



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

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

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

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

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

Tipificación de los incendios forestales de la comarca de La Cabrera (León)

PEREIRA-RODRÍGUEZ, I.¹, LÓPEZ ÁVAREZ, R.², ÁLVAREZ-TABOADA, M.F.³ y CASTEDO-DORADO, F.³

¹ Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Bológicas y Ambientales. Universidad de León, 24071 León, España; iperer02@estudiantes.unileon.es

² EPRIF (MITECO-Grupo TRAGSA); rlopez4@tragsa.es

³ Grupo de Investigación GEOINCA. Campus de Ponferrada, Universidad de León, 24401 Ponferrada, España; flor.alvarez@unileon.es; fcasd@unileon.es

Resumen

La cartografía de incendios forestales ocurridos en un determinado ámbito geográfico es útil, entre otras cosas, para estimar la recurrencia y para identificar la tipología de incendios. En la comarca de La Cabrera (León), a pesar de tener uno de los índices de frecuencia de incendios más elevados de España, dicha tipificación no se había llevado a cabo. En este estudio se partió de la información de los 203 incendios forestales de más de 50 ha ocurridos en la comarca para el período 1990-2018 para plantear dos objetivos: i) delimitar los perímetros de los incendios ocurridos en el período 1990-2006, para los que no existe cartografía disponible y ii) tipificar los incendios ocurridos de acuerdo con los principales patrones de propagación observados, la topografía y las condiciones meteorológicas. La perimetración de las zonas quemadas se realizó de forma manual en imágenes Landsat 5 TM post-incendio, mediante una visualización RGB de las bandas 7, 5 y 4. Para la tipificación se ha seguido la metodología desarrollada por los GRAF de la Generalitat de Catalunya, adaptada a las particularidades de la comarca y a la disponibilidad de datos. Para ello se determinaron, en primer lugar, las situaciones meteorológicas sinópticas y a nivel de superficie en las que tuvo lugar cada incendio. Dicha información, junto con los patrones de propagación observados, así como las variables topográficas que condicionaron el incendio, permitieron definir cinco tipologías de incendios en la comarca: topográficos de ladera, topográficos de valle, de viento, de contraviento y convectivos. Destacan los incendios topográficos de ladera, casi con un 45% del total, siendo incendios especialmente favorecidos por los vientos locales. Por su parte, los incendios topográficos de valle destacan por la superficie a la que afectan (un 38% del total) y la duración de sus eventos, derivada de la apertura de sus frentes a lo largo de las cuencas. Los resultados obtenidos en este trabajo pretender ser una herramienta operativa que permita optimizar las labores de extinción y la minimización de las superficies afectadas, así como la planificación de infraestructuras preventivas.

Palabras clave

Tipificación de incendios, perimetración, teledetección, situaciones meteorológicas sinópticas, patrones de propagación.

1. Introducción

La provincia de León, junto con la de Zamora y las Comunidades Autónomas de Galicia, Asturias y Cantabria es una de las áreas con mayor frecuencia de incendios forestales en España (MITECO, 2016). Dentro de la provincia de León destaca por su elevada frecuencia la zona oeste, y especialmente la comarca forestal de Truchas, que es objeto de este estudio. Las comarcas forestales son demarcaciones territoriales en las que se organiza la Consejería de Fomento Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León para el desempeño de sus funciones en materia de gestión forestal. La comarca forestal de Truchas está conformada por los términos municipales de Benuza, Castrillo de Cabrera, Encinedo y Truchas. Estos municipios, junto con el de Puente de Domingo Flórez conforman la comarca natural de La Cabrera. Tres de los cuatro municipios que conforman la

comarca forestal de Truchas (Benuza, Encinedo y Truchas) superaron el centenar de incendios mayores a 1 ha en 15 años (periodo 2001-2014) (Figura 1).

