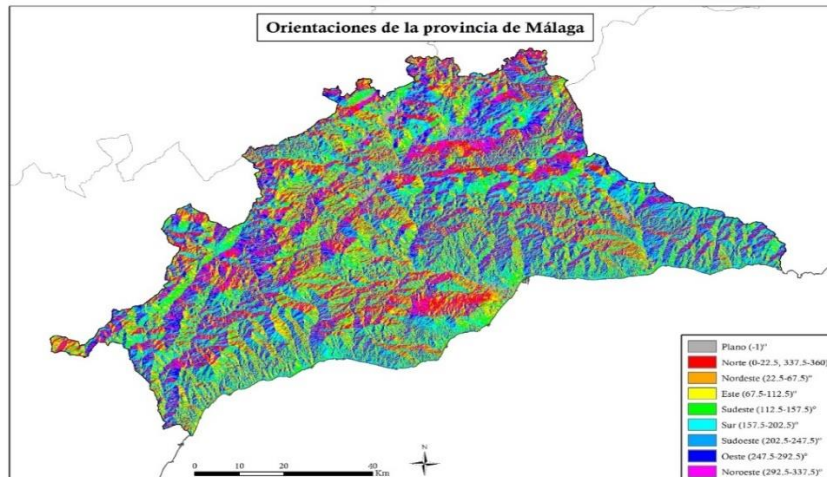


Fuente: elaboración propia a partir de DERA e IECA

En el mapa 3, por su parte, podemos ver las pendientes de la provincia en porcentajes, las cuales concuerdan perfectamente con las altitudes, pues, una amplia área septentrional y al norte de la Sierra de Mijas, correspondiente con bajas altitudes, se caracteriza igualmente por escasas pendientes; mientras que éstas son más altas cuanto más montañoso sea el terreno. Por ello se ven pendientes superiores al 40% en las mismas, especialmente en las grandes sierras occidentales como Sierra Bermeja o Sierra de las Nieves y en las del extremo oriental, las de Alhama, Tejeda y Almirajara.

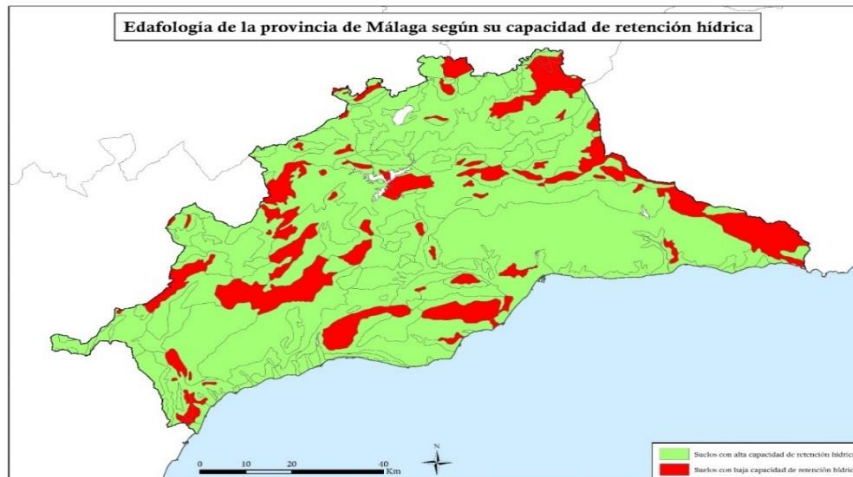
Finalizando con el relieve, en el mapa 4 pueden visualizarse las orientaciones. Las predominantes son la Sudeste (112,5-157,5º) y la Sur (157,5-202,5º), representando cada una de ellas un 14,4% y un 14% del total, respectivamente. Éstas son las más peligrosas en relación con los incendios forestales, pues coinciden con las solanas, caracterizadas por una mayor sequedad.

Mapa 4. Orientaciones de la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de DERA e IECA

Mapa 5. Edafología de la provincia de Málaga según su capacidad de retención hídrica



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM

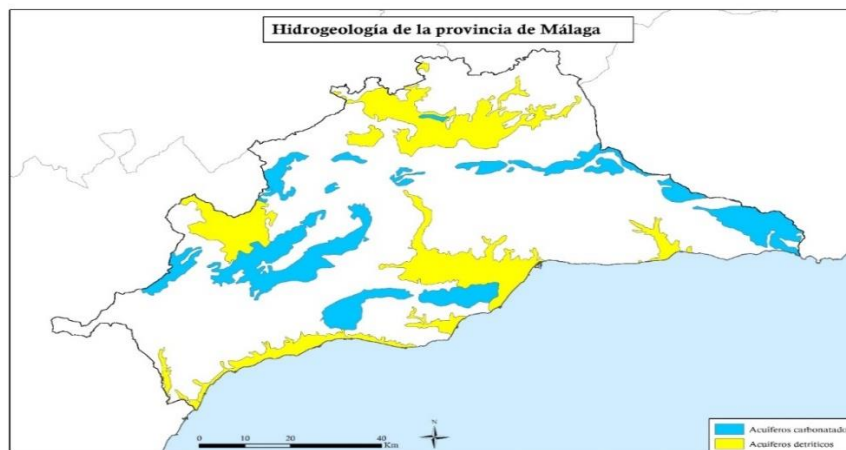
Además del relieve, hay otras características del territorio que interactúan con los incendios forestales. Un ejemplo son los suelos, por lo que el mapa 5 refleja la edafología de la provincia agrupada simplemente en dos clases: suelos con baja y con alta capacidad de retención hídrica, tratándose los primeros de aquellos en los que predominan Leptosoles y Regosoles, identificándose los primeros como Litosoles en la Red de Información Ambiental de Andalucía, pues utilizan una clasificación completamente obsoleta de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [FAO-UNESCO] de 1976 (FAO, 1976).

La consideración de estos dos tipos de suelos se debe, en el caso de los Leptosoles, a que son suelos poco profundos, con gran cantidad de gravas y piedras, situados en ocasiones sobre roca o material no consolidado, que se encuentran comúnmente en zonas de elevada pendiente o expuestos al viento o a las corrientes de agua, por lo que suelen estar afectados por la erosión (Rodrigo, 2014). Algunos ejemplos de su localización son la Sierra de las Nieves, la Sierra de Mijas, y las de Tejeda y Almijara. En cuanto a los Regosoles, éstos son poco espesos, débiles en su mineralogía, muy poco desarrollados

debido a su corta edad y la lentitud de su formación (estando muy condicionados por la aridez), conformados en gran parte por materiales no consolidados y con escasa capacidad de retención hídrica (Rodrigo, 2014). Este tipo de suelos se halla en zonas más llanas de la provincia, como los municipios septentrionales de Villanueva de Algaida o de Tapia y Alameda, y otros meridionales como Manilva, Vélez-Málaga y Málaga, la capital provincial. Ambos tipos de suelos son débiles frente a las adversidades y su conservación es difícil (Rodrigo, 2014).

A continuación, se presenta una variable diferente, relacionada con los incendios en un sentido totalmente contrario, pues generalmente no es ésta la que incide en los incendios, sino los incendios los que inciden en ésta. Se trata de la hidrogeología.

Mapa 6. *Hidrogeología de la provincia de Málaga*



Fuente: elaboración propia a partir de DERA y REDIAM

En el mapa 6, aparecen los acuíferos de la provincia, que se dividen en dos tipos: carbonatados y detríticos, tratándose los materiales de los primeros de calizas y dolomías, que son más permeables si están carstificadas y permiten el paso del agua a través de la disolución; y principalmente de arenas y gravas los segundos, caracterizados por una elevada porosidad y permeabilidad que dan lugar a que su capacidad de retención y circulación de las aguas subterráneas sea extraordinaria (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.). Sin embargo, como se verá, las áreas donde predominan los acuíferos detríticos, que serían especialmente beneficiosos para la vegetación natural y por tanto para los ecosistemas boscosos, coinciden con grandes zonas agrícolas, como la depresión de Antequera, la de Ronda, el valle del Guadalhorce y la hoya de Vélez, lo que deja entrever el interés por parte del ser humano para beneficiar un uso del suelo u otro en función de su rentabilidad.

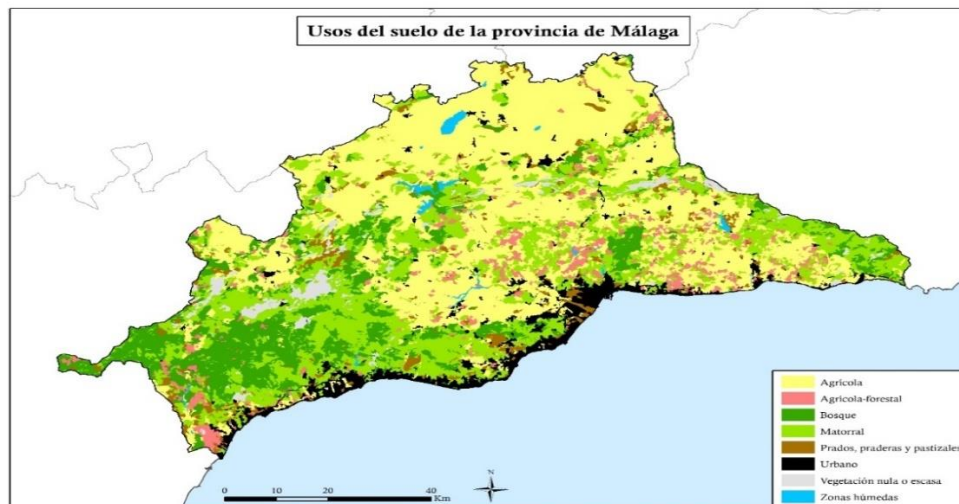
En relación con los acuíferos, son los incendios forestales los que afectan de un modo negativo a los mismos, pues la vegetación cumple un papel natural de aumento de infiltración del agua en el suelo, por lo que, si ésta se quema y desaparece, el suelo se encontraría exento de esta cubierta protectora, aumentando la escorrentía y, por tanto, disminuyendo la infiltración. Además, si se infiltran las cenizas resultantes de los incendios en el interior de los acuíferos, éstos verían disminuida la calidad de sus aguas, debido a la introducción de sólidos disueltos, reduciéndose también la capacidad circulatoria de la misma, debido a la infiltración de partículas finas en el subsuelo que harían disminuir la permeabilidad. Por último, la bajada del nivel freático de los acuíferos

ocasionada por un uso de los mismos excesivo o inadecuado puede reducir la cantidad de agua disponible para la vegetación, lo que modificaría ésta, pudiendo representar esto un factor de peligrosidad de incendios forestales (Europa Press, 2012).

5.3. Características Relacionadas con el Medio Humano

A continuación, siguiendo con las características de la provincia malagueña más relacionadas con el ser humano, se tratan los usos del suelo de la provincia, sintetizados en grandes grupos, como puede verse en el mapa 7.

Mapa 7. Usos del suelo de la provincia de Málaga



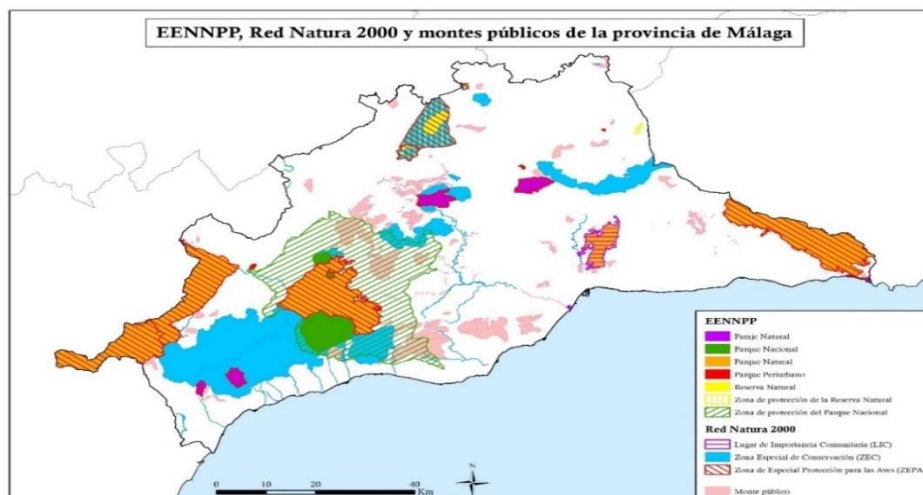
Fuente: elaboración propia a partir de DERA

Como se ve en dicho mapa, el uso del suelo predominante es el agrícola, que representa un 43% de la superficie provincial. Destacan como grandes áreas agrícolas de la provincia las depresiones de Antequera y de Ronda, el valle del Guadalhorce y gran parte de la comarca de la Axarquía, en la hoya de Vélez y alrededores. Posteriormente le sigue el matorral, con un 26%, y el bosque, con un 13%; conformando entre ambos la vegetación natural, representante del 39% de la superficie provincial. Este uso predomina en las sierras suroccidentales, el espacio existente entre la Serranía de Ronda y la Cordillera de Antequera, los Montes de Málaga y las sierras surorientales de Alhama, Tejeda y Almijara.

Secundariamente, encontramos un uso urbano predominante en la costa, que ocupa aproximadamente un 6% de la superficie total, y se concentra especialmente en la Costa del Sol Occidental y la capital, encontrándose el resto de las zonas urbanas en el interior provincial, con una superficie mucho menor. Por su parte, las zonas agrícola-forestales suponen el 5% aproximadamente de la superficie, y se hallan dispersas en zonas de contacto entre los usos agrícolas y de matorral fundamentalmente. Prados, praderas y pastizales representan un 4% de la superficie provincial, y se encuentran igualmente dispersos, aunque las manchas más grandes están al sur de la provincia. Los espacios de vegetación nula y escasa, 3% del total superficial, coinciden en gran parte con zonas de mayor altitud, debido al obstáculo que supone el relieve, en relación al clima, para el desarrollo de la vegetación. Por último, de entre las zonas húmedas, que no llegan al 1% de la superficie provincial, destacan la laguna de Fuente de Piedra, el embalse del Conde de Guadalhorce, el de Guadalhorce-Guadalteba, y el de la Viñuela.

Por último, se muestra el mapa 8, de los EENNPP, la Red Natura 2000 y los montes públicos de Málaga, pues gran parte de los mismos son zonas de vegetación natural donde ocurren los incendios forestales, como demuestra la gran concentración de los mismos en el área suroccidental de la provincia.

Mapa 8. *Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000 y montes públicos de la provincia de Málaga*



Fuente: elaboración propia a partir de DERA y REDIAM

La provincia de Málaga en este contexto cuenta con numerosas figuras de protección. Respecto a los EENNPP, gestionados a escala estatal o autonómica: un Parque Nacional, Parques Naturales y Periurbanos, Parajes, Reservas y Monumentos Naturales, con sus zonas de conservación en el caso del Parque Nacional y de las Reservas Naturales. Y respecto a la Red Natura 2000 europea, multitud de Zonas Especiales de Conservación (en adelante, ZEC), algunas Zonas de Especial Protección para las Aves (em adelante, ZEPA) coincidentes con algunas de las anteriores ZEC, Parques Naturales y Parajes Naturales, y un Lugar de Importancia Comunitaria (en adelante, LIC) coincidente con el Parque Natural de Montes de Málaga. Además, la provincia posee 120.900 ha de montes públicos (es decir, cuya titularidad y gestión corresponde a la administración pública, municipal, autonómica o de otro tipo). Así, son 473.121 ha las ocupadas por todas las figuras representadas en el mapa anterior en la provincia malagueña, es decir, el 65% de la superficie provincial, pues el total de la misma es de 730.628 ha. Resalta además la evidencia de que la mayor parte del monte malagueño es de propiedad privada, como confirman Yus et al. (2022).

