

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MODELADO DEL RIESGO DE INCENDIO EN LAS ZONAS DE INTERFAZ AGRO/URBANO-FORESTAL EN EL MUNICIPIO DE CALVIÀ (MALLORCA)

MODELING THE FIRE RISK IN THE AGRO/WILDLAND – URBAN INTERFACE IN THE MUNICIPALITY OF CALVIÀ (MALLORCA)

Joan Llobera Cerdà

Director: Juan de la Riva Fernández

Máster Universitario en

**Tecnologías de la información geográfica para la ordenación del territorio:
sistemas de información geográfica y teledetección**

Noviembre de 2019



Universidad
Zaragoza

**Departamento de Geografía
y Ordenación del Territorio**



AGRADECIMIENTOS

En este apartado me gustaría citar a todas aquellas personas y administraciones que me han ayudado en la realización de este trabajo.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi director Juan de la Riva Fernández por toda la confianza, ayuda, tiempo dedicado y, sobre todo, paciencia. Además, agradecer al resto del profesorado por lo aprendido a lo largo de este máster.

También quisiera agradecer a SITIBSA y al Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares por la formación, esfuerzo, confianza y dedicación que han depositado desde el primer día tanto en la realización de este trabajo como la experiencia en materia de SIG e incendios forestales.

Por último, agradecer a toda mi familia, mi novia y a mis amigos tanto personales como los del máster por el apoyo que me han ido dando, sin los cuales todo esto no hubiera sido posible.

Gracias.

Resumen

El aumento de la urbanización, el fuerte crecimiento de las masas forestales en su entorno, junto a una escasa concienciación y preocupación tanto social como política, hacen que se intensifique el riesgo de incendio en las zonas de interfaz urbano-forestal y agro urbano forestales en las regiones mediterráneas. Por tal motivo, este trabajo se sustenta en el modelado del riesgo en las distintas zonas de interfaz entre las edificaciones y las masas forestales a partir del criterio experto de un equipo multidisciplinar formado por geógrafos e ingenieros de montes. De este modo, se ha realizado un análisis piloto exploratorio de la ocurrencia de incendios en el municipio de Calvià (Mallorca), además de los elementos que pueden ser susceptibles de intensificar la propagación y provocar más daño potencial. En el contexto del riesgo entendido como producto del peligro (de ignición y de propagación) y de la vulnerabilidad, se ha analizado el peligro en las zonas de interfaz tanto agro/urbano-forestal (IAUF) como urbano-forestal (IUF). No obstante, se analiza el riesgo solamente en las zonas de interfaz urbano-forestal, en función de las competencias propias del Servicio Forestal de la Administración autonómica de las Islas Baleares, añadiendo posibles medidas preventivas a largo plazo en materia de modelos de combustible.

Palabras Clave: *Incendios forestales, riesgo de incendio, SIG, interfaz agro/urbano-forestal, interfaz urbano-forestal, peligro y vulnerabilidad.*

Abstract

The increase of the buildings, the strong growth of the forest masses around, together with a lack of awareness and concern, both social and political, increase the fire-risk in the wildland urban interface and wildland-agro-urban in the Mediterranean regions. For this reason, this project is based on risk modeling in the different interface areas between buildings and forest masses based on the expert criteria of a multidisciplinary team formed by geographers and forest engineers. In this way, an exploratory analysis of the occurrence of fires in the pilot municipality of Calvià has been carried out, in addition to the elements that may be capable of intensifying the propagation and causing more potential damage. In the context of risk as a product of danger (both ignition and propagation) and vulnerability, the fire danger has been analyzed in both wildland-agro-urban (WAUI) and wildland-urban (WUI) interface areas. However, it has been attempted to analyze the risk only of the urban-forestry interface areas due to the competencies of the Regional Forest Service in the Balearics Islands, by adding possible long-term preventive measures regarding fuel models.