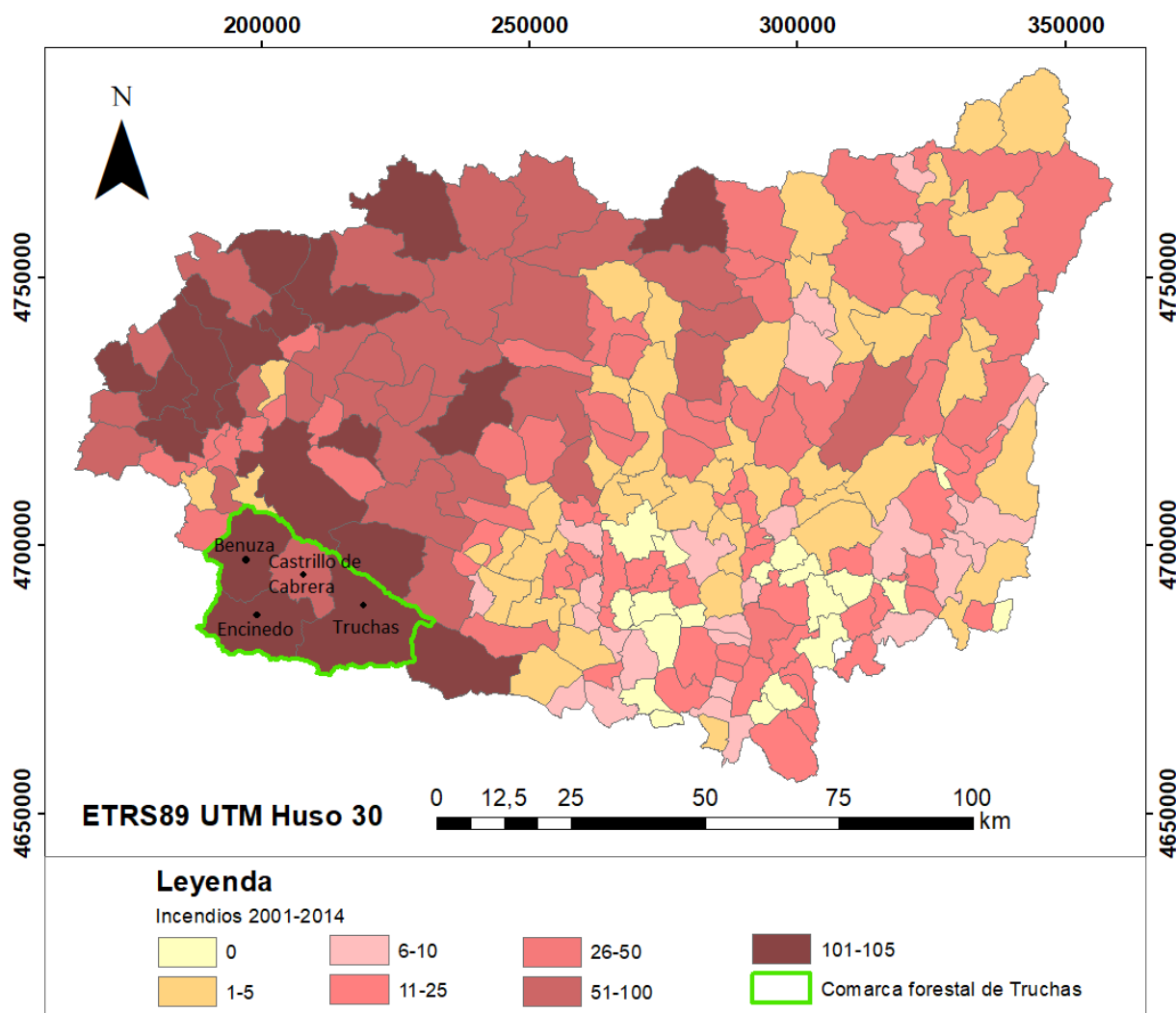


Figura 1. Distribución de la frecuencia de incendios mayores a 1 ha para el periodo 2001-2014 por términos municipales en la provincia de León. Fuente: MITECO (2016).

Por otra parte, España tiene una de las bases de datos de incendios forestales más completa y amplia del mundo, donde se registra, entre otras variables, la superficie quemada en cada siniestro. Sin embargo, la precisión con que se hace esta estimación de superficie ha variado con el tiempo. Así, hasta hace pocos años los perímetros de los incendios no se georreferenciaban, desconociéndose, por tanto, la superficie quemada de forma precisa. Hoy en día las técnicas de teledetección son una alternativa fiable para cartografiar y evaluar las áreas quemadas, ya que permiten una observación sistemática de grandes superficies, facilitando así la obtención de una base de datos cartográfica histórica de incendios, y en especial de los incendios más grandes. Esta información detallada de cada siniestro es muy interesante al permitir una evaluación consistente de los patrones temporales de las áreas quemadas (DOERR & SANTÍN, 2016) y facilitar la identificación de los principales factores bióticos o abióticos que influyeron en la propagación.

Respecto a los grandes incendios, éstos solo pueden desarrollarse bajo condiciones topográficas, de combustible o meteorológicas especialmente favorables a la propagación del fuego. Sin embargo, estos factores actúan a escalas temporales y espaciales distintas. La topografía

determina un riesgo local y permanente, el combustible un riesgo regional y periódico y la meteorología un riesgo general y episódico. Por ello, el análisis del relieve y la vegetación sólo permite una primera aproximación al previsible comportamiento de incendio, y son las condiciones meteorológicas concretas las que determinan, en muchas ocasiones, la actividad del fuego, especialmente la generación de grandes incendios (MONSERRAT, 1998). La meteorología es también el factor más complejo, al ser sumamente cambiante (a diferencia de la topografía y el combustible) y no ser siempre fácilmente predecible a medio plazo, como tampoco su interacción con los factores topográficos locales.

La interacción entre los factores topográficos, meteorológicos y el combustible determinan la firma final del incendio. Según CASTELLNOU et al. (2009) y COSTA et al. (2011), dependiendo del factor de propagación dominante del incendio se pueden definir tres patrones principales de propagación: incendios de convección o dominados por penacho, incendios dominados por el viento e incendios topográficos, con una serie de características asociadas (Tabla 1).

Tabla 1. Principales patrones de propagación de incendios forestales. Fuente: CASTELLNOU et al. (2009).

Patrón	Factor dominante	Características
Topográfico	Dinámica local de vientos de convección originados por calentamiento solar diferenciado de la superficie terrestre	Incendios que cambian de dirección siguiendo las laderas soleadas y la intensidad de los vientos. Alta intensidad diurna y baja intensidad nocturna
De viento	Vientos sinópticos generales	Incendios que mantienen la velocidad, dirección e intensidad día y noche mientras dura el episodio de viento sinóptico. No cambian ni giran.
Convectivo	Acumulación y disponibilidad de combustible que genera suficiente intensidad para generar convección que domina el incendio	Incendios que no se propagan por radiación; lo hacen por convección. Desarrollan comportamientos extremos y avance por focos secundarios masivos.

Un paso posterior a la determinación de los patrones de propagación es la tipificación de los incendios, que se puede llevar a cabo mediante diferentes aproximaciones (CASTELLNOU et al., 2009; SILVA et al., 2013; LÁZARO et al., 2015; IÑESTA, 2016; ACEBRON, 2017). Una de las más utilizadas en España es la desarrollada por el *Grup de Recolzament en Actuacions Forestals de Bombers* (GRAF) de la Generalitat de Catalunya. En esta Comunidad Autónoma, desde el año 2003, se ha ido desarrollando una metodología en la que, a partir de las variables identificadas para el estudio de los esquemas de propagación, se identifican aspectos singulares y repetidos para cada uno de los patrones de propagación. Estas coincidencias de los patrones de propagación son función o bien del episodio meteorológico sinóptico, o bien del relieve y reciben el nombre de incendios tipo (CASTELLNOU et al., 2009; COSTA et al., 2011).

Se entiende por situación meteorológica sinóptica el conjunto típico de configuraciones isobáricas y de isohipsas afectando a un área determinada. Los principales tipos de situaciones atmosféricas sinópticas que se suelen dar en España se describen detalladamente en VIDE (2005). En la Tabla 2 se listan estas situaciones sinópticas de forma resumida.

Tabla 2. Situaciones atmosféricas sinópticas habituales en España. Fuente: VIDE (2005).

Situación sinóptica	Descripción
Advección del Oeste o zonal	Isobaras e isohipsas con sentido oeste-este bien establecido
Advección del Oeste Anticiclónica	Isohipsas con componente oeste y anticiclón superficial.
Advección del Noroeste	Isobaras e isohipsas con sentido noroeste-sudoeste bien establecido
Advección del Norte	Isobaras e isohipsas con sentido norte-sur.
Advección del Nordeste	Isobaras con sentido nordeste-sudeste e isohipsas con sentido parecido o formando una depresión.
Advección del Este, o del levante	Isobaras con sentido este-oeste, aproximadamente, e isohipsas con diversas procedencias.
Advección del Este, o de levante, con gota fría	Isobaras con sentido sueste-oeste y borrasca en altura, preferentemente sobre la mitad este de la península o sobre el Mediterráneo.
Advección del Sur	Isobaras con sentido sur-norte, aproximadamente.
Advección del Sudoeste	Isobaras e isohipsas con sentido sudoeste-nordeste, generalmente bien establecido.
Vaguada	Vaguada en altura, generalmente al oeste de la península, e isobaras con componente oeste.
Gota fría al Sudoeste	Borrasca en altura al sudoeste de la península, o hacia el oeste, e isobaras con componente sudoeste.
Baja	Borrasca en superficie y en altura, aproximadamente coincidentes, sobre la península.
Baja térmica	Borrasca débil en superficie en el interior de la península y anticiclón o dorsal en altura.
Pantano barométrico	Escaso gradiente en superficie, con isobaras con sentidos poco definidos, marcando presiones próximas a lo normal y anticiclón o dorsal en altura, generalmente.
Anticiclón	Anticiclón en superficie y en altura, aproximadamente coincidentes, sobre la península.
Anticiclón térmico	Anticiclón en superficie en el interior de Europa, con dorsal o puente hacia la península, y borrasca en altura o isohipsas sin una clara curvatura anticiclónica coincidente.