En la tabla 1 del anexo se muestran los EENNPP existentes en la provincia, salvo los 13 Monumentos Naturales.

En cuanto a las mencionadas anteriormente ZEC, las principales son: S^a Blanca, Sierras Bermeja y Real, Valle del Río del Genal, S^a de Mollina, S^a de Camarolos, S^a de Abdalajís y La Encantada Sur, y S^a de Alcaparaín y de Aguas; además, destaca la multitud de ríos que poseen esta figura de protección.

La delimitación de todas estas diferentes figuras de protección entra en conflicto con la temática de incendios forestales, pues tradicionalmente se ha dado en los espacios protegidos un conflicto entre dos modelos: el de la gestión y el de la no-gestión, creyendo que el último de éstos puede ser apropiado para zonas forestales, al seguir éstas una

evolución propia independiente del ser humano (Piqué, 2015 y González et al., 2011, citado en Piqué, 2015). Sin embargo, la gestión de estos espacios es absolutamente necesaria, de forma activa, tal y como afirma González et al., 2011 (citado en Piqué, 2015), pues el abandono de los mismos da lugar a acumulaciones de biomasa que incrementan la peligrosidad de incendios forestales (Piqué, 2015).

De hecho, como demuestra Mazón (2016), la situación respecto a los incendios forestales en España no es mejor en los EENNPP que en otros espacios, pues las labores preventivas que se realizan en este contexto son insuficientes, debido a la carencia de planes de gestión específicos; y además se da un conflicto entre estos espacios y las actividades ganadera y agrícola, al estar las causas de los incendios forestales frecuentemente relacionadas con las mismas.

6. Resultados

En este apartado se evalúa la incidencia de los aspectos del territorio provincial malagueño en la ocurrencia y propagación de incendios forestales. En primer lugar, características del medio físico: por una parte el relieve y, por otra, la meteorología; en segundo lugar, las características de la vegetación y los usos del suelo, por un lado su inflamabilidad, y por otro, la combustibilidad; y, por último, la incidencia directa del ser humano, en relación a la peligrosidad que inducen el tránsito y la existencia de infraestructuras y las medidas de prevención y extinción que éste lleva a cabo, tratando temáticas como los medios del Plan INFOCA de los que se dispone en la provincia o la dicotomía gestión-no gestión en los espacios protegidos y montes públicos.

6.1.- Incidencia del Medio Físico en la Peligrosidad de Incendios Forestales

En este apartado se tratará la incidencia que tiene el medio físico en la peligrosidad de los incendios forestales en la provincia malagueña, desgranado éste en dos partes: el relieve, por un lado, y la meteorología, por otro.

6.1.1.- Incidencia del Relieve

Como sabemos, el relieve del territorio incide en la peligrosidad de incendios forestales, pues hace a la vegetación más vulnerable y favorece su propagación. Por ello, el mapa 9 trata de “peligrosidad orográfica”, resultante combinar las pendientes y las exposiciones, tratadas anteriormente en el “Ámbito de estudio” en los mapas 3 y 4.

En el mapa 9 se aprecia, fundamentalmente, la incidencia que tienen las pendientes, las cuales favorecen la propagación de incendios cuanto más elevadas son, pudiendo relacionar estrechamente por tanto las zonas de mayor peligrosidad orográfica con las zonas donde éstas son más altas; sin embargo, se relaciona también con las orientaciones principalmente Sur y Sudoeste, en las cuales la insolación es más intensa, especialmente durante la época estival, que coinciden con gran parte de las laderas de las sierras de mayor pendiente. Por tanto, vemos que la peligrosidad orográfica es más elevada en las sierras suroccidentales de Sierra Bermeja y Sierra de las Nieves, así como las meridionales de Sierra Blanca, Sierra de Alpujata y Sierra de Mijas; y las surorientales de Alhama, Tejeda y Almirajara, las cuales se caracterizan por una abundancia de pendientes superiores al 40%.

Mapa 9. Peligrosidad orográfica de incendios forestales combinada de pendientes y exposiciones en la provincia de Málaga

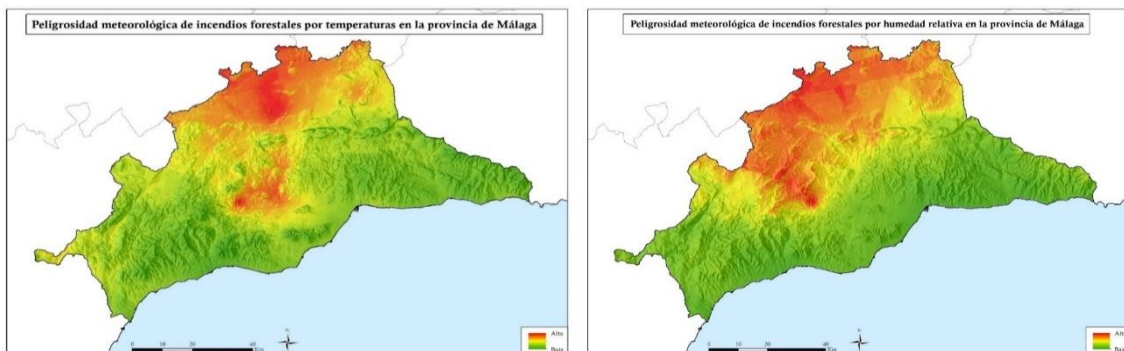


Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (2016)

6.1.2.- Incidencia de la Meteorología

Las variables relacionadas con la meteorología también tienen una importante incidencia en la peligrosidad de los incendios forestales, pues las temperaturas y la humedad, ligadas al déficit hídrico que existe actualmente en muchas zonas, inciden en el estado de la vegetación, que es más propensa a incendiarse cuanto más seca se encuentre. Además, influye también la intensidad de los vientos, pues facilitan la propagación de los incendios forestales (situación que puede verse propiciada además por el relieve que puede canalizar los mismos) y pueden igualmente desecar la vegetación. Por eso se tratará en este apartado la “peligrosidad meteorológica”.

Mapas 10 y 11. Peligrosidad meteorológica de incendios forestales por temperaturas y humedad relativa en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (2016)

En el mapa 10 se muestra la peligrosidad de incendios forestales en función de las temperaturas; las zonas donde éstas son más altas se encuentran mayormente al Norte de la provincia, en la depresión de Antequera, y en el centro de la misma, en el valle del Guadalhorce. La situación térmica de estas zonas se debe a la confluencia de dos factores: la lejanía del mar y la escasa altitud. Ninguna de las dos zonas se encuentra próxima al litoral, dándose un cierto efecto de “continentalización” (en comparación, por supuesto, con otras zonas de la provincia, pues ésta es costera), ya que el mar, que actúa como regulador de las temperaturas, suavizándolas (lo que hace que las máximas, que son las

que propician los incendios, especialmente durante el periodo estival, no sean tan elevadas) no ejerce su influencia en la misma magnitud en dichas áreas, pudiendo darse temperaturas extremadamente altas que propician en gran medida los incendios forestales. En cuanto a la altitud de las mismas, ésta es baja, no teniendo lugar la reducción de las temperaturas que conlleva el ascenso en altitud, que sí tiene lugar en otras zonas de la provincia donde se localizan sistemas montañosos, principalmente.

En el mapa 11, vemos la peligrosidad asociada a la humedad relativa. Ésta es mayor en la mitad septentrional de la provincia malagueña, correspondiente a la depresión de Antequera debido, una vez más, a la lejanía de esta zona con respecto a la costa, pues el mar da lugar a una aportación de humedad en las zonas cercanas, quedándose mayormente en este caso en la mitad meridional provincial.

Por último, el mapa 12 analiza la peligrosidad que conlleva la intensidad de los vientos, pues éstos tienen la capacidad de desecar la vegetación, favorecer la combustión (uno de los elementos necesarios para ello es el oxígeno) y facilitar la propagación de los incendios forestales, algo que sucede muy a menudo, pudiendo extender los mismos por miles de hectáreas, especialmente si además la vegetación existente es densa y altamente inflamable (aunque inciden multitud de factores más).

Mapa 12. Peligrosidad meteorológica de incendios forestales por intensidad de vientos en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (REDIAM, 2016)

Una de las zonas en que la intensidad de los vientos es mayor, es en el litoral, teniendo los vientos costeros una importancia relevante, especialmente los de Levante que suelen estar presentes en el Mediterráneo. Otras zonas se presentan con elevada intensidad debido a la altitud a la que se encuentran siendo, de hecho, aquellas en las que dicha intensidad es mayor; es el caso de la zona más interior de la Sª de las Nieves y Sª Tejada principalmente, y secundariamente Sª de Líbar, algunas zonas de Sª Tejada y Sª de Almirajara. Por último, llama la atención también una mancha de intensidad media-alta al norte de la provincia, cuya razón se hallará en los vientos provenientes de la depresión del Guadalquivir, debido a su cercanía.

6.2.- Incidencia de la Vegetación y los Usos del Suelo en la Peligrosidad de Incendios Forestales

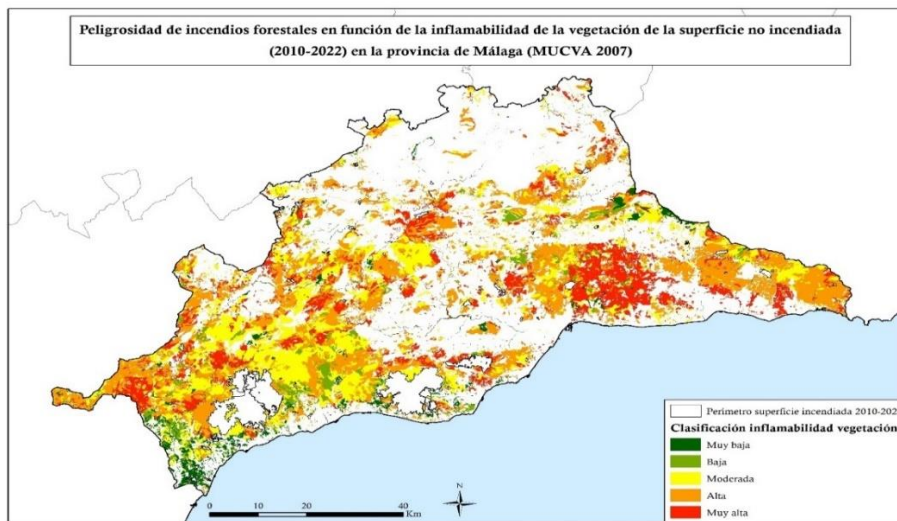
A continuación, se analizará la incidencia que tienen el estado de la vegetación y los usos del suelo en la peligrosidad de incendios forestales en la provincia.

6.2.1.- Incidencia de la Inflamabilidad y Continuidad de la Vegetación

Las características de la vegetación influyen enormemente en la peligrosidad de los incendios forestales, tanto en su probabilidad de ocurrencia como en su propagación.

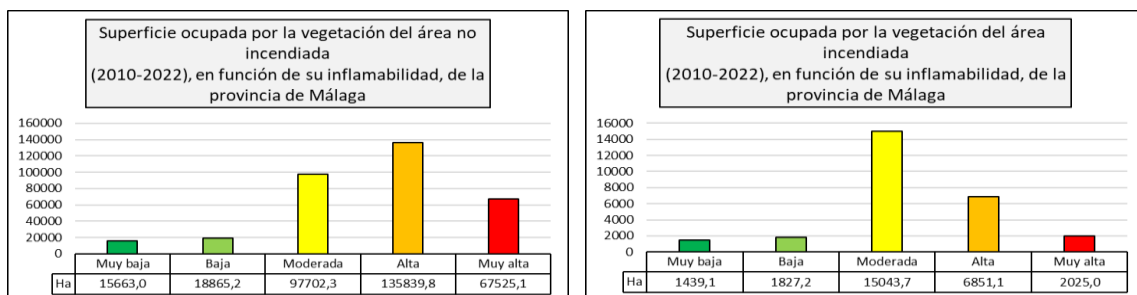
En primer lugar, se evalúa la influencia de la inflamabilidad de la vegetación, tras la clasificación de las especies vegetales presentes en el MUCVA de 2007 en la provincia de Málaga. La tabla 2 del anexo muestra dicha clasificación. A partir de la misma, se llevan a cabo diferentes estadísticas y cartografía, en relación con la inflamabilidad de la superficie incendiada entre 2010 y 2022, de la cual se dispone de un mapa en el anexo (mapa 13) para facilitar el conocimiento de la superficie por la que se extendieron dichos incendios forestales. En base a esta cartografía y al MUCVA de 2007, se compara la inflamabilidad de la vegetación entre la superficie incendiada y la no incendiada en dicho periodo, para extraer información sobre la incidencia de este criterio, así como elaborar una cartografía de peligrosidad de la superficie no incendiada hasta 2022 de la provincia malagueña, que se muestra en el mapa 14.

Mapa 14. Peligrosidad de incendios forestales según la inflamabilidad de la vegetación de la superficie no incendiada entre los años 2010 y 2022 en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Figuras 16 y 17. Superficie ocupada por la vegetación del área no incendiada e incendiada entre los años 2010 y 2022, según su inflamabilidad, de la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

La clasificación de la inflamabilidad de las coberturas vegetales se ha ordenado en 5 clases: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta; en función de la inflamabilidad de las especies que conforman dichas coberturas. Para facilitar la explicación de la superficie que ocupa cada clase, se presentan la figura 16 sobre el área no incendiada y la figura 17 sobre la incendiada.

Comenzando por el área no incendiada, como vemos en la figura 16, son la inflamabilidad alta, moderada y muy alta las predominantes en la superficie no incendiada hasta 2022 en la provincia malagueña, de mayor a menor superficie; mientras que la vegetación de inflamabilidad baja y muy baja es muy escasa, especialmente esta última. Estos datos reflejan una situación preocupante en cuanto a la inflamabilidad de la vegetación de la provincia.

Así, volviendo al mapa 14, vemos cómo la vegetación de muy baja inflamabilidad se encuentra, sobre todo, en la esquina suroccidental de la provincia, cerca de la costa, así como al este de la misma, en la parte oriental de la cordillera de Antequera y en la sierra de Alhama. La de inflamabilidad baja se localiza principalmente al suroeste provincial (al suroeste de Sierra Bermeja), entre la parte oriental de Sierra Bermeja y la sierra de Tolox, y en la Cordillera de Antequera. La vegetación correspondiente a ambas clases de inflamabilidad conforma pequeñas manchas muy dispersas por el territorio.

La vegetación de inflamabilidad moderada es completamente diferente, pues ocupa superficies de mayor tamaño, destacando en zonas como S^a Blanquilla, S^a de las Nieves y S^a Blanca, al oeste; las sierras de Baños y Aguas, al norte; y las Sierras de Alhama y Almijara, al este de la provincia.

La vegetación de inflamabilidad alta se encuentra en la parte occidental de S^a Bermeja y de los Montes de Málaga, pero, sobre todo, en la Axarquía, al sureste provincial, donde predominan romerales, aulagares, espartales, bolinares y jarales.

Por último, la vegetación de inflamabilidad muy alta destaca, sobre todo, en los Montes de Málaga (con quercíneas, coníferas, eucaliptales, pinares, bolinares y jarales), los cuales cubre casi en su totalidad, aunque también aparece en algunas zonas de menor tamaño con la vegetación de inflamabilidad alta.