Key Words: *Forest fire, fire risk, GIS, agro/wildland-urban interface, wildland-urban interface, danger and vulnerability.*

Índice general

| | |
|--|----|
| 1. Introducción y justificación del trabajo | 1 |
| 2. El modelado del riesgo – Estado de la cuestión | 3 |
| 3. Objetivos | 6 |
| 4. Área de estudio e información utilizada | 7 |
| 4.1. Caracterización del territorio en relación con los incendios | 7 |
| 4.1.1. Incendios forestales en las Islas Baleares y en Calvià | 10 |
| 4.1.2. Ocurrencia de incendios en el área de estudio | 10 |
| 4.2. La interfaz urbano-forestal y agro/urbano-forestal | 11 |
| 4.3. Información digital utilizada para el modelado del riesgo de incendio | 12 |
| 5. Metodología | 14 |
| 5.1. Delimitación de las zonas IUF/IAUF | 14 |
| 5.2. Cálculo del peligro | 16 |
| 5.2.1. Cálculo de la ignición | 16 |
| 5.2.2. Cálculo de la propagación en relación con los modelos de combustible | 19 |
| 5.2.3. Cálculo de la propagación en relación con la topografía | 20 |
| 5.3. Cálculo de la vulnerabilidad | 22 |
| 5.4. Cálculo del riesgo de incendio | 23 |
| 6. Resultados y discusión | 24 |
| 6.1. La interfaz agro y urbano forestal | 24 |
| 6.2. Peligro | 27 |
| 6.2.1. Ignición | 27 |
| 6.2.2. Modelos de combustible | 30 |
| 6.2.3. Topografía | 31 |
| 6.2.4. Propagación | 32 |
| 6.2.5. Peligro (ignición más propagación) | 52 |
| 6.3. Vulnerabilidad | 56 |
| 6.4. Riesgo de incendio | 57 |
| 6.4.1. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF | 57 |
| 6.4.2. Riesgo de incendio en las zonas IUF | 61 |
| 6.5. Planes de prevención y retos para el futuro | 83 |
| 7. Conclusiones | 87 |
| 8. Bibliografía y páginas web | 88 |
| 9. Anexos | 92 |

Índice de Figuras

| | |
|---|-------|
| Figura 1. Esquema conceptual del modelado del riesgo de incendio. | 4 |
| Figura 2. Zona de estudio: localización del municipio de Calvià. | 7 |
| Figura 3. Población de Calvià en 2018 según lugar de nacimiento (%). | 8 |
| Figura 4. Evolución de la edificación en el municipio de Calvià (1990-2019). | 9 |
| Figura 5. Porcentaje de superficie protegida en el municipio de Calvià. | 9 |
| Figura 6. Ocurrencia de incendios en las Baleares, 2009-2018. | 10 |
| Figura 7. Número de incendios y superficie afectada, media decenal, 2009-2018. | 10 |
| Figura 8. Cartografía –sin técnicas de teledetección– de los incendios ocurridos en Calvià (1992-2010). | Anexo |
| Figura 9. Cartografía –mediante teledetección– de los incendios de >50 ha ocurridos en Calvià (1992-2010). | Anexo |
| Figura 10. Causalidad de los incendios en el municipio de Calvià, 2005-2015. | 11 |
| Figura 11 a 18. Información utilizada para el modelado del riesgo de incendio. | Anexo |
| Figura 19. Diagrama efectuado para el modelado del riesgo de incendio y la delimitación de las zonas de IUF/ IAUF. | Anexo |
| Figura 20. Priorización para la planificación preventiva en las zonas IUF. | 15 |
| Figura 21. Tabla de orientaciones y porcentaje de superficie. | 21 |
| Figura 22. Delimitación general de las zonas de IUF/IAUF en el municipio de Calvià. | 25 |
| Figura 23. Ortofotos de 1956 y 2019 en la zona de Costa d'en Blanes. | 26 |
| Figura 24. Número de edificaciones en las zonas IUF/IAUF. | 26 |
| Figura 25. Superficie en hectáreas de cada IUF/IAUF. | 27 |
| Figura 26 a 43. Delimitación de las distintas zonas de IUF/IAUF en el municipio de Calvià. | Anexo |
| Figura 44. Hojarasca y nivel de inflamabilidad por especie arbórea predominante. | 28 |
| Figura 45. Peligro de ignición en el municipio de Calvià. | 29 |
| Figura 46 a 67. Peligro de ignición en las distintas zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià. | Anexo |
| Figura 68. Peligro de propagación en relación con la topografía en el municipio de Calvià. | 32 |
| Figura 69 a 90. Peligro de propagación en relación con la topografía en las distintas zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià. | Anexo |
| Figura 91. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el municipio de Calvià. | 33 |
| Figura 92 a 113. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en las distintas zonas de IUF/IAUF. | 34 |
| Figura 114. Agrupación de edificios con peligro de propagación muy elevado. | 50 |
| Figura 115. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF densas y zonas densas. | 51 |
| Figura 116. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF agrupadas y zonas aisladas. | 51 |
| Figura 117. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF solitarias. | 52 |
| Figura 118. Peligro en el municipio de Calvià. | 53 |
| Figura 119. Agrupación de edificios con peligro muy elevado. | 54 |
| Figura 120. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF muy densas y zonas densas. | 55 |
| Figura 121. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF agrupadas y zonas aisladas. | 55 |
| Figura 122. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF solitarias. | 55 |
| Figura 123. Vulnerabilidad en el municipio de Calvià. | 56 |
| Figura 124. Riesgo de incendio en el municipio de Calvià. | 58 |
| Figura 125 a 146. Riesgo de incendio en las distintas zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià. | Anexo |