En la actualidad no existe una caracterización de los incendios tipo de la comarca de La Cabrera, aspecto clave para la elaboración de estrategias y tácticas de extinción y para la planificación de actuaciones preventivas como las desarrolladas por los Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestales (EPRIF) en este territorio (COSTA et al., 2011). Resulta necesario, por tanto, desarrollar y aplicar una metodología que permita determinar la tipología de incendios a partir de la información registrada durante las últimas décadas, que incluye la obtención de una base de datos de completa y con integridad espacial y temática, con información de los perímetros de incendios y de las condiciones meteorológicas y topográficas en las que se desarrollaron.

2. Objetivos

Los objetivos principales de este estudio han sido:

1. Elaborar una cartografía de la superficie afectada por incendios forestales de más de 50 ha en la comarca de La Cabrera para el periodo 1990-2006.

2. Determinar las situaciones sinópticas y los patrones principales de propagación de los incendios forestales ocurridos en la comarca para el periodo 1990-2018. A partir de estos dos factores, definir la tipología de incendios de la comarca.

3. Metodología

En el presente estudio se partió de la información recogida por el Servicio Territorial del Medio Ambiente de León (Junta de Castilla y León) para los incendios ocurridos en la comarca forestal de Truchas en el periodo 1990-2018. Esta información proviene de los partes oficiales de incendios e incluye, entre otras, las siguientes variables: número de parte (código único para cada incendio), fecha de detección, control y extinción, superficie quemada, datos sobre la zona de inicio (coordenadas del punto inicio -sólo para algunos incendios-, municipio, paraje, hoja y cuadrícula de 10 × 10 km) y datos meteorológicos de la hora de inicio. A partir de esta base de datos se filtraron los 203 incendios cuya superficie superó las 50 ha. Se fijó un umbral de superficie mínima por dos razones: i) minimizar los errores relativos a laimetración de incendios mediante imágenes de satélite, y ii) poder asumir que los incendios hubiesen desarrollado un comportamiento claramente influenciado por la topografía, el viento o el combustible para la determinación de los patrones de propagación. El valor de 50 ha usado en este trabajo se ha utilizado anteriormente en estudios similares (ej., IÑESTA, 2016).

De los 203 incendios ocurridos para el periodo 1990-2018, 77 se produjeron desde el año 2007 y se disponía de su perímetro digitalizado en formato vectorial, con lo cual no fue necesaria su perimetración. Para los 126 incendios restantes se delimitó el perímetro utilizando imágenes del sensor TM del satélite Landsat 5, disponibles para el periodo temporal requerido (1990-2006). Además, la configuración de sus bandas hace que el sensor TM sea óptimo para localizar las diferencias entre las zonas de absorción y reflexión de la vegetación quemada en las regiones del infrarrojo cercano (NIR) y de onda corta (SWIR) del espectro electromagnético (CHEN et al., 2014).

Mediante la información aportada por los partes de incendios se comprobó que la mayoría de los incendios tuvieron lugar entre principios de junio y finales de octubre, de modo que para cada año del periodo 1990-2006 se descargó una imagen de cada una de esas dos fechas. Para aquellos casos en los que hubiera incendios anteriores a junio o posteriores a octubre, y en caso de que no fuera cartografiables mediante las imágenes previamente descargadas, se seleccionaron nuevas imágenes con fecha cercana (anterior y posterior) a estos incendios. La perimetración de las zonas quemadas se realizó de forma manual en la imagen Landsat 5 TM post-incendio, con una visualización RGB de las bandas 7 (SWIR), 5 (SWIR) y 4 (NIR), respectivamente, comprobándose en la imagen pre-incendio que no se estuviesen incluyendo erróneamente zonas quemadas previamente y que no se correspondiesen con el siniestro en cuestión. Se empleó un método manual ya que la elevada recurrencia de incendios en la comarca habría requerido una labor muy intensa de depuración para poder realizar una clasificación automática o semiautomática.

Para los 203 incendios se completó la información meteorológica recogida en el parte de incendios a partir de los datos meteorológicos diarios de las estaciones de AEMET de Laguna de Somoza (para los incendios ocurridos en el municipio de Truchas) y Ponferrada (para los incendios ocurridos en los municipios de Benuza, Castrillo de Cabrera y Encinedo). Las variables consideradas fueron los días desde la última precipitación, la temperatura máxima diaria, la humedad relativa a las 18 horas y la dirección y velocidad máxima del viento.

Para definir la situación meteorológica sinóptica se partió de la información obtenida de dos mapas: i) los mapas de presión en superficie y a 500 hPa y ii) los mapas de presión a 850hPa y de temperatura de superficie. Ambos mapas se descargaron desde el servidor de la página web <https://www.wetterzentrale.de/> para el día de inicio del incendio y los dos previos al mismo.

La información fisiográfica de cada uno de los incendios se obtuvo a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) de 25 metros de resolución espacial del IGN (<https://centrodedescargas.cnig.es>). Las variables analizadas fueron la pendiente y la exposición.

Por último, se cruzaron los datos de las coordenadas del punto de inicio, los perímetros digitalizados, la información fisiográfica y la situación meteorológica sinóptica y a nivel de superficie para definir los incendios tipo de la comarca y realizar la clasificación correspondiente. Para ello se siguió la metodología desarrollada por CASTELLNOU et al. (2009) adaptándola a las particularidades de la comarca y a la disponibilidad de los datos. Se trata de una clasificación manual subjetiva supervisada que se basa en: i) el análisis de la geometría del perímetro con respecto a la topografía de la zona, teniendo en cuenta el punto de inicio y ii) la observación de la situación meteorológica a nivel de superficie y de la situación meteorológica sinóptica y su evolución en los dos días anteriores y el día del incendio. Como resultados se obtienen: i) el patrón principal de propagación del incendio, es decir si la carrera principal y la apertura o no de los flancos se debe al viento, la topografía o la situación convectiva, y ii) de acuerdo con el patrón de propagación dominante y la situación meteorológica sinóptica en el momento de inicio del incendio se definen los incendios tipo.