Como resultado de todo esto, se da una situación especialmente preocupante en cuanto a la inflamabilidad de la vegetación en los Montes de Málaga, así como en las sierras surorientales de Tejeda y Almijara, aunque en este caso, de menor gravedad. Cabe preguntarse entonces cómo de inflamable era la vegetación de las zonas incendiadas entre 2010 y 2022. Esto se muestra en el mapa 15 del anexo, en que se ve la predominancia de vegetación de inflamabilidad moderada tanto en S^a Bermeja como en la S^a de Alpujata y sus alrededores, aunque en el primer caso se encuentra también vegetación altamente inflamable y un poco de muy altamente inflamable, mientras que en el segundo hay también vegetación de alta inflamabilidad, pero también de baja inflamabilidad. En el caso de la S^a de Mijas, hay vegetación de todo tipo, excepto de la menor categoría de inflamabilidad, destacando la de inflamabilidad moderada y muy alta. En el resto de la superficie incendiada en el periodo 2010-2022, la cual se trata de muy pequeñas superficies, predomina la vegetación de moderada y alta inflamabilidad.

Para comparar la inflamabilidad que tenía la vegetación antes de los incendios en la superficie afectada y en la no afectada, se presenta el mapa 16 del anexo, que combina los mapas 14 y 15 anteriormente comentados. En éste podemos ver que la vegetación de la superficie incendiada no se caracterizaba por ser excesivamente inflamable en

comparación con la de la superficie no incendiada, al contrario de lo que cabía esperar, lo cual se corrobora con las anteriores explicaciones de ambas superficies.

Por consiguiente, para tratar de esclarecer el asunto, se presentó anteriormente la figura 17, sobre la superficie afectada por los incendios de dicho periodo.

Analizando la misma, en comparación con la superficie ocupada por la vegetación de cada grado de inflamabilidad en la superficie no incendiada, vemos grandes diferencias en la superficie ocupada por la vegetación de moderada, alta y muy alta inflamabilidad, pues las proporciones que representan la de muy baja y baja inflamabilidad son muy pequeñas en ambos casos, siendo la de muy baja inflamabilidad la que menos superficie ocupa, pero sin existir mucha diferencia entre ambas. En cambio, respecto a los otros grados de inflamabilidad, en la superficie incendiada tiene muy destacada importancia la vegetación de inflamabilidad moderada, muy por encima de la restante, mientras que la de inflamabilidad alta ocupa aproximadamente la mitad de superficie que la anterior, y la de muy alta inflamabilidad una superficie muy escasa, equiparable a la que ocupa la vegetación de baja inflamabilidad. Así, es una situación muy diferente a la de la superficie no incendiada, pues en dicha superficie la predominante era la vegetación de alta inflamabilidad, seguida de la de inflamabilidad moderada y, por último, la de inflamabilidad muy alta. Sin embargo, además del intercambio de posiciones entre la vegetación de inflamabilidad moderada y alta, se aprecia también que la vegetación de inflamabilidad muy alta, pese a estar en tercera posición en ambos gráficos, ocupa una superficie mucho más elevada en el área no incendiada, no existiendo, además, por tanto, una diferencia tan grande entre las tres clases de mayor inflamabilidad como en el caso del área incendiada.

Según este análisis, la vegetación altamente y muy altamente inflamable se encuentra en proporciones de superficie mucho mayores en la superficie no incendiada que en la incendiada, algo que en principio resulta sorprendente. Por lo tanto, podría decirse que la inflamabilidad de las coberturas vegetales no ha influido tanto como era de esperar en la ocurrencia de incendios forestales en el periodo 2010-2022, pues aunque apenas se hayan quemado coberturas vegetales de baja y muy baja inflamabilidad, lo cual es lógico (pero no demasiado destacado, pues las proporciones son casi idénticas a las de la superficie no incendiada), tampoco se ha quemado casi nada de vegetación de inflamabilidad muy alta, y se han quemado muchas más coberturas de moderada inflamabilidad, muy por encima de las de alta inflamabilidad. Este hecho es algo que destaca también en el mapa 16 del anexo.

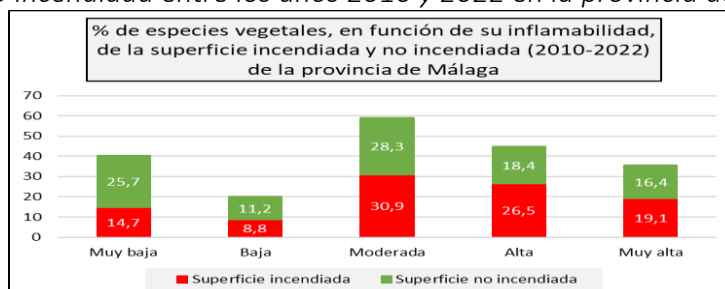
Para terminar con la superficie, se muestra en el anexo la figura 18, que muestra los porcentajes de cada nivel de inflamabilidad de las coberturas vegetales de la provincia de Málaga al completo, sin diferenciar entre superficie incendiada y no incendiada, lo que nos da una imagen global de la situación de inflamabilidad vegetal de la provincia malagueña antes de la ocurrencia de los incendios forestales de 2010-2022. En dicho gráfico se refleja cómo la vegetación de muy baja y baja inflamabilidad incluye las clases que representan el menor porcentaje, incluso sumando ambas categorías. Posteriormente, es la vegetación de inflamabilidad muy alta la que les sigue, aunque existe mucha diferencia entre los porcentajes de las dos primeras y de esta tercera categoría. La siguiente es la vegetación de inflamabilidad moderada y, por último, la de alta inflamabilidad, que es la que más superficie provincial ocupa. Es decir, el orden en la superficie que ocupan las diferentes categorías de inflamabilidad de vegetación es el mismo que el de la superficie no incendiada, pues ésta es mucho mayor,

afortunadamente, que la afectada por los incendios forestales, en la que las proporciones son muy diferentes, como ya hemos visto.

Debido a las diferencias, aparentemente ilógicas, comentadas antes respecto a la superficie ocupada por las coberturas vegetales según su inflamabilidad en la superficie afectada y en la no afectada por los incendios forestales de 2010-2022, se ha querido estudiar más a fondo dicho fenómeno de la inflamabilidad en la provincia, diferenciando entre la superficie incendiada y no incendiada entre 2010 y 2022, pero esta vez se ha hecho a nivel de especies vegetales. Se presenta la figura 19 para mostrar esto.

Se identifican, a partir del gráfico siguiente (figura 19), importantes diferencias en cuanto a la representación que tienen las especies vegetales, de las diferentes clases de inflamabilidad, presentes en las coberturas forestales del MUCVA 2007 de la provincia de Málaga. Las especies vegetales de muy baja y baja inflamabilidad representan un porcentaje mayor en la superficie no incendiada, siendo más acusada la diferencia existente en la primera de ellas. El resto de clases de inflamabilidad representa una mayor proporción en la superficie incendiada en comparación con la que representan en la no incendiada, especialmente en el caso de las especies vegetales de alta inflamabilidad. Por tanto, a nivel de especies, las diferencias de inflamabilidad de la vegetación entre la superficie afectada y no afectada por los incendios forestales en el periodo 2010-2022 sí son, en este caso, las esperadas, pues parece lógico que la vegetación de mayor inflamabilidad sea la que resulte afectada por los incendios forestales, al contrario que la que tenga una inflamabilidad menor.

Figura 19. *Porcentaje de especies vegetales, según su inflamabilidad, de la superficie incendiada y no incendiada entre los años 2010 y 2022 en la provincia de Málaga*

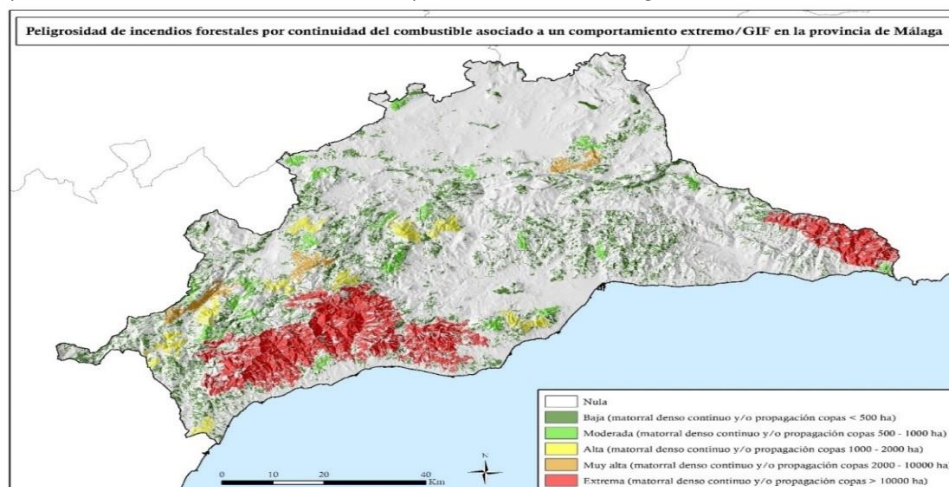


Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Pero entonces, ¿a qué se debe que no resulten lógicas las diferencias entre la superficie ocupada por las coberturas vegetales de diferente inflamabilidad en la superficie incendiada y en la no incendiada? ¿Y por qué sí a nivel de especies en función del mismo criterio? La respuesta parece hallarse en las combinaciones de especies que conforman las coberturas vegetales, pues aglutinan especies vegetales con diferentes grados de inflamabilidad. Por tanto, a partir de esta hipótesis, parece razonable que la ocurrencia y propagación de incendios forestales según este criterio de inflamabilidad no dependa de que especies vegetales de inflamabilidad elevada ocupen grandes superficies, sino que su mera existencia ya ejerce influencia, pudiendo propagarse los incendios forestales, a partir de éstas, por superficies cubiertas por especies vegetales de menor inflamabilidad; ello se vería influenciado también por la densidad de las cubiertas vegetales, pues, cuanto mayor sea ésta, mayor será la probabilidad de que un incendio forestal se propague, y a mayor velocidad en caso de que esto ocurra. Y en relación con

estas cuestiones tiene cabida otra pregunta: ¿hasta qué punto influye la gestión forestal? Y la respuesta es que ésta tiene enorme influencia, pues el abandono del monte por parte del ser humano y, por tanto, su dejadez, hacen que la densidad de la vegetación forestal aumente debido al desuso y la ausencia de gestión, lo que también repercute sobre la inflamabilidad, al permitir la proliferación de especies altamente inflamables, cuando realmente pueden llevarse a cabo acciones de prevención de incendios forestales que disminuyan la gravedad de estas cuestiones. El tema concreto de la gestión humana se tratará más abajo. Además, la inflamabilidad de la vegetación no depende únicamente de características de las especies vegetales, sino también de la cantidad de biomasa muerta y de condiciones microclimáticas o topográficas (Pausas, 2017).

Mapa 17. Peligrosidad de incendios forestales por continuidad del combustible asociado a un comportamiento extremo/GIF en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (2016)

Tras tratar la peligrosidad de incendios forestales según la inflamabilidad de la vegetación, se evalúa a continuación la peligrosidad a partir de otras características de la misma. Se muestra a continuación el mapa 17, correspondiente a la peligrosidad debido a la continuidad del combustible asociado a un comportamiento extremo/GIF. La continuidad del combustible que muestra este mapa es el resultado de la consideración de tres variables: la carga de combustible correspondiente al estrato arbóreo, la densidad aparente de sus copas, y la altura de base de las copas de masas arbóreas de quercíneas, pinos y eucaliptos. Además, se considera la posibilidad de la presencia de superficies de matorral continuo y denso en todas las categorías.

A raíz de la visualización del mapa, puede verse claramente una mayor peligrosidad de incendios forestales por esta causa en las sierras suroccidentales de la provincia: S^a Bermeja, S^a de las Nieves, S^a Blanca y S^a de Alpujata; así como en las surorientales: Tejeda y Almirajara; teniendo todas ellas una peligrosidad extrema y siendo posible una propagación por copas en estas zonas de más de 10.000 ha.

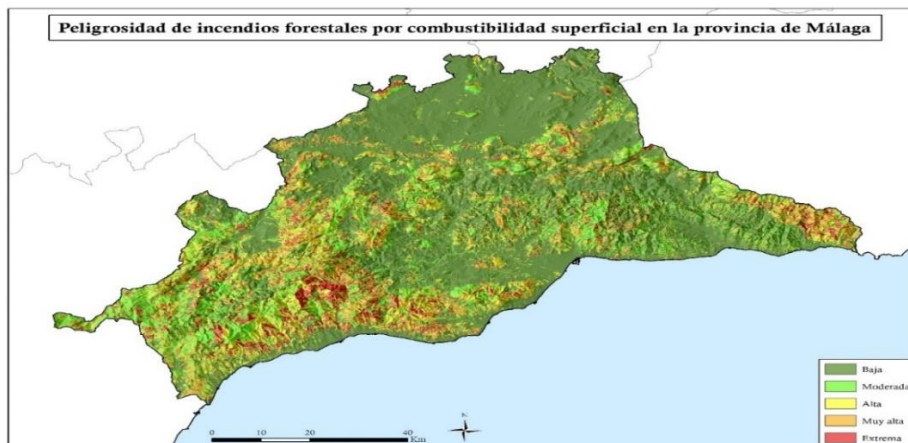
En cuanto a la peligrosidad muy alta, que puede dar lugar a la propagación de entre 2.000 y 10.000 ha, la encontramos en la S^a de Líbar y al oeste de la Serranía de Ronda, al oeste provincial, y en alguna zona de la Cordillera de Antequera, al noreste. La peligrosidad alta, por su parte, se localiza en la mitad occidental de la provincia, suponiendo una posible propagación por copas de entre 1.000 y 2.000 ha, en sierras

como la de Alcaparaín y la de Aguas en la parte central, la de Tolox, la de los Merinos al oeste y la del Hacho al suroeste, así como la de Mijas y la de Castillejos al sur. En cuanto a las clases moderada y baja, que pueden hacer posible una propagación por copas de entre 500 y 1.000 ha en el primer caso y de menos de 500 ha en el segundo, éstas se encuentran en forma de manchas muy dispersas por todo el territorio malagueño, encontrándose la peligrosidad moderada en sierras como la de los Caballos, al noroeste, y la de Cabrillo, al oeste, así como algunas zonas de S^a Blanquilla y S^a de Mijas; mientras que la peligrosidad baja destaca especialmente en los Montes de Málaga y en la cordillera antequerana. Además, como se ha mencionado, en todos los casos puede existir también una superficie de matorral denso y continuo, que también influya en la ocurrencia de GIFs o incendios de comportamiento extremo, por sí solo o junto con la posibilidad de propagación por copas del estrato arbóreo. El resto de la superficie, de peligrosidad nula, se considera así al no tratarse de cubierta forestal.

6.2.2.- Incidencia de los Usos del Suelo

Seguidamente, se evalúa la peligrosidad de incendios forestales según los usos del suelo del territorio malagueño, pues el siguiente mapa (mapa 18) se basa en el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (en adelante, SIOSE) de 2011.

Mapa 18. Peligrosidad de incendios forestales por combustibilidad superficial en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (2016)

Este mapa, por tanto, puede relacionarse con el mapa 7 de usos del suelo, lo que facilita su comprensión. Así, vemos que la zona de peligrosidad baja es básicamente la correspondiente a los usos agrícola y urbano, pues no son zonas en las que se pueda quemar vegetación forestal. En cuanto a la peligrosidad moderada, encontramos ésta frecuentemente en zonas de bosque, es decir, zonas con estrato vegetal arbóreo. Es el caso de algunas zonas de S^a Bermeja, de los Montes de Málaga o de la Cordillera de Antequera. Las zonas de peligrosidad alta y muy alta son las que más dispersas y fragmentadas están, conformando manchas de muy pequeñas dimensiones. Sin embargo, se aprecia una coincidencia frecuente entre las zonas de prados, praderas y pastizales y la primera de estas clases, así como en las zonas de vegetación natural de forma recurrente. Por último, la peligrosidad extrema es más abundante en áreas de matorral, aunque con respecto al mapa de SIOSE de 2011, se encuentra mayor coincidencia con el uso de matorrales con arbolado.