| | |
|--|-------|
| Figura 147. Agrupación de edificaciones con mayor riesgo de incendio..... | 59 |
| Figura 148. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF muy densas y zonas densas. | 60 |
| Figura 149. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF agrupadas y zonas aisladas. | 60 |
| Figura 150. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF solitarias. | 61 |
| Figura 151. Riesgo de incendio en el municipio de Calvià sin tener en cuenta las explotaciones agrícolas. | 62 |
| Figura 152 a 173. Riesgo de incendio en las distintas zonas IUF sin tener en cuenta las explotaciones agrícolas. | 63 |
| Figura 174. Agrupación de edificaciones en Calvià con riesgo de incendio elevado en las zonas IUF. | 81 |
| Figura 175. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF muy densas y zonas densas. | 82 |
| Figura 176. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF agrupadas y zonas aisladas..... | 82 |
| Figura 177. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF solitarias..... | 83 |
| Figura 178. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en el municipio de Calvià | Anexo |
| Figura 179 a 200. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustibles en las distintas zonas IUF/IAUF del municipio de Calvià..... | Anexo |
| Figura 201. Perfil de desbroce alrededor de las edificaciones en zonas IUF..... | 84 |

Índice de acrónimos

AAPI: Áreas de Asentamiento dentro de Paisaje de Interés.

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología.

ANEI: Área Natural de Especial Interés.

ARIP: Áreas rurales de Interés Paisajístico.

BTA: Base Topográfica Armonizada.

BTIB: Base Territorial de las Islas Baleares.

BTN: Base Territorial Nacional.

DGPCE: Dirección General de Protección Civil y Emergencias.

FAO: Food and Agriculture Organization.

FCC: Fracción de Cabida Cubierta.

GIF: Grandes incendios forestales.

GOIB: Govern Illes Balears.

IAUF: Interfaz agro/urbano-forestal.

IBANAT: Institut Balear de la Natura.

IBESTAT: Instituto Balear de Estadística.

IDEIB: Infraestructura de Datos Espaciales de las Islas Baleares.

IFN: Inventario Forestal Nacional.

INFOBAL: Plan de emergencias ante el riesgo de incendios forestales en las Islas Baleares.

IUF: Interfaz urbano-forestal.

LIC: Lugar de interés comunitario.

LiDAR: Light Detection and Ranging or Laser Imaging Detection and Ranging.

MB: Mapa Base.

MT: Mapa Topográfico.

PGOU: Plan General de Ordenación Urbana.