4. Resultados y discusión

Durante el periodo de estudio ocurrieron 1.921 incendios en la comarca forestal de Truchas, de los cuales 203 superaron 50 ha, siendo éstos el objeto del presente trabajo. En la Figura 2 se muestran los perímetros de los incendios con una superficie quemada superior a 50 ha para el periodo de 1990-2018.

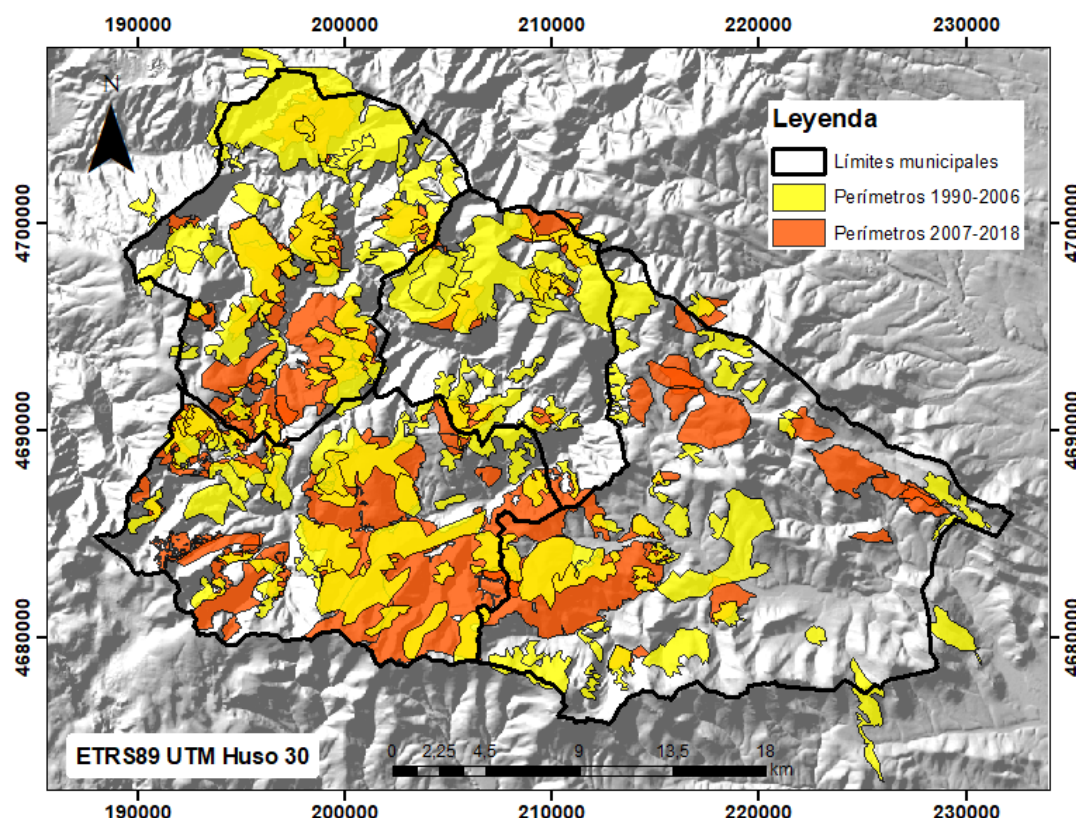


Figura 2. Perímetros de los incendios de más 50 ha para el periodo 1990-2006 (proporcionados por la Junta de Castilla y León) y 2007-2018 (obtenidos en este trabajo).

En la Figura 3 se comparan, para el período 1990-2006, las superficies quemadas anualmente según los partes oficiales de la Administración y las obtenidas a partir de teledetección. Ambas proporcionan valores similares, si bien las superficies que figuran en los partes son algo superiores, lo que seguramente sea debido a la consideración de las superficies de islas interiores no quemadas, cuyo valor es difícil de calcular de forma precisa mediante GPS u otras metodologías tradicionales (KOLDEN & WEISBERG, 2007).

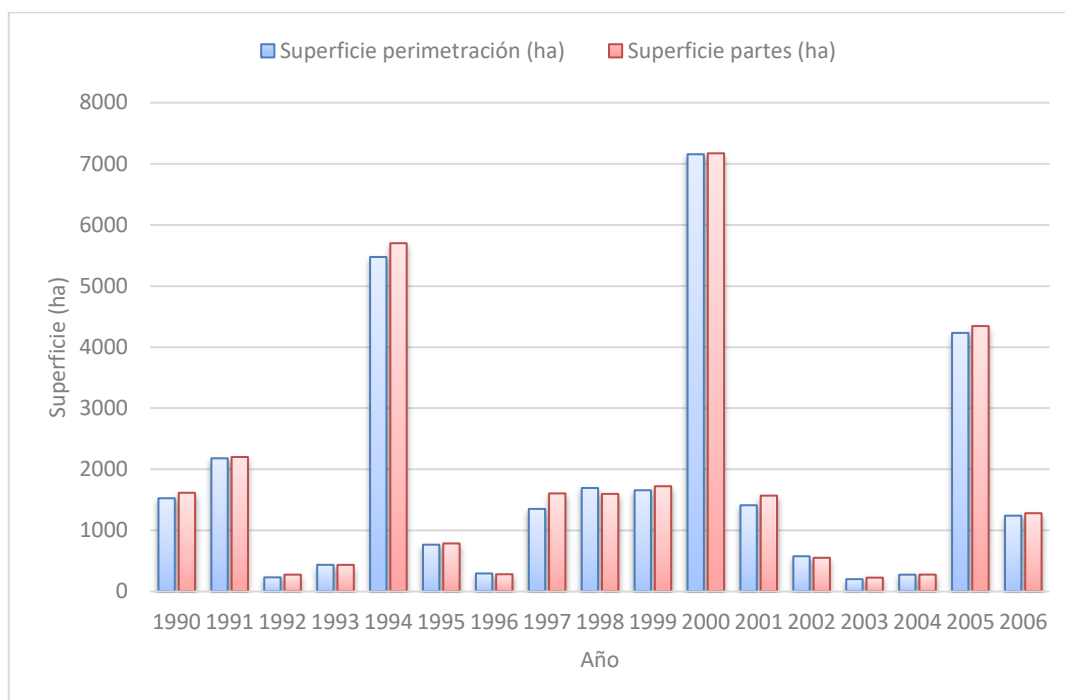


Figura 3. Comparación entre las superficies quemadas recogidas en los partes de incendio y las calculadas a partir del perímetro digitalizado para el período 1990-2006.