Destacan, por tanto, como zonas de mayor peligrosidad según este criterio, sobre todo, las sierras al norte del municipio de Marbella: S^a Palmera, S^a de las Apretaderas y S^a Real; y, secundariamente, algunas zonas de la Serranía de Ronda, de las cercanas a los municipios de la Costa del Sol Occidental, y de las Sierras orientales de Tejeda y Almirajara.

6.3.- Incidencia Directa del Ser Humano en los Incendios Forestales

En este apartado se evalúa la incidencia del ser humano en la ocurrencia y virulencia de incendios forestales en la provincia de Málaga, tanto en la peligrosidad a la que da lugar debido al tránsito y las infraestructuras construidas, como en las medidas de prevención y extinción que se realizan, en relación a temáticas como la disponibilidad de medios del Plan INFOCA o la gestión (o no) de la superficie forestal en manos de la administración pública.

6.3.1.- Peligrosidad Inducida por el Ser Humano

En primer lugar, se evalúa en el mapa 19 la peligrosidad de incendios forestales inducida por el ser humano en la provincia, es decir, la derivada del tránsito y la presencia de infraestructuras, tanto núcleos de población como vías de comunicación.

Mapa 19. Peligrosidad inducida por el ser humano de incendios forestales en la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM (2016)

La mayor parte de la superficie de peligrosidad tanto muy alta como extrema se encuentra en la mitad meridional de la provincia, especialmente en las zonas más cercanas a la costa, coincidentes con las proximidades de la mayor parte de los núcleos de población de la provincia, así como de la Autovía y Autopista del Mediterráneo (A-7 y AP-7). Destaca la situación de la parte meridional de S^a Bermeja y S^a Blanca por la incidencia de los municipios de la Costa del Sol Occidental, la S^a de Mijas y los Montes de Málaga. Más alejados de la costa encontramos también peligrosidad extrema alrededor de los municipios (de menor a mayor lejanía con respecto al mar) de Casares, Genalguacil-Jubrique, Cortes de la Frontera y Ronda, al oeste; y alrededor de Alcaucín-Canillas de Aceituno, Cómpeta y Algarrobo-Sayalonga, en la comarca de la Axarquía, al este. Algunos casos coinciden además con cruces de vías de comunicación. De hecho, Gutiérrez et al. (2015) denomina como “puntos calientes” tanto las sierras de la Costa del Sol Occidental como la zona que ocupa parte de Málaga oriental de Almirajara-Guájares. Al noreste

provincial destaca también Archidona. El resto de los núcleos de población se encuentran circundados por una peligrosidad muy alta, ya de menor categoría, y algunos de la zona septentrional, de peligrosidad alta, aún menor.

El caso de la Costa del Sol Occidental es especialmente destacado, pues se trata de una región que ha experimentado un gran crecimiento urbanístico ligado al sector turístico, lo que ha dado lugar igualmente al establecimiento de viviendas en zonas forestales, encontrándose en peligro tanto dichas viviendas como la propia zona forestal, pues, como se ha visto, esta zona es un área de frecuencia recurrente de incendios forestales (Martínez y Ruiz, 2014; Romero y Murillo, 2019). Además, la actividad turística en esta región es principalmente de sol y playa, lo que implica que la población aumenta enormemente durante el periodo estival, el de mayor peligrosidad meteorológica de incendios forestales (Martínez y Ruiz, 2014).

Las vías de comunicación, generalmente, suelen estar también entre zonas de peligrosidad muy alta o alta, pasando de la primera a la segunda situación cuanto más al norte se encuentren, ya en esta zona incluso entre zonas de peligrosidad moderada, en algunos casos.

Por su parte, las zonas de peligrosidad moderada se hallan mayormente en la mitad septentrional de la provincia, alrededor de las zonas de peligrosidad alta. Y en cuanto a las zonas de peligrosidad baja, éstas se encuentran muy fragmentadas y con pequeñas superficies en la zona de la provincia situada al norte de Antequera, aunque entremezcladas con las de las dos categorías superiores. Hacia el sur, se encuentra esta clase de peligrosidad únicamente en zonas alejadas de vías de comunicación y de núcleos de población. En muchos casos son áreas montañosas de elevada altitud en las que la presencia humana es muy escasa, como en la zona septentrional de la Serranía de Ronda, gran parte de la S^a de las Nieves, y las Sierras de Tejeda y Almijara.

Por tanto, este criterio de peligrosidad de incendios forestales está relacionado directamente con las que han sido denominadas anteriormente, en el apartado de “Estado de la cuestión” como “causas humanas”, es decir, los incendios causados intencionadamente, por accidentes y por negligencias, especialmente con este último tipo de causas, como afirman Romero y Martínez (2019).

6.3.2.- Medidas de Prevención y Extinción

Los incendios forestales, por tanto, son un problema grave a muchas escalas espaciales, tanto en el Mediterráneo, como en España, en Andalucía y en la provincia de Málaga. Por ello, se hace necesario tomar decisiones para disminuir dicha gravedad, pero sobre esta temática existe un debate entre dos modelos de gestión: el de la prevención antes de los incendios forestales, y el de la extinción, una vez comenzados.

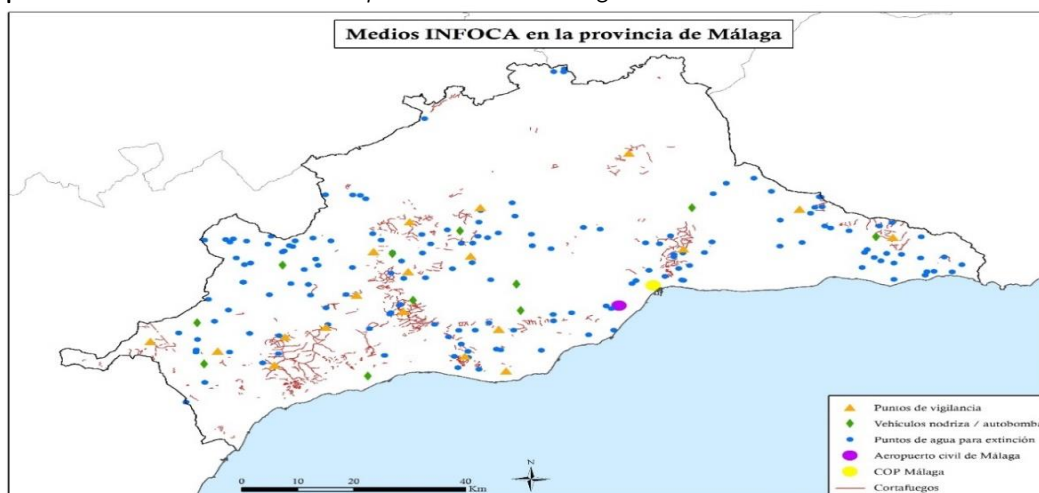
En primer lugar, se evaluará la distribución de los medios del Plan INFOCA con los que se cuenta en la provincia malagueña. Éstos se muestran en el mapa 20.

En este mapa destaca, sin lugar a dudas, el modelo predominante en la provincia: el de extinción, pues la cantidad de puntos de agua para este fin, junto con los vehículos, es mucho mayor que el del resto de medios, es decir, los puntos de vigilancia y cortafuegos, relacionados con la prevención.

Empezando con los medios de prevención, respecto a los puntos de vigilancia, se identifican claramente carencias en algunas zonas: S^a de Mijas, en la que son inexistentes; así como los Montes de Málaga, las sierras surorientales de la Axarquía y la cordillera antequerana, en la que los existentes son insuficientes debido a la superficie que suponen

estas zonas forestales. Incluso otras zonas occidentales de la provincia también parecen tener insuficiente vigilancia, como, por ejemplo, S^a Bermeja, debido a la alta recurrencia y virulencia de los incendios forestales que allí suceden. Por su parte, en relación a la red de cortafuegos, destaca la cobertura solo parcial de las superficies forestales por parte de estos elementos humanos de prevención, destacando su elevada densidad en S^a Bermeja, la parte oriental de Serranía de Ronda y S^a de las Nieves, y la parte occidental de los Montes de Málaga, pareciendo insuficientes especialmente en estas últimas dos zonas. En otras áreas la situación es peor, pues en las sierras occidentales de Líbar y Blanquilla éstos son inexistentes, y se aprecia una insuficiencia clara en las sierras meridionales Blanca, de Alpujata y de Mijas, así como en las surorientales (en las que sólo existen en la parte central, en S^a Tejeda).

Mapa 20. Medios INFOCA de la provincia de Málaga



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM

Respecto a los medios de extinción, se aprecia una inexistencia tanto de puntos de agua como de vehículos de extinción en la cordillera antequerana. Sin embargo, los puntos de agua son los medios más frecuentes en la provincia, con diferencia. El único lugar en que se aprecia una carencia (además de en la cordillera anterior) es en S^a Bermeja, pues especialmente si ocurre un incendio en su zona suroriental, los puntos existentes pueden estar a demasiada distancia. En vehículos de extinción, las carencias apreciables son mayores, como en S^a Bermeja de nuevo, las sierras meridionales, los Montes de Málaga y las sierras surorientales.

Pueden visualizarse también: el aeropuerto civil de Málaga, utilizado como base permanente de algunos vehículos de extinción; y el Centro Operativo Provincial, desde el que se gestionan las acciones de extinción de incendios forestales, tanto relativas a su detección mediante organización de vigilancia y recepción de avisos, como a su confrontación a través de movilización de efectivos (Junta de Andalucía, 2003).

En definitiva, se observa cierta carencia de medios, especialmente en relación a la prevención, pues los de extinción están mucho más desarrollados.

Otra cuestión es la de los espacios protegidos por la administración pública a diferentes escalas: los EENNPP a escala estatal y autonómica, los espacios de la Red Natura 2000 a escala de la Unión Europea, y los montes públicos generalmente a escala local o autonómica. ¿Estos espacios están realmente protegidos también contra los

incendios forestales? Para analizar este asunto, se muestra en el anexo el mapa 21, en el que destacan, como superficies incendiadas “protegidas”, al suroeste, las ZEC de El valle del Río del Genal, las Sierras Bermeja y Real y Los Reales de Sierra Bermeja (también Paraje Natural y ZEPA); y al Sur, la esquina suroriental de la zona de protección del Parque Nacional S^a de las Nieves (coincidiendo además con montes públicos) y los montes públicos de la S^a de Mijas. También se han quemado superficies (aunque de pequeño tamaño) del Parque Natural y ZEPA Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama, al sureste provincial. En el anexo se presenta la tabla 3 para profundizar en esta temática.

La superficie afectada por los incendios forestales en el periodo 2010-2022, cuya gestión no está en manos de la administración pública, es solo de un 24%, mientras que el 76% restante sí que lo está, o debería estarlo, pues el 49% corresponde a montes públicos, y el 27% a EENPP y Red Natura 2000. Estos datos refuerzan la idea comentada en el “Ámbito de Estudio” sobre la dicotomía gestión-no gestión de estos espacios, pues no llevarla a cabo se ha considerado una medida clásica para preservar la naturaleza, tanto en relación a la vegetación como a la fauna. Sin embargo, esta idea en realidad puede tener como resultado situaciones totalmente diferentes a las que en un principio se deseaban, pues la ausencia de gestión acaba siendo dejadez, con el aumento de la densidad vegetal que ello conlleva, de la estratificación vertical y es posible que también de especies altamente inflamables y, por tanto, de la peligrosidad de incendios forestales. Esto, unido a la influencia del cambio climático que aumenta la peligrosidad meteorológica, y a la problemática con la población rural en estos espacios (especialmente del sector agrario) debido a la aparentemente nula rentabilidad de estos espacios protegidos, hace necesario el desarrollo de una “planificación multifuncional”, que tendría como objetivo la conservación del medio natural, por una parte, y el aprovechamiento económico del monte por parte de la población rural, por otra, haciendo todo esto además a partir de un análisis profundo de la masa forestal y su evolución, y de una manera flexible que permita adaptaciones, tal y como explica Piqué (2015). Se hace necesaria la prevención de incendios forestales en la gestión de estos espacios, pues ésta es muy escasa a nivel estatal, y no funciona correctamente cuando existe, como afirma Mazón (2016); pudiendo hacer uso de las útiles herramientas tecnológicas de las que se dispone, como los modelos de combustible y clima, la teledetección o la simulación de evolución de los incendios (San Miguel, 2003). Así, se disminuiría la peligrosidad de incendios forestales en estos espacios causados tanto por su abandono como por su quema intencionada.

Es obvio que el ser humano tiene gran influencia sobre los incendios forestales, tanto en su ocurrencia como en su propagación, y que al igual que se conoce que los medios de extinción se han desarrollado tanto a lo largo de las últimas décadas que ya es prácticamente imposible mejorar la situación mediante su uso (Ruiz Mirazo et al., 2007), se sabe también que las medidas de prevención no están, ni mucho menos, todo lo desarrolladas que deberían estar. Es decir, por supuesto, las medidas de extinción son necesarias, pero más que seguir impulsándolas e invirtiendo cada vez más en ellas, deberían desarrollarse las de prevención, pues las de extinción son insuficientes para enfrentarnos al cambio climático y la despoblación del medio rural, y se conoce que las inversiones en extinción son mucho mayores que las de prevención, lo cual es un error político (Fondo Mundial Para la Naturaleza (en adelante, WWF), s.f.a y WWF, s.f.b). Este es un enfoque fundamental para reducir la gravedad de la problemática que suponen los incendios forestales, y las administraciones públicas deberían poner más voluntad y

recursos. A continuación, se aportan ejemplos de medidas de prevención propuestas por diferentes autores.

La realización de cortafuegos sirve para crear discontinuidades en las masas forestales que frenen la propagación de los incendios si éstos tienen lugar. A veces, se habla de cortafuegos en relación, realmente, a otra medida de prevención: la introducción de la ganadería, pues el ganado puede tener un papel muy importante en la prevención de incendios forestales, al consumir ésta vegetación y reducir, por tanto, la cantidad de combustible vegetal propenso a incendiarse. Sin embargo, la despoblación rural conlleva la disminución de esta actividad. Por ello, en Andalucía, la Junta invirtió dinero en la investigación de esta medida de prevención, y como resultado se creó, en el año 2005, “Pastores por el monte mediterráneo”, un grupo de trabajo integrado por diversos profesionales, para llevar a cabo esta tarea. Posteriormente, se puso en marcha la Red de Áreas Pasto-Cortafuegos de Andalucía (RAPCA), tratándose ésta de un conjunto de cortafuegos creados mediante pastoreo controlado, el cual es más o menos intensivo en función de las necesidades. La provincia de Málaga es una de las que se han visto beneficiadas por este proyecto, existiendo ganaderos interesados en participar movidos por su deseo de contribuir a la prevención de los incendios forestales, e incentivados por el beneficio económico que se les abona. Sin embargo, esto no puede realizarse en todas las zonas forestales, pues se requiere de una serie de infraestructuras (apriscos y puntos de agua para el ganado) y podría tener resultados negativos en caso de que los ganaderos no sean de confianza o tengan conflictos entre ellos, o la zona sea un área en proceso de regeneración o que contenga especies protegidas; estando todo esto unido con la situación en decadencia de dicha actividad y las pocas esperanzas de reemplazo generacional que pretenda seguir con el oficio (Ruiz et al., 2007). Esta medida de prevención es positiva, además de por sus obvios beneficios en cuanto a la reducción de combustible vegetal, por la implicación de la población rural, pudiendo mejorar la situación económica en este medio ofreciendo puestos de empleo y pudiendo repercutir de forma positiva en el regreso de la población rural. La necesidad de implicar a trabajadores del sector agrario se demuestra también por el gran número de incendios intencionados causados por los mismos, como ya se comentó en el “Estado de la cuestión”.

Otra medida relacionada con la prevención son los “paisajes cortafuegos”, es decir, paisajes en mosaico que combinen masas forestales gestionadas adecuadamente con zonas de ganadería extensiva y de cultivo (WWF, 2021), siendo otra medida que contribuiría a la lucha contra la despoblación del medio rural. Sin embargo, para que todo esto pueda llevarse a cabo, es necesario el pago de salarios justos a los agricultores y ganaderos (WWF, 2022). En otros lugares como Portugal, se ha llevado otra estrategia relacionada con los animales: la “resilvestración”, consistente en la introducción de ganado salvaje en libertad en los montes, como una alternativa más económica, natural y sostenible que contribuye a la prevención de incendios forestales y al aumento de la biodiversidad (Rewilding Europe, 2020).

Otra medida que conllevaría un aprovechamiento económico del monte podría ser, como afirman Pérez et al. (2014), citado por Madrigal et al. (2016), la extracción de biomasa de los matorrales, que también contribuiría a la reducción del combustible, aunque según Madrigal et al. (2016), puede que no se llevara a cabo esta medida debido al uso actual del arbolado para tal fin. Sin embargo, en función de las investigaciones del proyecto europeo “Enerbioscrub”, comenzado en el año 2014, de los matorrales se

pueden obtener grandes cantidades de biomasa de media-alta calidad energética que podrían ser rentables a medio o incluso a corto plazo (Barrero, 2017).

Otra medida de prevención, en el marco de la silvicultura preventiva, es decir, del tratamiento de masas forestales mediante su ordenamiento, modificación o eliminación para evitar o disminuir la gravedad de los incendios forestales a través de la actuación sobre el combustible (Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile, s.f.), consiste en no permitir la aparición de especies pirófitas (especies resistentes al fuego, tal y como definen la Real Academia Española y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología F.S.P., s.f., definición 1) a través de la presencia de un estrato arbóreo debajo del cual haya sombra, que evita el crecimiento de dichas especies; así como la eliminación de matorral (especialmente el de carácter pirófito) y restos vegetales, en ocasiones de forma selectiva (y teniendo gran peligrosidad, especialmente, el monte bajo), el despoje de ramas secas o semisecas del estrato arbóreo, la disminución de la densidad de las masas forestales y el impulso de masas forestales heterogéneas, con especies vegetales diversas (Alejano y Martínez, 2003). Algunas de estas tareas se realizan a veces mediante quemas prescritas, eliminando combustible vegetal inflamable y obteniendo información sobre el posible comportamiento que tendría lugar en una masa forestal concreta un supuesto incendio forestal (Julio y Giroz, 1975).

Relacionadas con las medidas anteriores, en su mayoría ligadas a la intención de disminuir la densidad y continuidad de la vegetación forestal, se encuentran las posibles medidas a tomar en relación con la inflamabilidad de la vegetación pues, aunque como hemos visto, no sea el único factor relevante, ni mucho menos, que incide en la peligrosidad de los incendios forestales, sí que se ha comprobado que ejerce una cierta influencia. Por ello, algunas de las medidas anteriores, como la eliminación de especies vegetales o la creación de discontinuidades en el paisaje, serían especialmente útiles si se hicieran con las especies de mayor inflamabilidad, con el objetivo de disminuir la superficie que éstas ocupan y reducir la peligrosidad. Igualmente debería tenerse en cuenta este criterio para realizar repoblaciones forestales, pues una medida cuya intención, en principio, es buena y debería ser beneficiosa, puede acabar siendo muy perjudicial en caso de introducir especies vegetales altamente inflamables, como ocurre frecuentemente en España con especies de eucaliptos y pinos, siendo algunos ejemplos la repoblación con los primeros en la provincia onubense (Márquez, 1985) o con los segundos en los Montes de Málaga (Garrido et al., 2013). Así, si se impulsa la investigación de la inflamabilidad de las especies vegetales para aplicarla en la gestión por parte de la administración pública, podrían realizarse actuaciones de prevención de incendios forestales en relación a las especies que más propician y pueden propagar los mismos en caso de ocurrencia, y las que son beneficiosas en este sentido y recomendables que estén presentes en el territorio debido a su baja inflamabilidad, como ha realizado Anaheim Fire & Rescue (2018), mediante la creación de listas de especies vegetales recomendadas y no recomendadas en función de su inflamabilidad, denominando la técnica como “paisajismo contra incendios”. En este caso, se menciona también la importancia de tener en cuenta no sólo la inflamabilidad de las especies, sino también su ubicación y su mantenimiento.

Otras medidas propuestas por otros autores se relacionan directamente con el comportamiento del ser humano. Un ejemplo es la limitación del tránsito de personas y vehículos en zonas forestales y semiforestales cuando acontece una ola de calor o de vientos fuertes durante la época estival y, por tanto, aumenta considerablemente la

peligrosidad de los incendios forestales. Otro ejemplo es la limitación de la construcción en la interfaz urbano-forestal, pues ésta aumenta la vulnerabilidad de las viviendas de la población allí situada y la peligrosidad de incendios forestales; ello podría hacerse a través de recalificaciones territoriales de suelo urbanizable a no urbanizable, o “pirotasas” como coste económico por construir en dichas zonas. Por supuesto, reducir emisiones de CO₂ disminuyendo el consumo de combustibles fósiles también ayudaría, pues se frenaría el avance del cambio climático, con los beneficios meteorológicos que ello conllevaría en materia de peligrosidad de incendios forestales (Pausas, 2021).

Por último, la WWF (WWF, 2015) propone invertir fondos FEADER (Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural) en Programas de Desarrollo Rural orientados a prevenir incendios forestales, pues las comunidades autónomas han solido usar dichos presupuestos únicamente para medidas de extinción y la creación de cortafuegos; proponiendo como líneas de actuación la creación de programas de intervención social y de educación ambiental y la mejora de la formación. Estas medidas podrían ser muy útiles para reducir el número de incendios forestales de origen humano, concienciando a la población, así como para mejorar las medidas existentes, o crear otras nuevas, en relación a la gestión de esta problemática mediante el incremento del conocimiento sobre la misma.

7. Discusión

Presentada la labor de investigación de este trabajo, es de gran importancia sacar a relucir los puntos fuertes y débiles que tiene el mismo, asociando estos últimos a dificultades metodológicas; así como los que tienen los estudios consultados.

En primer lugar, respecto al estudio de la evolución de los incendios forestales en Andalucía y Málaga presentado en el capítulo de “Estado de la cuestión”, se detecta una carencia de investigaciones en esta materia, especialmente acerca de las últimas décadas y a escala provincial. Es decir, datos numéricos se han encontrado por igual a ambas escalas, gracias a la información alojada en la REDIAM, pero no con respecto a los acontecimientos sucedidos en el territorio que explican dichas cifras, lo que sí se ha encontrado para el caso andaluz acerca de épocas anteriores. Por ello, se han tenido que utilizar los informes emitidos por el Ministerio de Medio Ambiente (y sus denominaciones posteriores) en los que se revisaba, por decenios, la evolución de los incendios forestales a escala estatal, mucho menor que la de las áreas objeto de estudio. En relación también con este problema metodológico, se han encontrado las motivaciones concretas de los incendios forestales con causas humanas para la escala Mediterránea, de nuevo, a una escala más pequeña, no disponiendo de dicha información ni para la escala autonómica ni para la provincial, la cual habría sido, sin duda, beneficiosa para poder comprender las razones de este tipo de incendios y encaminar posibles soluciones. Sin embargo, deben mencionarse también estudios relativos a zonas concretas de la provincia, como los utilizados en el presente trabajo sobre la Costa del Sol Occidental de Martínez y Ruiz (2014) y Romero y Martínez (2019), debido a la gravedad de esta problemática en esta zona. Otra dificultad al abordar la evolución de los incendios forestales ha sido la de identificar tendencias, pues en la mayoría de los casos no se encuentra una única en toda la serie temporal analizada, sino que se ha tenido que observar detenidamente la evolución de cada variable de cada gráfico para saber en qué periodos concretos podían existir tendencias, e identificando como periodos estables aquellos en los que éstas no

se identificaban. Sin embargo, pese a estas dificultades, se ha logrado una buena revisión de la evolución que ha tenido lugar en el número, la superficie y las causas de los incendios forestales.

Evaluando el capítulo de “Resultados”, es necesario, para poder utilizar dicha información en el empleo de medidas contra los incendios forestales, abordar los diferentes factores de peligrosidad a mayor escala, pues se han tratado en este trabajo a escala provincial, pero para efectuar una gestión de zonas forestales concretas, deben realizarse estudios similares a escalas mayores para dichas zonas, para tener en cuenta matices de dichos territorios que pueden ser identificados solo así; por ejemplo, en relación a formas concretas de relieve, diferencias microclimáticas, o usos del suelo y vegetación (en cuanto a especies y características de la misma) de zonas pequeñas.

Centrándonos en el factor de peligrosidad cuyo análisis ha sido más exhaustivo, se han encontrado dificultades en relación a la inflamabilidad de la vegetación, pues éste es un apartado que no ha resultado directamente de un geodato específico extraído de la REDIAM, como sí se ha podido hacer con el resto de factores de peligrosidad; se ha tenido que realizar mucho trabajo para obtener el resultado cartográfico y la información presentada en gráficos. Para comenzar, los estudios existentes sobre inflamabilidad de especies vegetales concretas son escasos, tratando cada uno de ellos una cantidad en ocasiones muy limitada de especies, y además analizando dicha característica de la vegetación a través de metodologías diferentes (tanto en lo relativo a instrumentos como en el manejo de los mismos), con lo cual en ocasiones se han encontrado valoraciones muy diferentes de la misma especie vegetal, en lo cual probablemente habrá tenido cierta incidencia también la localización de las especies y la fecha en que fueron analizadas. Sin embargo, el estudio de esta variable habría sido imposible utilizando solo estudios con la misma metodología de análisis; para solventar las diferencias de resultados se han realizado promedios con una previa normalización de los datos. Además, algunas especies vegetales no han sido valoradas en ninguna clasificación, por lo que se ha utilizado la valoración de especies similares del mismo género, entendiéndose que tienen inflamabilidad también similar. En otros casos, se han clasificado directamente según la bibliografía consultada en la que no se les daba un valor numérico o en función del estrato vegetal al que corresponden. La exhaustiva clasificación de inflamabilidad realizada en este estudio debería ser considerada, a pesar de sus aspectos negativos, pues es una temática sobre la que la información es muy limitada, habiendo abarcado además la provincia de Málaga al completo, algo totalmente novedoso.

Posteriormente, para clasificar las coberturas vegetales (una vez clasificadas todas las especies que éstas contienen), no se ha podido conocer el porcentaje que ocupa superficialmente cada especie de dichas coberturas, pues no aparece esta información en el geodato, lo que habría sido lo ideal para aportar resultados más fieles a la realidad, por lo que se han tenido que considerar de igual forma todas las especies. Y una vez realizado todo el proceso para la obtención de la cartografía y los gráficos presentados, los resultados no han sido los esperados respecto a los contrastes entre superficie ocupada por las diferentes clases de inflamabilidad en la superficie incendiada entre 2010-2022 y la no incendiada, algo que en principio pudo parecer haber frustrado este apartado de investigación, pero que finalmente se justificó a raíz de que fueran lógicos los resultados de esta diferenciación a nivel de especies. Finalmente, sobre esta temática de la inflamabilidad de la vegetación, es importante destacar que se trata de un factor

más, relevante, pero que debe combinarse con otros factores a la hora de aplicarse a la gestión de un territorio. Este análisis de la vegetación debe hacerse a gran escala, como se ha explicado anteriormente, mediante la realización de trabajo de campo o utilizando técnicas como la teledetección, para conocer características de la vegetación de una zona concreta, como las especies exactas que se encuentran presentes en la misma, la densidad de la masa forestal, la diferenciación de estratos vegetales..., en combinación con características del territorio que influyan en dicha vegetación, para poder realizar así un estudio completo.

Continuando con la peligrosidad de incendios forestales según las características de la vegetación, específicamente sobre la continuidad del combustible asociado a un comportamiento extremo/GIF, se detecta un aspecto incompleto del geodato utilizado de la REDIAM: la falta de distinción en el estrato de matorral, pues en todas las clases está o puede estar incluida una superficie continua de matorral denso, la cual probablemente puede dar lugar a GIFs pero, si se ha realizado una distinción en el estrato arbóreo para diferenciar las clases en función de éste, también se podría haber llevado a cabo con el matorral, pues la propagación del fuego en una superficie de matorral no será la misma tampoco en todos los casos.

Para finalizar respecto a los factores de peligrosidad de incendios forestales, resalta la necesidad de actualizar los geodatos de esta temática, pues aunque el clima y el relieve sean más constantes temporalmente (a pesar de que el clima esté cambiando), la vegetación es más variable debido a diferentes razones como la acción del ser humano, que conlleva deforestaciones, forestaciones o reforestaciones y, por supuesto incendios forestales, los cuales también influyen sobre la vegetación sin necesidad de una implicación humana. Los geodatos utilizados para la realización de cartografía de peligrosidad según la meteorología, el relieve y la combustibilidad de la vegetación corresponden al año 2016. A su vez, la meteorología, junto con el cambio climático, modifica la vegetación, dando lugar a cambios intraanuales e interanuales. Por ello, se debería realizar una revisión de los geodatos, al menos, anualmente, en función, sobre todo, de las acciones que el ser humano haya realizado con respecto a la vegetación y los incendios forestales acontecidos durante el año, pues estas variaciones repercuten en la peligrosidad real del momento de análisis, lo que puede conllevar la necesidad de modificaciones de las medidas de prevención. Además, especialmente los datos sobre vegetación, pueden ser utilizados en simulaciones de incendios (que se llevan a cabo para tomar medidas de gestión cuando ocurren incendios forestales, a través del conocimiento de la propagación que dicho incendio probablemente tendrá en función de diversas variables), pues además de Modelos Digitales del Terreno y datos meteorológicos del momento del incendio, se utilizan también coberturas vegetales y modelos de combustibilidad de las mismas (Plan INFOCA, 2003 y De Sarriá et al., 2007). Lo mismo ocurre con los medios del Plan INFOCA y los espacios protegidos, aunque estos últimos sí que se tiene constancia de que se actualizan constantemente.

Otra cuestión es que los datos a partir de los cuales han sido elaborados estos geodatos de la REDIAM deberían estar disponibles, o al menos una explicación de qué datos concretos se han utilizado.

Por último, respecto a las medidas de prevención propuestas, es necesario matizar algunas cuestiones, o reflexionar sobre los posibles problemas que podrían generar otras. Por ejemplo, respecto a la vegetación, puede ser la más original de las medidas la resilvestración, que puede reducir el combustible vegetal debido a la

alimentación de los animales herbívoros que se introducirían, pero se deben considerar ciertos riesgos de esta medida, como los efectos negativos de la introducción de especies faunísticas, no presentes previamente, sobre el equilibrio de los ecosistemas, pues podrían repercutir sobre otras especies animales o sobre la propia vegetación si el consumo de estas especies es excesivo; ello puede acarrear otros problemas como peligrosidad de erosión o inundaciones por desprotección del suelo. Incluso podría disminuir la diversidad florística o afectar a las poblaciones vegetales de especies amenazadas. También, por otro lado, las propias especies faunísticas introducidas podrían sufrir consecuencias negativas, pues algunas zonas en que quizás esta medida pudiera ser beneficiosa se encuentran muy cercanas a vías de comunicación o incluso núcleos de población, pudiendo ocurrir accidentes. Todo esto señala la dificultad del control de la fauna, al no tratarse de un elemento estático como es la vegetación. Otra medida de prevención con la que habría que tener especial cuidado son las quemas prescritas, pues, aunque se haya estudiado cuáles son las mejores maneras para realizarlas sin peligro, podría ser muy fácil que una medida con intención positiva acabara produciendo un incendio forestal por negligencia, por accidente, o por supuestas negligencias o supuestos accidentes, si se tiene algún interés por que ocurra.