La digitalización de los perímetros ha permitido la superposición de las superficies quemadas por los incendios de los más de 50 ha, confirmandose la elevada recurrencia de incendios en la comarca. Así, se observa que sólo un 38,7% del territorio no ha sufrido ningún incendio en el periodo 1990-2018, un 28,9% de la superficie ha ardido una vez, un 17,2% ha sido afectada dos veces, un 9,2% tres veces, un 5,3% ardió cuatro veces y un 0,8% fue afectado hasta en cinco ocasiones en 29 años. Las zonas con una mayor recurrencia y una mayor superficie quemada se localizan en los municipios más occidentales, es decir Encinedo y Benuza (Figura 4).

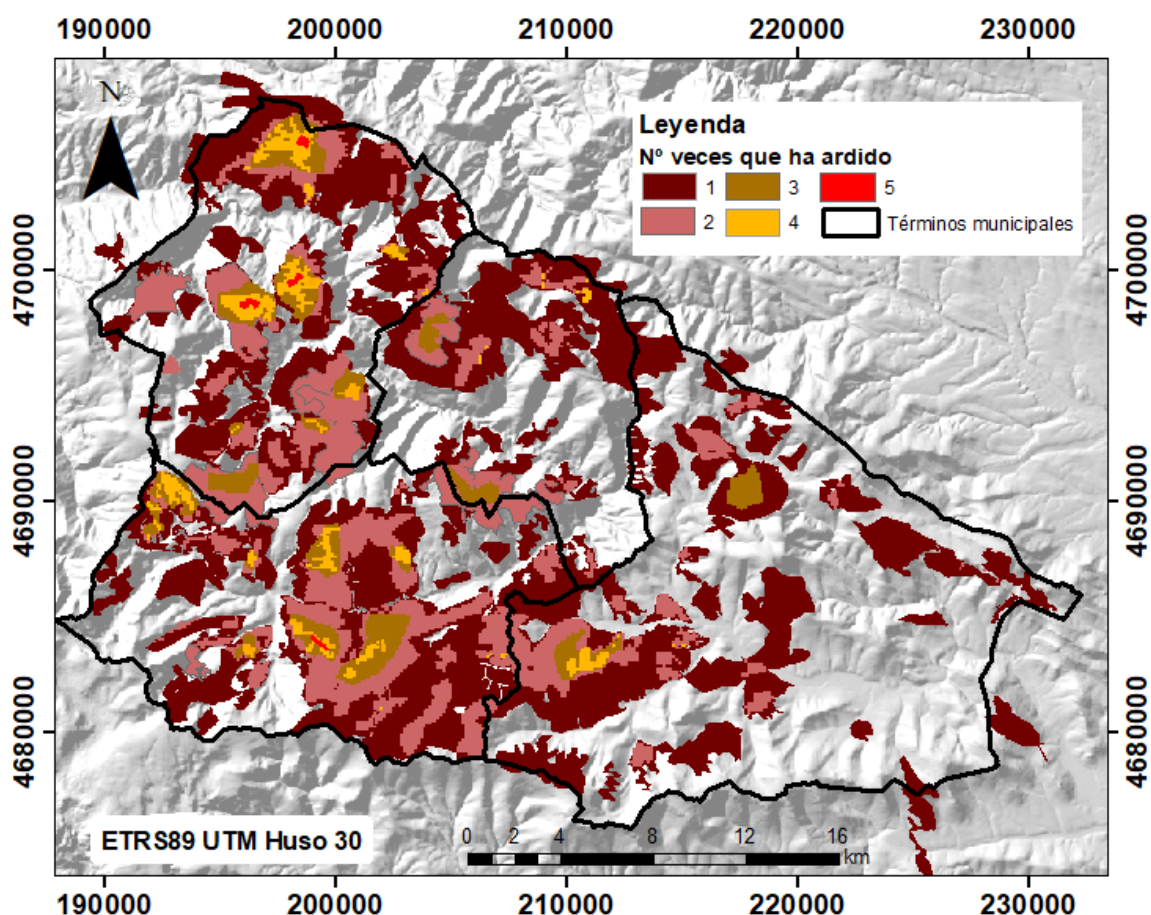


Figura 4. Distribución espacial de la recurrencia de los incendios con una superficie quemada superior a 50 ha para el período 1990-2018.

Siguiendo la clasificación de VIDE (2005), la situación sinóptica más frecuente en la comarca en el momento de originarse el incendio es la de Advección (del Sur, Oeste Anticiclónica y Oeste) (Figura 5). Si se tiene en cuenta la superficie total quemada por incendios originados bajo cada situación sinóptica destacan la situación de Pantano y Advección del Suroeste. Sin embargo, para interpretar correctamente este resultado hay que tener en cuenta que de las 13.123 ha quemadas bajo situaciones de Pantano, 9.817 ha se corresponden con un único incendio que tuvo lugar el 21 de agosto de 2017 en Encinedo.

Las situaciones sinópticas predominantes favorecen la existencia de incendios y/o una mayor superficie quemada. Así, la Advección del Sur y Suroeste, por lo general, están asociadas con aire del sur tropical tanto marítimo como continental, lo que produce un aumento en las temperaturas, la Advección del Oeste Anticiclónica está acompañada por cielos despejados, temperaturas superiores a las habituales y vientos secos. La Advección del Oeste puede inducir tanto aumentos como descensos leves de las temperaturas tras su paso, pero no suele llevar asociadas precipitaciones, y la situación de Pantano se asocia a gradientes bariométricos débiles, situaciones de buen tiempo y temperaturas ligeramente superiores a las habituales y vientos generales muy suaves (VIDE, 2005).