Por otra parte, otras medidas relacionadas con el comportamiento humano podrían tener eficacia dudosa, como es el caso de la limitación del tránsito en épocas de mayor peligrosidad de incendios forestales o la aplicación de “pirotasas”. En el primer caso, debido al gran control a través de vigilancia que sería necesario para el buen funcionamiento de esta medida y que, aun así, podría no resultar, pues el tránsito de las personas sería más difícil de controlar por completo que el de los vehículos. Además, gran parte del monte malagueño corresponde a propietarios, es decir, está en manos privadas, por lo que esta medida es imposible de aplicar en gran parte de las zonas forestales. En cuanto a la aplicación de “pirotasas”, esta medida podría no ser para nada eficaz, pues la población, normalmente extranjera, cuyas viviendas se localizan en zonas forestales, posee un alto nivel adquisitivo, por lo que podría no tener mucha repercusión esta medida, al poder estas personas sufragar perfectamente estos gastos, dándole una importancia mucho mayor a su “nivel de vida” (sin tener en cuenta, por supuesto, la vulnerabilidad frente a los incendios forestales a la que están sometidas).

Otra de las medidas de prevención, el aprovechamiento del matorral para obtener biomasa, es posible de realizar y no tiene por qué tener baja rentabilidad, pudiendo aprovechar los matorrales para un uso más y reduciendo a su vez la peligrosidad de incendios forestales. Sin embargo, para incentivar este tipo de aprovechamiento, por los obstáculos de la posible rentabilidad no tan alta para este uso como la del arbolado, o la falta de costumbre por parte de la población, se podría utilizar esta medida para crear empleo rural y, en caso de que los beneficios no resultaran suficientes, la administración pública podría ofrecer incentivos económicos, pues no se trata únicamente de ayudar a la población, sino de reducir un peligro, y por lo tanto esta población no sería simplemente beneficiaria de un puesto de empleo, sino que realizaría una labor ambiental y socialmente beneficiosa que se ha de premiar.

Se considera que la batería de medidas de prevención recopilada y propuesta puede ser útil para su aplicación en el territorio, con análisis previo de su adecuación.

Para finalizar este capítulo, es importante afirmar que tanto los factores de peligrosidad como las medidas de prevención de incendios forestales también deben ser considerados en su conjunto para aplicarlos a la gestión real por parte de la

administración pública. Es el caso, por ejemplo, de la inflamabilidad vegetal, a la que se le ha dado gran importancia en este trabajo: es un factor con el cual se pueden tomar medidas preventivas beneficiosas, pero que requieren valorar otras cuestiones como la densidad de vegetación o características del territorio como el relieve o el clima. Es decir, para realizar una gestión adecuada, en todo momento deben considerarse todos los elementos incidentes en los incendios forestales, para tener en cuenta su interacción y atender a las particularidades de las diferentes zonas del territorio.

8. Conclusiones

Los incendios forestales, como temática, son muy complicados de tratar. Factores muy diversos inciden en su peligrosidad, tanto de origen natural como de origen antrópico o de la combinación de ambos, en función de los cuales su ocurrencia se debe, individualmente, a una razón o a otra, o a una combinación de ellas; su dinámica de propagación también será diferente según los factores incidentes, dando lugar a una mayor o menor superficie incendiada; y pueden afectar a diversos usos del suelo, a diferentes tipos de vegetación, a la población humana...

La importancia de este riesgo concreto está más que contrastada a lo largo de los siglos, constituyendo una problemática relevante en Europa, en los países mediterráneos, en España, en Andalucía y, por supuesto, en la provincia de Málaga; ésta es un territorio caracterizado por una elevada superficie forestal, especialmente de matorral, la existencia de zonas de muy elevada pendiente, el carácter de solana de gran parte de las laderas, una parte de los suelos de baja retención hídrica, un alto porcentaje de la superficie supuestamente protegida pero que en realidad carece de protección frente a los incendios forestales, y una concentración de la población en el litoral en expansión hacia las zonas boscosas. Todos estos rasgos, unidos al clima malagueño en que las temperaturas son muy altas y el déficit hídrico unido al cambio climático están presentes, hacen de este territorio un lugar de alta peligrosidad de incendios forestales. Y si a todo lo mencionado le añadimos las elevadas densidades de vegetación forestal en algunas zonas y las grandes extensiones superficiales ocupadas por vegetación de alta inflamabilidad, la gravedad del problema incrementa aún más.

El ser humano tiene una responsabilidad demasiado importante en esta problemática, pues a lo largo del periodo cuyas causas de incendios forestales se han analizado, 1990-2020, tres cuartas partes de los mismos han sido causados por el ser humano, ya sea de forma accidental, negligente o intencionada. Sin embargo, el descenso de esta última causa y la estabilización de las dos primeras tras el ascenso que experimentaron hasta 2006 y 2007 respectivamente, aportan perspectivas halagüeñas en este sentido; al contrario que en el caso de las causas naturales, que van en aumento, lo cual está relacionado con el cambio climático.

Tanto el cambio climático como el acuciante problema de la despoblación rural en la provincia son factores con incidencia muy relevante en la gravedad del problema, pues la situación de ambos empeora cada vez más. Pero el factor que realmente tiene mayor repercusión, que coincide con la mayor responsabilidad del ser humano en este asunto, es la falta de gestión, concretamente en cuanto a la prevención.

Las medidas de extinción se han desarrollado enormemente a lo largo de las décadas, resultando como fruto el mayor número de conatos en comparación con los incendios mayores de 1 ha, así como la reducción de la superficie incendiada,

especialmente desde 1996. Sin embargo, a partir de dicho año se han estabilizado ambos parámetros, lo que muestra la incapacidad de las medidas de extinción para seguir mitigando esta problemática. Además, gran parte de la superficie incendiada corresponde a GIFs, relacionándose éstos en los últimos años con los incendios “de 6ª generación”, incendios de tanta virulencia, rapidez de propagación y superficie afectada que son imposibles de erradicar con dichos medios de extinción.

Por tanto, la necesidad de mejora de los medios de prevención es realmente imperiosa, algo reflejado en las elevadas densidades de vegetación, la gran cantidad de especies altamente inflamables junto con la escasa superficie poco inflamable del territorio, la insuficiencia de medios (especialmente de prevención) del Plan INFOCA y la desprotección real de los montes públicos y espacios que están supuestamente protegidos por figuras europeas, estatales, autonómicas o locales, por los que se han extendido tres cuartas partes de la superficie afectada por los incendios del periodo 2010-2022 analizado. Y a todo esto se añade la proliferación de viviendas en zonas forestales, especialmente en las proximidades de la Costa del Sol Occidental, lo cual no debería permitirse, y la confusa legislación existente en materia de incendios forestales, la cual debería aclararse.

Por ello se proponen numerosas medidas de prevención, muchas de ellas relacionadas con la ocupación de la población rural: el pastoreo, capaz de formar cortafuegos naturales; los cultivos que, con la actividad anterior, pueden generar paisajes de mosaico; o las actividades silvícolas, que limpian el monte, disminuyen la densidad vegetal y eliminan o reducen especies especialmente peligrosas..., a la vez que aportan un beneficio económico mediante el aprovechamiento de las masas forestales. Otras están relacionadas con la influencia directa en el comportamiento humano, como son la limitación del tránsito de personas y vehículos en épocas de peligrosidad extrema, las recalificaciones de suelo y las “pirotasas” respecto a las viviendas localizadas en zonas forestales, e incluso programas de concienciación ambiental.

Todas estas medidas, unidas a varias propuestas más, junto con el aumento de la inversión en prevención de, por ejemplo, los fondos FEADER, la puesta en marcha de iniciativas contra el despoblamiento rural que tanto influye en esta problemática, y la mejora de las acciones destinadas a mitigar el cambio climático, pueden tener repercusiones muy beneficiosas en la situación respecto a los incendios forestales que sufre la provincia de Málaga. Pero para ello son necesarias dos condiciones: la concienciación de la sociedad, a través del conocimiento de la riqueza, tanto natural, como económica o social, que aportan los montes a nuestro territorio, que nos permita valorarlos adecuadamente y buscar su preservación; y el compromiso por parte de las administraciones públicas, que deberían colaborar con los investigadores y las investigadoras para tomar adecuadamente decisiones, realizando inversiones correctamente respecto a esta temática y entendiendo que el gasto en prevención no “cae en saco roto”; esto sí sucede con acciones apresuradas, que pueden conllevar otras repercusiones negativas, tras la ocurrencia de los incendios forestales, cada vez con mayor virulencia, después de haber desatendido los montes, gastando elevados presupuestos indebidamente, lo cual no sería necesario con una buena prevención, más rentable no solo ambientalmente, sino también en el plano económico.

Para concluir, los bosques son ecosistemas de muy elevado valor, que nosotros y nosotras, la población humana, debemos considerar. No debemos pensar que “el monte se gestiona solo”, pues, aunque éste tenga capacidad de resiliencia, realmente necesita

la implicación del ser humano para sobrevivir a fenómenos tan nocivos como el que se evalúa en el presente estudio. Por ello, se necesitan medidas de prevención, tanto en Málaga como en cualquier zona forestal del planeta vulnerable a incendios forestales.

9. Bibliografía

- Agencia Europea de Medio Ambiente. (18 de noviembre de 2021). *Forest fires in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/ims/forest-fires-in-europe>
- Alejano, R., y Martínez, E. (2003). La silvicultura mediterránea en Andalucía. *Respuestas técnicas ante los objetivos actuales*. *Ecosistemas*, 12(3). <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/232>
- Anaheim Fire & Rescue (2018). *Recommended Acceptable Fire Resistive Plant Species* [Archivo PDF]. <https://www.anaheim.net/DocumentCenter/View/26964/Fire-Resistive-Plant-Species>
- Araque Jiménez, E. (2013). Medio siglo de grandes incendios forestales en Andalucía (1961-2011). *Méditerranée. Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography*, (121), 41-52. <https://doi.org/10.4000/mediterranee.6840>
- Araque Jiménez, E., Sánchez Martínez, J.D., Moya García, E. y Pulido Mérida, R. (1999). Los incendios forestales en Andalucía y Extremadura durante el tránsito de los siglos XIX al XX. En Araque Jiménez, E., *Incendios históricos: una aproximación multidisciplinar* (pp. 163-217). Universidad Internacional de Andalucía. <https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/2302/163-217Araque.pdf?sequence=3>
- Badía Villas, A., Girona, A., Ortiz, O., Martí, C., Mora, J.L. y Zufiaurre, R. (2019). *Impacto f the prescribed burn of shrubs on plant succession and soil properties in Central Pyrennes: FUEGONEO* [Archivo PDF]. <https://blogs.helsinki.fi/viikki-soil/files/2019/10/David-Badia-Impact-of-prescribed-burning.pdf>
- Badía, D., Mora, J. L., Armas, C., Palacios, S., Montserrat, G., y Gómez, D. (2017). ¿Podemos controlar la expansión del erizón mediante quemas? *Lucas Mallada: revista de ciencias*, 19, 69-94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6421106>
- Barrero, A. (25 de septiembre de 2017). ¿Se le puede sacar provecho a los matorrales? *Energías renovables*. <https://www.energias-renovables.com/bioenergia/se-le-puede-sacar-provecho-a-20170925>
- Blackhall, M., y Raffaele, E. (2019). Flammability of Patagonian invaders and natives: When exotic plant species affect live fine fuel ignitability in wildland-urban interfaces. *Landscape and urban planning*, 189, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.04.002>
- Blanca G., Cabezudo B., Cueto M., Fernández López C. y Morales Torres C. (2009, eds.). *Flora Vascular de Andalucía Oriental*, 4 vols. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- Caballero, J.F. (3 de julio de 2017). Moguer: El tercer mayor incendio de los últimos 25 años en Andalucía. *Diario de Huelva*. <https://www.diariodehuelva.es/articulo/provincia/huelva-registra-historicamente-los-mayores-incendios-andalucia/20170703002736162584.html>
- California Invasive Plant Council (2016). *Hyparrhenia hirta Risk Assessment*. <https://www.cal-ipc.org/plants/risk/hyparrhenia-hirta-risk/>
- Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul (s.f.). *Plan INFOCA. Marco de referencia frente a incendios forestales en Andalucía*. <https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/areas-tematicas/incendios-forestales/plan-infoca-marco-referencia-frente-incendios-forestales>
- Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul. *Área de descarga de información ambiental en Andalucía*. <https://portalrediam.cica.es/descargas>

- Cooperative Research Centre for Australian Weed Management (2007). *Weed Management Guide* [Archivo PDF]. https://www.aabr.org.au/images/stories/resources/ManagementGuides/WeedGuides/wmg_coolatai_grass.pdf
- Decreto 371 de 2010. Por el que se aprueba el Plan de Emergencia por Incendios Forestales de Andalucía y se modifica el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales aprobado por el Decreto 247/2001, de 13 de noviembre. 30 de septiembre de 2010. D.O. No. 192.
- Dimitrakopoulos, A.P. y Papaioannou, K.K. (2001). Flammability assessment of mediterranean forest fuels. *Fire Technology*, 37, 143-152. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1011641601076>
- Diputación Provincial de Málaga (2021). *Estudio provincial de proyecciones climáticas: estudio sobre las variables climáticas*. http://static.malaga.es/malaga/subidas/archivos/0/0/arc_373100.pdf
- Diputación Provincial de Málaga (2021). *Riesgos y vulnerabilidades ante el cambio climático de la provincia de Málaga*. Diputación Provincial de Málaga (2021). http://static.malaga.es/malaga/subidas/archivos/7/2/arc_373127.pdf
- Elvira Martín, L.M. y Hernando Lara, C. (1989). *Inflamabilidad y energía de las especies de sotobosque*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
- Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (2022). *Adecuación Plan Forestal Andaluz Horizonte 2030*. <https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-05/Adecuaci%C3%B3n%20Plan%20Forestal%20Andaluz%202030.pdf>
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2015). *Incendios en España. Bosques listos para arder*. https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/bosques_listos_para_arder_wwf.pdf
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2021). *Informe sobre incendios forestales 2021 Paisajes Cortafuegos*. https://www.wwf.es/informate/biblioteca_wwf/?57700/Informe-sobre-incendios-forestales-2021-Paisajes-Cortafuegos
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2022). *Informe sobre incendios forestales 2022: Pastoreo contra incendios*. <https://www.wwf.es/informate/actualidad/?61221/Pastoreo-contra-incendios>
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (s.f.a). *Restaurar ecosistemas es prevenir los incendios forestales del futuro*. https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/bosques/incendios_forestales_/politicas_para_la_prevencion_de_incendios/
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (s.f.b). *Bosques: incendios forestales*. https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/bosques/incendios_forestales_/
- García Martínez, M. S. y Ros Sala, M. M. (2010). Gestión del combustible leñoso e impacto medioambiental asociados a la metalurgia protohistórica de Punta de los Gavilanes (Mazarrón, Murcia). *Trabajos de Prehistoria*, 67(2), 545-559. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3394211>
- Garrido, A., Gómez, A. y Díaz, A. (8 de agosto de 2013). Montes de Málaga. *Diario Sur*. <https://www.dariosur.es/20130808/mas-actualidad/cultura/montes-malaga-201308081053.html>
- Gavilán Espejo, C. (2012) *Las causas de los incendios forestales en España 2001-2010: Evolución territorial a través del análisis de diversos indicadores de prevención y extinción* [Proyecto Fin de Carrera, Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/10661/1/PFC_Carlos_Gavil%C3%A1n_Espejo.pdf
- Generalitat de Catalunya (s.f.). *Mapes de models d'inflamabilitat. Resum* [Archivo PDF]. <http://www.gencat.cat/mediamb/ModelsInflamabilitatWeb.pdf>
- Grupo de trabajo de estadística del Comité de Lucha contra Incendios Forestales (s.f.). *Parte de Incendio Forestal (9ª actualización). Instrucciones de relleno v 3.6*.

- https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/instrucciones_parte_incendio_tcm30-512355.pdf
- Gutiérrez Hernández, O., Senciales González, J. M., y García Fernández, L. V. (2016). Evolución de la superficie forestal en Andalucía (1956-2007). Procesos y factores. *Revista de Estudios Andaluces*, 33(1), 111-148. <http://dx.doi.org/10.12795/rea.2016.i33.0>
- Gutiérrez Hernández, O., Senciales González, J. M., y García, L. V. (2015). Los incendios forestales en Andalucía: investigación exploratoria y modelos explicativos. *FLAMMA*, 6(3), 144-148. https://www.academia.edu/26652060/Los_incendios_forestales_en_Andaluc%C3%ADa_investigaci%C3%B3n_exploratoria_y_modelos_explicativos_Wildfires_in_Andalusia_Spain_from_exploratory_research_to_explanatory_models?email_work_card=title
- Henaoui, S. E. A. (2018). Flammability and Combustibility of Cistus Plant Groups in Tlemcen Region (Algeria). *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 44(4), 383-393. https://www.researchgate.net/profile/Smail-Henaoui/publication/362303196_Flammability_and_Combustibility_of_Cistus_Plant_Groups_in_Tlemcen_Region_Algeria/links/62e245107782323cf180fa4d/Flammability-and-Combustibility-of-Cistus-Plant-Groups-in-Tlemcen-Region-Algeria.pdf
- Hernando Lara, C., Guijarro Guzmán, M., Díez Galilea, C., Madrigal Olmo, J., y San Martín, J. (2004). *Laboratorio de incendios forestales CIFOR-INIA* [Archivo PDF]. https://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/3555/Laboratorio_de_incendios_forestales.pdf?sequence=1
- Incendios.- Geólogos advierten que el fuego repercute “negativamente” en la calidad de las aguas subterráneas (4 de julio de 2012). *Europa Press*. <https://www.europapress.es/sociedad/noticia-incendios-geologos-advierten-fuego-repercute-negativamente-calidad-aguas-subterraneas-20120704150248.html>
- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. *Datos Espaciales de Referencia de Andalucía (DERA)*. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/index.htm>
- Julio, G. y Giroz, G. (1975). Notas Sobre el Comportamiento del Fuego y su Aplicación en el Control de Incendios Forestales [Universidad Austral de Chile]. <https://doi.org/10.4206/bosque.1975.v1n1-04>
- Junta de Andalucía (2003). *Plan INFOCA. Instalaciones*. https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Patrimonio_Natural_Uso_Y_Gestion/Montes/Incendios_Forestales/plan_infoca/Cap10_instalacion_es.pdf
- Junta de Andalucía (2022). *Adecuación del Plan Forestal Andaluz Horizonte 2030*. <https://www.juntadeandalucia.es/sites/default/files/2022-05/Adecuaci%C3%B3n%20Plan%20Forestal%20Andaluz%202030.pdf>
- Liodakis, S., Agiovlasis, I. P., Kakardakis, T., Tzamtzis, N., Vorisis, D., y Lois, E. (2011). Determining hazard risk indices for Mediterranean forest species based on particle flammability properties. *Fire Safety Journal*, 46(3), 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2010.11.005>
- Macquarie Valley Weeds Committee & Lachlan Valley Weeds Advisory Committee (s.f.). *Coolatai Grass*. https://www.westernweeds.org/index.php?act=weeds_detail&weed=4
- Madrigal, J., Fernández Migueláñez, I., Hernando, C., Guijarro, M., Vega-Nieva, D. J., & Tolosana, E. (2017). Does forest biomass harvesting for energy reduce fire hazard in the Mediterranean basin? A case study in the Caroig Massif (Eastern Spain). *European journal of forest research*, 136, 13-26. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1004-5>
- Mancilla Leytón, J. M., Pino Mejías, R., y Martín Vicente, A. (2013). Do goats preserve the forest? Evaluating the effects of grazing goats on combustible Mediterranean scrub. *Applied Vegetation Science*, 16(1), 63-73. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2012.01214.x>

- Márquez Fernández, D. (1985). Las repoblaciones de eucaliptos y su impacto en la última década 1973-83. *Revista de estudios andaluces*, 5, 135-142. <https://doi.org/10.12795/rea.1985.i05.07>
- Martínez Murillo, J. F. Galacho Jiménez, F. B. y Ruiz Sinoga, J.D. (2017). *Itinerarios geográficos por la provincia de Málaga: homenaje al profesor D. Emilio Ferre Bueno*. Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga. <https://elibro-net.uma.debiblio.com/es/lc/uma/titulos/60726>
- Martínez Murillo, J.F. y Ruiz Sinoga, J.D. (11-14 de noviembre de 2014). *Dinámica espacio-temporal reciente de los incendios forestales en un área turística del sur de España (Costa del Sol)*. XIV Coloquio Ibérico de Geografía, Departamento de Geografía, Universidade do Minho
- Massari, G. y Leopaldi, A. (1998). Leaf flammability in Mediterranean species. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 132(1), 29-38. <https://doi.org/10.1080/11263504.1998.10654189>
- Mazón García, N. (2016). *La incidencia de los incendios forestales en las áreas naturales protegidas españolas* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/8493/MazonGarciaNestor.pdf?sequence=1>
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2012). *Los Incendios Forestales en España Decenio 2001-2010*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/incendiosforestales2001-2010finalmod1_tcm30-132603.pdf
- Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile (s.f.). *Silvicultura preventiva*. <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/prevencion/silvicultura-preventiva/>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). *Los Incendios Forestales en España Decenio 2006-2015*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/incendios-decenio-2006-2015_tcm30-521617.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2020). *Guía de gestión integrada de plagas. Redes de servicio y zonas industriales* [Archivo PDF]. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/redesdeservicio_web_tcm30-544673.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente. (2002). *Los Incendios Forestales en España Decenio 1991-2000*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/decenio_1991_2000_tcm30-132584.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente. (s.f.). *Los Incendios Forestales en España Decenio 1996-2005*. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/decenio_1996_2005_tcm30-132558.pdf
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.). *Afloramientos permeables*. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-subterranas/afloramientos-permeables/>
- Molina, J. R., Martín, T., Rodríguez y Silva, F. y Herrera, M. Á. (2017). The ignition index based on flammability of vegetation improves planning in the wildland-urban interface: A case study in Southern Spain. *Landscape and Urban Planning*, 158, 129-138. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.11.003>
- North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox (s.f.). *Berberis thunbergii 'Crimson Pygmy'*. <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/berberis-thunbergii-crimson-pygmy/>
- North Carolina Extension Gardener Plant Toolbox (s.f.). *Crataegus crus-galli*. <https://plants.ces.ncsu.edu/plants/crataegus-crus-galli/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1976). FAO-Unesco. Mapa mundial de suelos. 1:5 000 000. Volumen I. Leyenda. <https://www.fao.org/3/as360s/as360s.pdf>

- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2023). *Synthesis report of the IPCC sixth assessment report* (ARR6). https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf
- Pausas, J.G. (18 de agosto de 2021). Incendios forestales: no todo es cambio climático. *The conversation*. <https://theconversation.com/incendios-forestales-no-todo-es-cambio-climatico-165826>
- Pausas, J.G. (2 de noviembre de 2017). ¿Por qué se quema antes una sabana que un bosque? Cinco cuestiones sobre inflamabilidad e incendios. *20 minutos*. <https://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2017/11/02/cinco-cuestiones-sobre-inflamabilidad-e-incendios/>
- Piqué Nicolau, M. (2015). Planificación forestal en espacios naturales protegidos: herramientas integradoras en un contexto de cambio. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (39), 299-312. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7346741>
- Puente Puente, J.M. (2018) *Educación ambiental e incendios forestales en España* [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Cantabria]. <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13331/PuentePuenteJoseManuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Real Academia Española y Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología F.S.P. (s.f.). Pirófito. En *Enclave de Ciencia*. Recuperado el 1 de junio de 2023, de <https://enclavedeciencia.rae.es/pir%C3%B3fito>
- Rewilding Europe. (24 de agosto de 2020). *Rewilding – the natural way to minimise wildfire risk*. <https://rewildingeurope.com/blog/rewilding-the-natural-way-to-minimise-wildfire-risk/>
- Rodrigo Comino, J. (2014). Los suelos de la provincia de Málaga. Revisión y actualización de las fuentes edafológicas según la clasificación de FAO-WRB. *Publicaciones y Divulgación Científica, Vicerrectorado de Investigación y Transferencia de la Universidad de Málaga*. https://www.researchgate.net/publication/337324393_Los_suelos_de_la_provincia_de_Malaga_Revision_y_actualizacion_de_las_fuentes_edafologicas_segun_la_clasificacion_de_FAO-WRB
- Romero Padilla, J., y Martínez Murillo, J. F. (2019). Análisis cartográfico del nivel de afectación de los incendios forestales sobre áreas urbanizadas en la Costa del Sol occidental (1991-2013). *Papeles de Geografía*, (65), 49-66. <https://doi.org/10.6018/geografia.357061>
- Rosentreter, R., Van Paepeghem, B. y DeBolt, A. (2017). *Fire Resistance of Plants Master Database & Placement of Species Within Firewise Landscape Zones For Southern Idaho* [Archivo PDF]. <https://idahofirewise.org/wp-content/uploads/2017/04/FireXResistanceXofXPlantsXMasterXDatabase.pdf>
- Ruiz Mirazo, J., Robles Cruz, A. B., Jiménez, R., Martínez, J. L., López-Quintanilla, J., y González-Rebollar, J. L. (2007). *La prevención de incendios forestales mediante pastoreo controlado: el estado del arte en Andalucía*. IV Conferencia Internacional de Incendios Forestales Wildfire 2007 (Sevilla, España). <https://digital.csic.es/handle/10261/42910>
- Salas, R.A. (5 de noviembre de 2022). Las generaciones de los incendios forestales. *Academia Malagueña de Ciencias*. <https://academiamalaguenciencias.wordpress.com/2022/11/05/las-generaciones-de-los-incendios-forestales/>
- San Miguel Ayanz, A. (2003). Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos. *Pastos, desarrollo y conservación* (pp. 409-421). Consejería de Agricultura y Pesca. http://www2.montes.upm.es/dptos/dsrn/sanmiguel/PUBLICACIONES/2001-2005/2003_Gest%20silvopast%20y%20conserv%20de%20especies%20y%20espacios%202003.pdf
- Se cumple un año del incendio forestal de Almonaster la Real (Huelva), que arrasó más de 12.000 hectáreas (26 de agosto de 2021). *Europa Press*. <https://www.europapress.es/andalucia/huelva-00354/noticia-jueves-cumple-ano->

[incendio-forestal-almonaster-real-huelva-arraso-mas-12000-hectareas-20210826180707.html](https://www.cityservices.act.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/1502815/Crataegus-laevigata-syn.-oxyacantha-Pauls-Scarlet.pdf)

Transport Canberra and City Services (s.f.). Design Standards for Urban Infrastructure. *Plant Species for Urban Landscape Projects in Canberra* [Archivo PDF]. https://www.cityservices.act.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/1502815/Crataegus-laevigata-syn.-oxyacantha-Pauls-Scarlet.pdf

Úbeda, X., Mataix Solera, J., Francos, M. y Farguell, J. (2021). Grandes incendios forestales en España y alteraciones de su régimen en las últimas décadas. *Geografia, Riscos e Proteção Civil. Homenagem ao Professor doutor Luciano Lourenço, 2*. https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Francos/publication/354543743_Grandes_incendios_forestales_en_Espana_y_alteraciones_de_su_regimen_en_las_ultimas_decadas/links/613f0220e4419c5e6ec9d3d6/Grandes-incendios-forestales-en-Espana-y-alteraciones-de-su-regimen-en-las-ultimas-decadas.pdf

Valette, J. C. (1997). Inflammabilities of Mediterranean species. *Forest fire risk and management. EUR, 16719*, 51-64. http://www.marioloureiro.net/ciencia/ignicao_vegt/9208.pdf

Yus Ramos, R., Senciales González, J.M.; Gutiérrez Hernández, O., Rodrigo Comino, J. y García Díaz, P. (2022), Riesgos geológicos (en: Yus Ramos, R. y Senciales González, J.M. (Coord.) *Riesgos y desastres naturales en la Axarquía* (Tomo 2). Ed. Gabinete de Estudios de la Naturaleza de la Axarquía, Vélez-Málaga)

10. Anexo

Tabla 1. Principales Espacios Naturales Protegidos de la provincia de Málaga

Figura de Protección	Nombre
Parque Nacional	Sierra de las Nieves
Parque Natural	Sierra de Grazalema
	Montes de Málaga
	Los Alcornocales
Paraje Natural	Sierras de Tejeda, Almijara y Alhama
	Torcal de Antequera
	Acantilados de Maro-Cerro Gordo
	Desembocadura del Guadalhorce
	Desfiladero de los Gaitanes
	Los Reales de Sierra Bermeja
Reserva Natural	Sierra Crestellina
	Laguna de Fuente de Piedra
	Laguna de la Ratosa
	Lagunas de Archidona
Parque Periurbano	Lagunas de Campillos
	Sierra de Gracia
	Pinar del Hacho
	Dehesa del Mercadillo

Fuente: elaboración propia a partir de DERA

Tabla 2. (Ver en página siguiente)

Tabla 3. Superficie incendiada entre 2010 y 2022 en función de su protección por la administración pública de la provincia de Málaga

Protección de la superficie incendiada	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Superficie incendiada EENNPP y Red Natura 2000	7969,7	27,2
Superficie incendiada montes públicos	14262,2	48,6
Superficie incendiada no protegida admin. pública	7115,3	24,2
Superficie incendiada 2010-2022 completa	29347,2	100

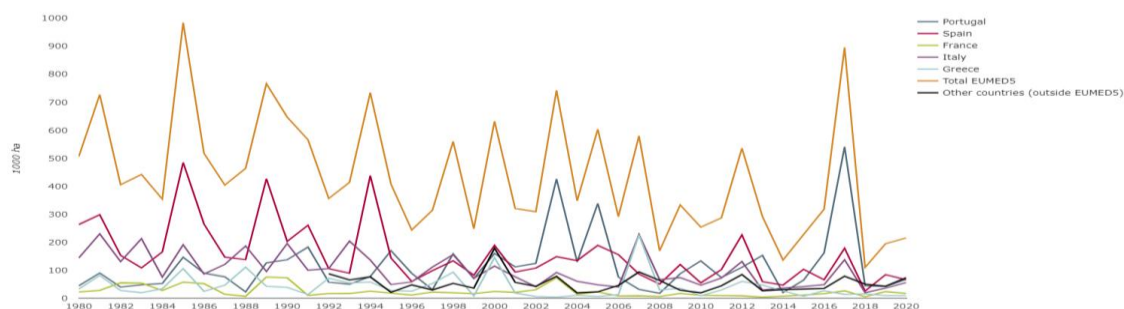
Fuente: elaboración propia a partir de DERA y REDIAM