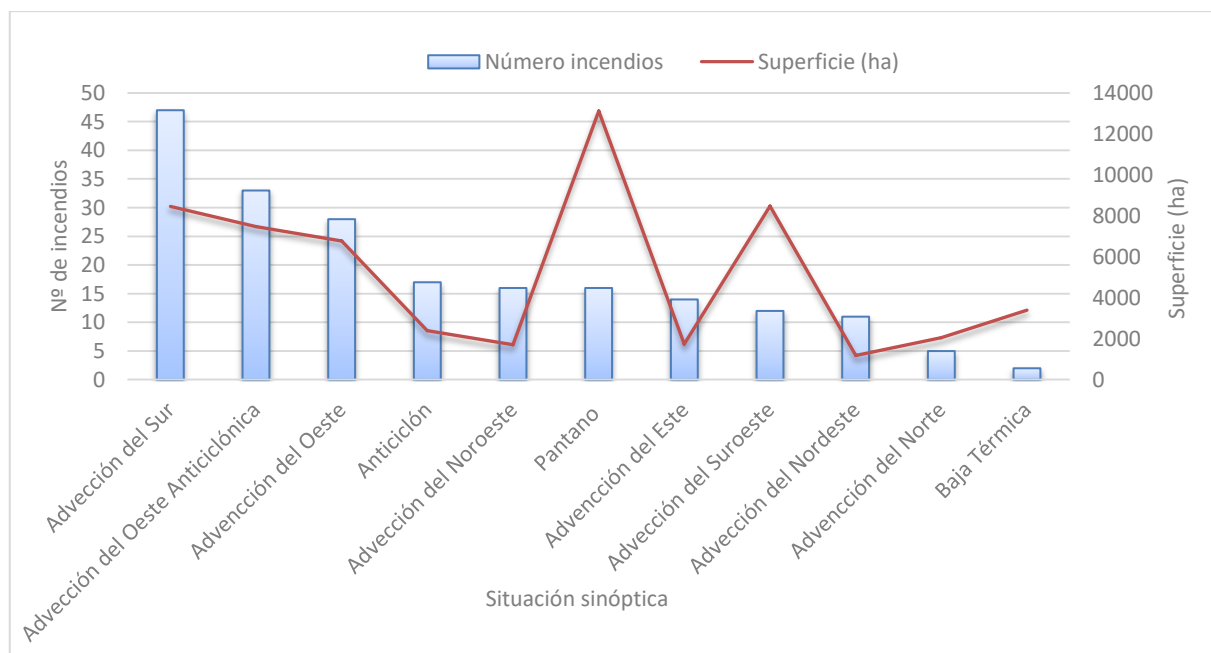
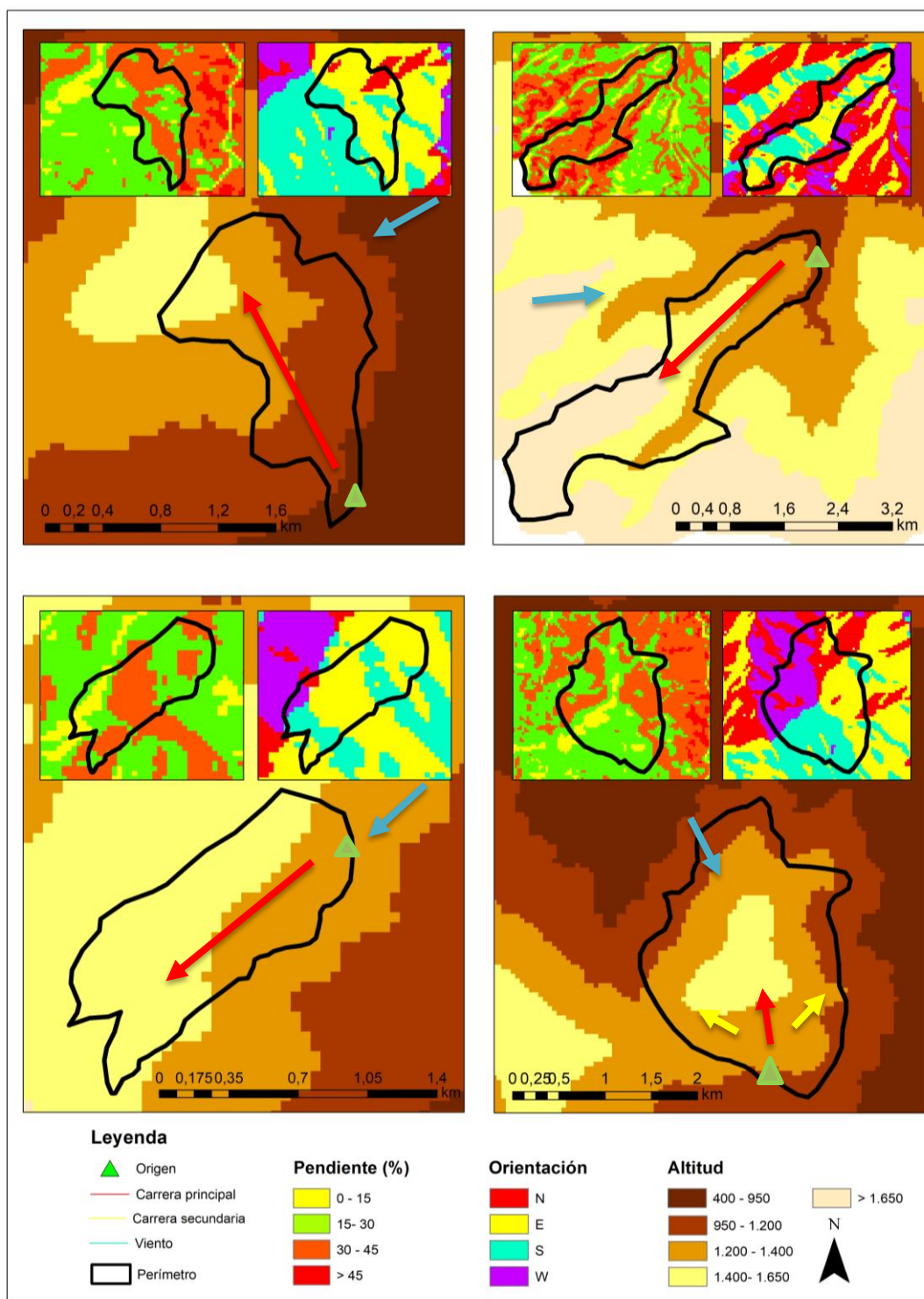


Figura 5. Distribución del número de incendios y de la superficie quemada según situaciones meteorológicas sinópticas.

En cuanto a la tipología de incendios, se han clasificado 198 incendios de los 203 que superaban las 50 ha. Se han descartado 5 incendios para los que no se contaba con información suficiente para clasificarlos o su clasificación presentaba una elevada incertidumbre. Se han definido cinco incendios tipo para el área de estudio: topográfico de ladera, topográfico de valle o cuenca, viento, contraviento y convectivo. En la Figura 6 se muestra esquemáticamente la geometría de la superficie quemada y las características de los factores de propagación para cuatro de estos incendios tipo.

Los incendios topográficos son aquellos en los que el viento sinóptico y el general no son coincidentes, o en caso de serlo la velocidad es inferior a 15 km/h. En el caso de ser incendios topográficos de ladera el eje de propagación es coincidente con la línea de máxima pendiente, siendo favorecidos por los vientos locales. Los clasificados como topográficos de valle o cuenca son incendios cuya propagación es dominada por las cuencas hidrográficas, pues se mueven consumiendo la vegetación en estos valles, suelen tener lugar en áreas con relieves escarpados y en redes hidrográficas ramificadas. Los incendios de viento son aquellos en los que vientos sinópticos y generales son coincidentes (menos de 90° de diferencia) y la velocidad de los vientos generales es superior a 15 km/h. Los incendios de contraviento se dan cuando el viento general tiene bastante velocidad y choca contra una cadena montañosa, por lo que provoca un efecto rotor a sotavento de la línea divisoria en sentido contrario al viento general. Los incendios convectivos son incendios en los que hay un gradiente de temperatura elevado junto con sequedad y vientos en altura.



Los incendios topográficos de ladera son la tipología de incendios más abundante en la comarca, representando cerca del 45% de los siniestros, si bien en cuanto a superficie afectada representan sólo el 20%. En cuanto a superficie quemada, los incendios tipo más relevantes son el topográfico de valle y el de viento (Figura 7). Los incendios topográficos de valle representan cerca del 30% de los incendios que han tenido lugar desde 1990, y alrededor del 38% de la superficie afectada, mientras que los incendios de viento representan alrededor del 25% de los siniestros y el 39% de la superficie. Sin embargo, para una correcta interpretación de este resultado hay que tener en cuenta que de las 22.081 ha que se asocian a los incendios de viento 9.817 ha se deben al incendio de Encinedo comentado anteriormente. Los de contraviento representan menos del 2% de los incendios. Únicamente se ha clasificado un incendio en la tipología de incendio convectivo, lo cual no quiere decir que en incendios de otra tipología no hubiera fases convectivas, pero no han llegado a caracterizar totalmente la firma final del incendio.

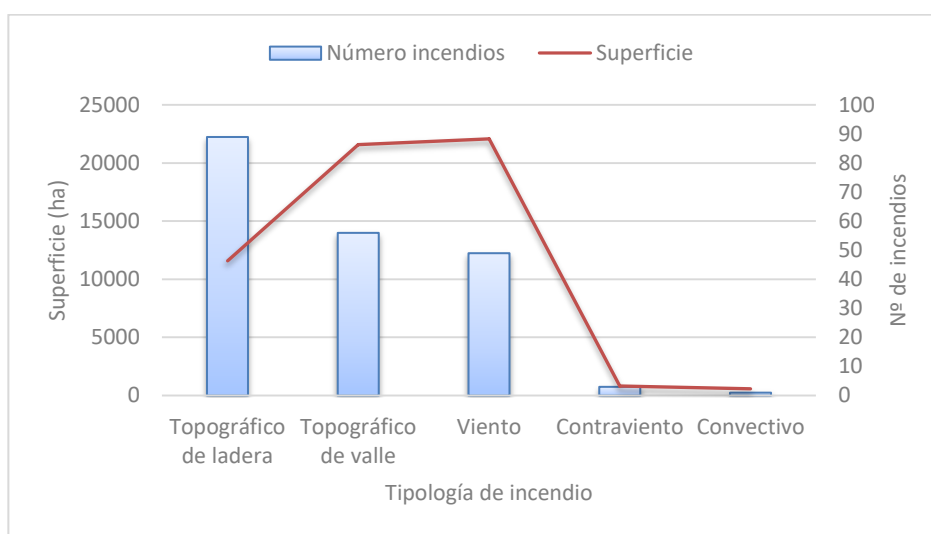


Figura 7. Distribución de los incendios y la superficie quemada según incendios tipo.

En la Figura 8 se muestra la distribución espacial de los cinco incendios tipo definidos para la comarca. En general, los incendios topográficos de ladera se localizan en áreas de topografía poco compleja, estando asociados a exposiciones este y sur, al igual que ocurre en otros territorios como Navarra (IÑESTA, 2016). Por su parte, los incendios topográficos de valle se ubican en las cuencas más ramificadas y abruptas de la comarca, donde el relieve abrupto favorece este tipo de incendios, tal y como ha encontrado LÁZARO et al. (2015) en el área del Prepirineo aragonés. Los incendios de viento se emplazan en áreas más al sur de la comarca, asociados a direcciones de viento sur y oeste. Por último, los incendios de contraviento se encuentran asociados a grandes cadenas montañosas, pues es requisito indispensable para su formación.