Tabla 2. Inflamabilidad de las especies vegetales presentes en la superficie forestal del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Inflamabilidad muy baja				
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	<i>Festuca scariosa</i>	<i>Phlomis lychnitis</i>	<i>Salix pedicellata</i>	<i>Suaeda vera</i>
<i>Arundo donax</i>	<i>Flueggea tinctoria</i>	<i>Phlomis purpurea</i>	<i>Salix pedicellata x Salix atrocinerea</i>	<i>Tamarix africana</i>
<i>Buxus balearica</i>	<i>Fraxinus angustifolia</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Salix purpurea</i>	<i>Tamarix canariensis</i>
<i>Calicotome intermedia</i>	<i>Fraxinus angustifolia subsp. angustifolia</i>	<i>Populus alba</i>	<i>Santolina rosmarinifolia</i>	<i>Tamarix gallica</i>
<i>Calicotome villosa</i>	<i>Juglans regia</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Sarcocornia perennis subsp. alpini</i>	<i>Thymelaea hirsuta</i>
<i>Coriaria myrtifolia</i>	<i>Juncus acutus</i>	<i>Prunus dulcis</i>	<i>Schoenus nigricans</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Crucianella maritima</i>	<i>Juncus maritimus</i>	<i>Salix alba</i>	<i>Scirpus holoschoenus</i>	<i>Viburnum tinus</i>
<i>Daphne gnidium</i>	<i>Opuntia ficus-indica</i>	<i>Salix atrocinerea</i>		
Inflamabilidad baja				
<i>Berberis vulgaris subsp. australis</i>	<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Helianthemum racemosum var. stoechadifolium</i>	<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	<i>Halimium atriplicifolium</i>	<i>Juniperus communis subsp. hemisphaerica</i>	<i>Maytenus senegalensis subsp. europaea</i>	<i>Rhamnus alaternus</i>
<i>Cistus albidus</i>	<i>Halimium atriplicifolium subsp. atriplicifolium</i>	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Rhus coriaria</i>
<i>Cistus salvifolius</i>				
Inflamabilidad moderada				
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Cistus populifolius subsp. major</i>	<i>Myrtus communis</i>	<i>Quercus canariensis</i>	<i>Rubus ulmifolius</i>
<i>Astragalus granatensis</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Nerium oleander</i>	<i>Quercus coccifera</i>	<i>Teline linifolia</i>
<i>Bupleurum fruticosum</i>	<i>Cytisus baeticus</i>	<i>Olea europaea var. sylvestris</i>	<i>Quercus faginea</i>	<i>Ulex baeticus</i>
<i>Bupleurum gibraltarium</i>	<i>Cytisus scoparius</i>	<i>Ononis natrix</i>	<i>Quercus fruticosa</i>	<i>Ulex baeticus subsp. baeticus</i>
<i>Castanea sativa</i>	<i>Erinacea anthyllis</i>	<i>Ononis reuteri</i>	<i>Quercus lusitanica</i>	<i>Ulex borjae</i>
<i>Cistus clusii</i>	<i>Genista cinerea</i>	<i>Ononis speciosa</i>	<i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Ulex parviflorus</i>
<i>Cistus crispus</i>	<i>Genista longipes</i>	<i>Pinus canariensis</i>	<i>Rhamnus oleoides</i>	<i>Ulex parviflorus subsp. parviflorus</i>
<i>Cistus laurifolius</i>	<i>Genista spartioides</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Rhamnus saxatilis</i>	<i>Ulex parviflorus subsp. rivasgodayanus</i>
<i>Cistus populifolius</i>	<i>Hormathophylla spinosa</i>			
Inflamabilidad alta				
<i>Abies pinsapo</i>	<i>Cistus ladanifer</i>	<i>Ficus carica</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Anthyllis cytisoides</i>	<i>Cistus ladanifer subsp. ladanifer</i>	<i>Hyparrhenia hirta</i>	<i>Pinus radiata</i>	<i>Stipa tenacissima</i>
<i>Ballota hirsuta</i>	<i>Cistus monspeliensis</i>	<i>Lavandula multifida</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Thymbra capitata</i>
<i>Brachypodium retusum</i>	<i>Dittrichia viscosa</i>	<i>Lavandula stoechas</i>	<i>Quercus alpestris</i>	<i>Thymus mastichina</i>
<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Echinopartum boissieri</i>	<i>Phillyrea latifolia</i>	<i>Quercus suber</i>	<i>Thymus zygis</i>
<i>Chamaerops humilis</i>				
Inflamabilidad muy alta				
<i>Acacia cyanophylla</i>	<i>Erica arborea</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Juniperus phoenicea subsp. phoenicea</i>	<i>Quercus ilex subsp. ballota</i>
<i>Adenocarpus decorticans</i>	<i>Erica australis</i>	<i>Genista hirsuta</i>	<i>Juniperus phoenicea subsp. turbinata</i>	<i>Ricinus communis</i>
<i>Adenocarpus telonensis</i>	<i>Erica scoparia subsp. scoparia</i>	<i>Genista tridens</i>	<i>Juniperus sabina subsp. humilis</i>	<i>Rosa canina</i>
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Erica terminalis</i>	<i>Genista umbellata subsp. equisetiformis</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Spartium junceum</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Helichrysum stoechas</i>		

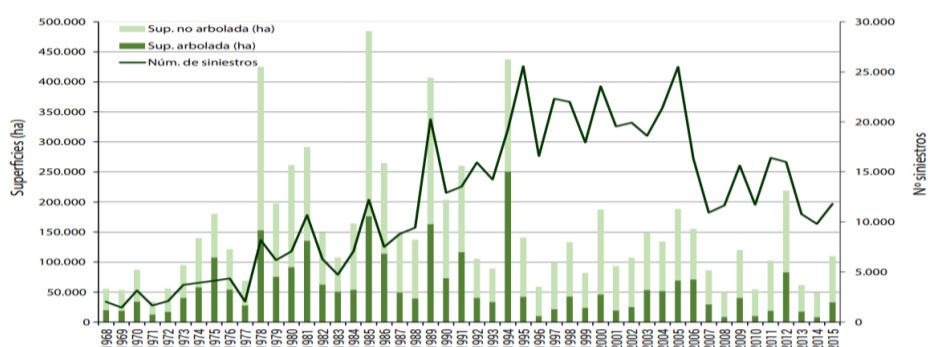
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Figura 1. Área quemada por incendios forestales en países mediterráneos en el periodo 1980-2020



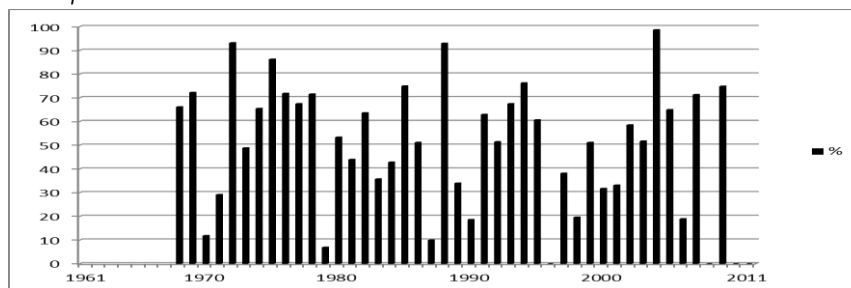
Fuente: AEMA (2021)

Figura 2. Evolución del nº de incendios forestales y superficies afectadas en España en el periodo 1968-2015



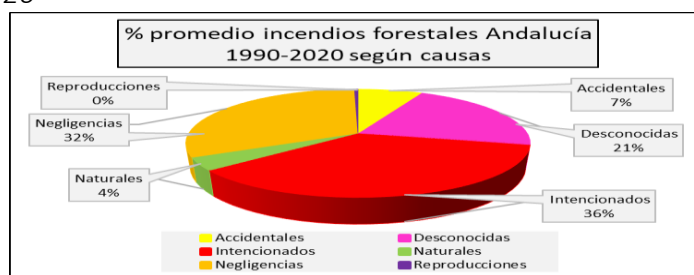
Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019)

Figura 6. Porcentaje superficie afectada por GIF sobre superficie total incendiada en Andalucía en el periodo 1961-2011



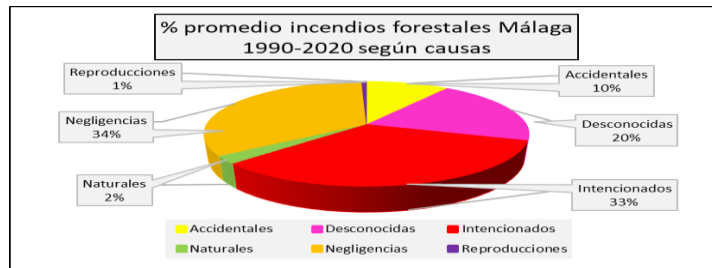
Fuente: Araque, 2013

Figura 11. Porcentaje de incendios forestales según sus causas en Andalucía, promedio periodo 1990-2020



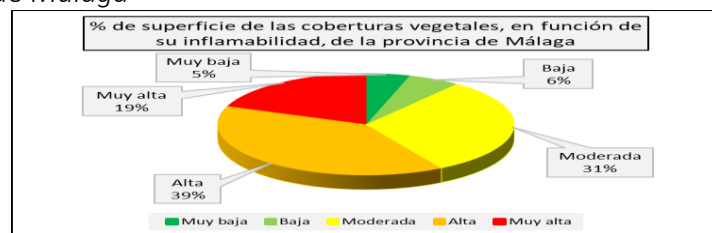
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

Figura 15. Porcentaje de incendios forestales según sus causas en la provincia de Málaga, promedio periodo 1990-2020



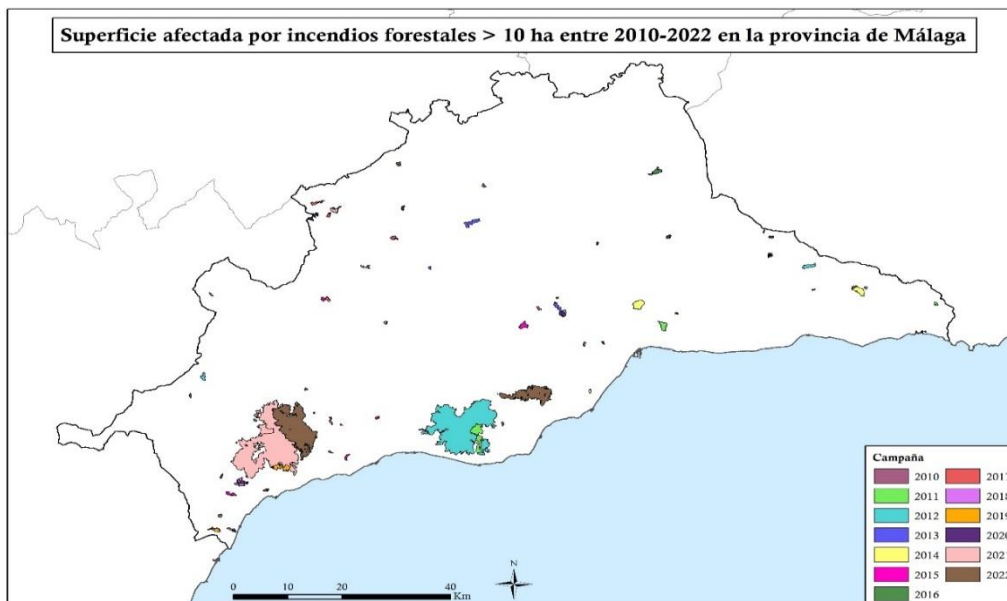
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. REDIAM

Figura 18. Porcentaje de superficie de las coberturas vegetales, según su inflamabilidad, de la provincia de Málaga



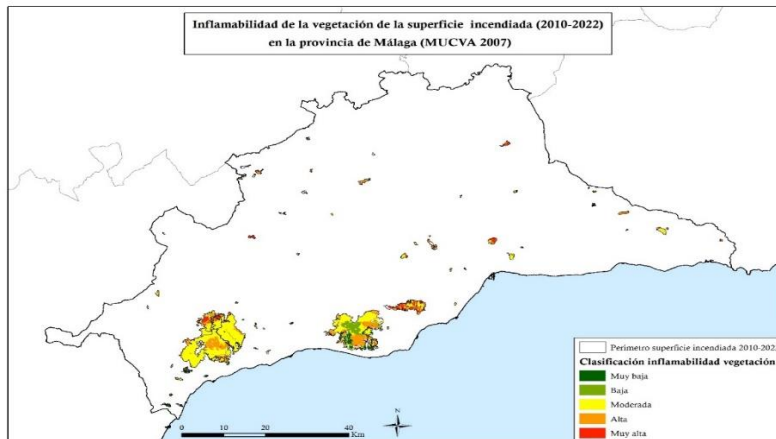
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales de MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Mapa 13. Superficie afectada por incendios forestales de más de 10 ha en el periodo 2010-2022 en la provincia de Málaga



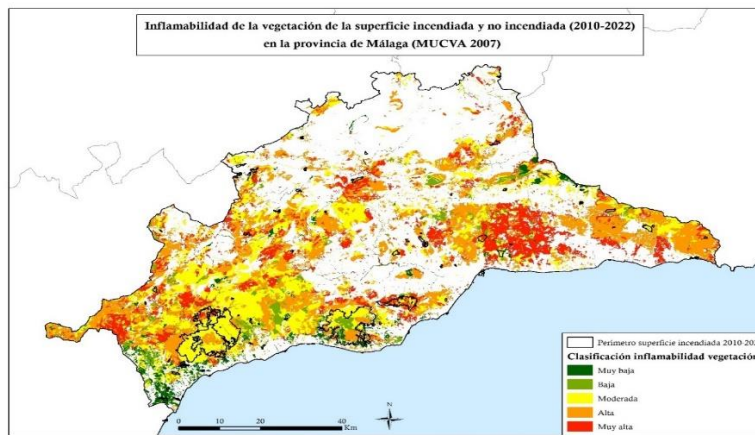
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM

Mapa 15. *Inflamabilidad de la vegetación de la superficie incendiada entre los años 2010 y 2022 en la provincia de Málaga*



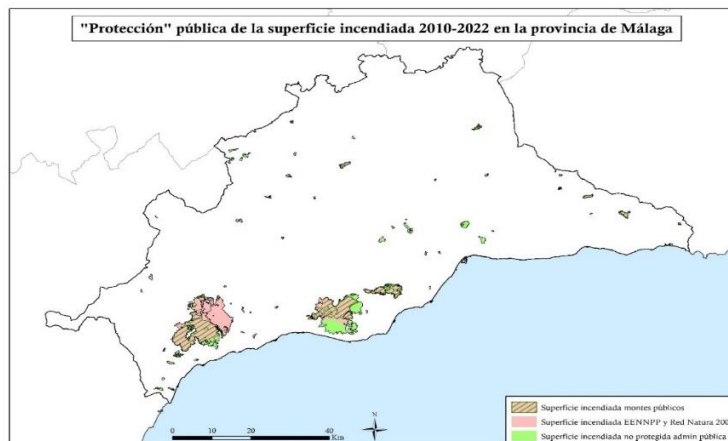
Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Mapa 16. *Inflamabilidad de la vegetación de la superficie incendiada y no incendiada entre los años 2010 y 2022 en la provincia de Málaga*



Fuente: elaboración propia a partir de datos de la REDIAM y bibliografía consultada sobre la inflamabilidad de las especies vegetales del MUCVA de 2007 de la provincia de Málaga

Mapa 21. *“Protección” pública de la superficie incendiada entre 2010 y 2002 en la provincia de Málaga*



Fuente: elaboración propia a partir de DERA y de la (REDIAM)