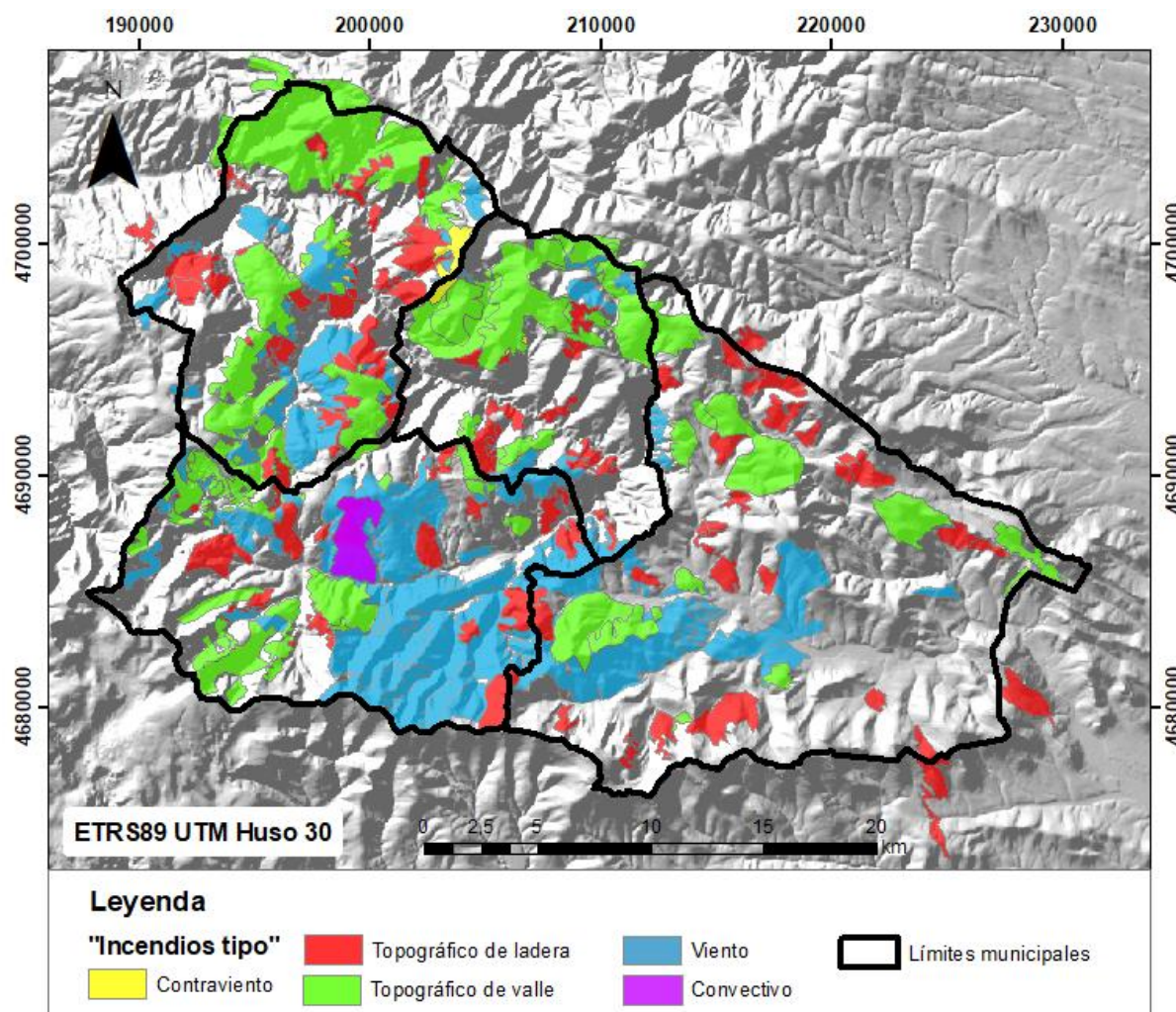


Figura 8: Distribución espacial de los incendios en la comarca forestal de Truchas por incendios tipo.

5. Conclusiones

Las principales conclusiones que se desprenden de este trabajo son las siguientes:

1. Las situaciones meteorológicas sinópticas más frecuentes en la comarca de La Cabrera son la Advección del Sur, Oeste Anticiclónica y Oeste. Sin embargo, considerando la superficie afectada por los incendios, las situaciones más importantes son la Advección del Sur y Suroeste, pues están asociadas con masas tropicales de origen tanto marítimo como continental que producen aumentos en la temperatura, favoreciendo la propagación de los incendios.
2. El patrón dominante de propagación en la comarca es el topográfico, con más del 70% del total de incendios. Destacan los incendios topográficos de ladera, casi con un 45% del total, siendo incendios especialmente favorecidos por los vientos locales. Por su parte, los incendios topográficos de valle destacan por la superficie a la que afectan (un 38% del total) y la duración de sus eventos, derivada de la apertura de sus frentes a lo largo de las cuencas.
3. La interacción entre la orografía y meteorología de la comarca ha condicionado la distribución espacial de cada una de las tipologías de incendio. Así, los incendios

topográficos de valle dominan en las cuencas hidrográficas altamente ramificadas. Los incendios topográficos de ladera se localizan en relieve poco abruptos, siendo favorecidos por los vientos locales que se originan en las laderas de exposición este y sur, debido al calentamiento del sol. Los incendios de viento, se ubican en los municipios más al sur de la comarca, concretamente en las áreas con un relieve más suave. Los de contraviento, por su parte, están ligados indefectiblemente a grandes cadenas montañosas.

La tipificación de los incendios mejorará el conocimiento de la posible evolución de futuros siniestros en la comarca de La Cabrera, por lo que su estudio y aplicación por parte del operativo de lucha contra incendios permitirá optimizar las labores de extinción y la minimización de las superficies afectadas. Además, mediante el estudio de eventos pasados bajo determinadas condiciones meteorológicas en un lugar concreto se favorecerá la fase de planificación de infraestructuras preventivas. La metodología aquí usada puede ser aplicable a otras comarcas con problemática de incendios forestales.

6. Agradecimientos

Al Servicio Territorial de Mediambiente de León (Junta de Castilla y León) por facilitar una parte de los datos utilizados. A los integrantes de la EPRIF de Tabuyo del Monte por su inestimable ayuda a lo largo del estudio.

7. Bibliografía

ACEBRÓN, M.L.; 2017. Tipificación de los incendios forestales en la provincia de Guadalajara. *Foresta* 67: 32-39.

CASTELLNOU, M.; PAGÉS, J.; MIRALLES, M.; PIQUÉ, M.; 2009. Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. En: S.E.C.F Junta de Castilla y León (eds.): 5º Congreso Forestal Español. Montes y sociedad. Ávila, 21-25 de septiembre de 2009: 2-16.

CHEN, W.; MORIYA, K.; SAKAI, T.; KOYAMA, L.; CAO, C.X.; 2014. Mapping a burned forest area from Landsat TM data by multiple methods. *Geomat. Nat. Hazards Risk* 7: 384-402.

COSTA, P.; CASTELLNOU, M.; LARRAÑAGA A.; MIRALLES, M.; KRAUS, D.; 2011. La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo. Unitat Tècnica del GRAF. Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.

DOERR, S.H.; SANTÍN, C.; 2016. Global trends in wildfire and its impacts: Perceptions versus realities in a changing world. *Philosophical transactions B*, 371: 201-223.

IÑESTA, J.; 2016. Análisis del histórico y definición de las tipologías de Incendios Forestales en Navarra. Trabajo fin de Máster del Máster en incendios forestales: ciencia y gestión integral.

KOLDEN, C.A.; WEISBERG, P.J.; 2007. Assessing accuracy of manually-mapped wildfire perimeters in topographically dissected areas. *Fire Ecol.* 3: 22-31

LÁZARO, M.A.; CORTÉS, J.; HERNÁNDEZ, R.; LÓPEZ, R.; MARTÍN, V.; 2015. Meteorología sinóptica y comportamiento del fuego en Aragón. Servicio de los incendios forestales y coordinación. Dirección General de Gestión Forestal, Caza y Pesca, Gobierno de Aragón.

MITECO; 2016. Frecuencia de Incendios Forestales por Término Municipal. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos/naturaleza/informacion-disponible/incendios-forestales.aspx> Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico

MONSERRAT, D.; 1998. Situaciones sinópticas relacionadas con el inicio de grandes incendios forestales en Cataluña. *Nimbus*, 1: 93-112.

SILVA, J.S.; REGO, F.; FERNANDES, P.; RIGOLOT, E.; 2010. Towards Integrated Fire Management - Outcomes of the European Project Fire Paradox. Finlandia: European Forest Institute.

VIDE, J.; 2005. Los mapas del tiempo. Ed. Davinci. Barcelona.