PRIZTC: Plan de Rehabilitación Integral de Zonas Turísticas de Calvià.

PNOA: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea.

RD: Real Decreto.

SIG: Sistemas de información geográfica.

SIGPAC: Sistema de información geográfica de Parcelas Agrícolas.

SITIBSA: Servicio de Información Territorial de las Islas Baleares.

TIC: Tecnologías de Información y Comunicación.

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

WUI: Wildland Urban Interface.

ZEPA: Zonas de Especial Protección para las Aves.

1. INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

A día de hoy, la información geográfica resulta imprescindible en el proceso de toma de decisiones territoriales (Sancho, 2001). Más aún, los sistemas de información geográfica (SIG) tienen una amplia difusión en el mundo forestal donde resultan imprescindibles para todo tipo de actuaciones. Es por esto que los SIG son fundamentales ya que permiten (Olaya, 2014):

- La lectura, edición, almacenamiento y, en términos generales, la gestión de datos espaciales.
- El análisis de los datos. Esto incluye desde consultas sencillas a la elaboración de modelos complejos, que se pueden llevar a cabo tanto sobre la componente espacial (localización de cada valor) como sobre la componente temática (el valor o elemento en sí).
- La generación de resultados tales como mapas, tablas, gráficos, etc.

Muchas de estas actuaciones a través de los SIG o la teledetección se fundamentan en la prevención, detección, extinción, evaluación de la regeneración natural y restauración del paisaje. En otras palabras, se han convertido en una piedra angular en temas de Ordenación del Territorio y de gestión de incendios.

De manera paralela, las palabras incendio y Mediterráneo siempre se han visto relacionadas. Aunque los incendios sean un factor natural propio de estos ecosistemas, en los últimos años se ha cuantificado un número mayor de incendios (Bodi et al., 2012). Es más, un gran número de éstos adquieren grandes dimensiones, dificultando los medios de extinción y la imposibilidad del ecosistema para poder regenerarse. Además, uno de los factores que incrementa la peligrosidad ante estos fenómenos es el desarrollo de situaciones en las que estas manifestaciones de inestabilidad ambiental afectan o pueden afectar a edificaciones y a zonas urbanizadas (Galiana, 2012). Con frecuencia, ante un incendio siempre se habla del daño ambiental o de la protección del medio ambiente, sobre todo si el incendio se produce y se propaga por el monte. Sin embargo, las prioridades cambian cuando los incendios se aproximan a las edificaciones y a las zonas urbanizadas.

En las Islas Baleares el riesgo de incendio es bastante importante por múltiples motivos. Por un lado, las características orográficas y climáticas. Por otro lado, el estado actual de las masas forestales y de la peligrosidad de los modelos de combustible presentes, junto al abandono de la agricultura. A todo esto, hay que añadirle una fuerte presencia humana por el turismo en temporada alta. Por todo ello, resulta de gran importancia el incremento de las superficies de interfaz urbano–forestal. A pesar de esto, hay una carencia de normativas por parte de los Servicios Forestales y la Administración para prevenir los incendios en estas áreas, un escaso cumplimiento de las áreas de prevención y una insuficiente concienciación social, lo que provoca que aumente la siniestralidad.

Ante esta situación, el Servicio Forestal de las Islas Baleares no ha elaborado aún, en fechas recientes, un plan de gestión en prevención/autoprotección de riesgo de incendio para las zonas de interfaz agro/urbano–forestal (IAUF) y, sobre todo, para las zonas de interfaz urbano–forestal (IUF) en las Islas Baleares. No obstante, si existen proyectos piloto en las Baleares en los que se ha trabajado en esta temática (Caballero y Quesada, 2010; Caballero y Torres, 2012), pero son ya de hace unos años y con metodologías distintas.

En el abril del 2019 la empresa Meteogrid elaboró un mapa de combustibles forestales en las Islas Baleares, con alta resolución espacial, clasificados según Rothermel (1972) y Albini (1976). De ser así, la identificación y modelado de la combustibilidad asociada a cada paisaje forestal, plenamente acorde a la realidad del ambiente mediterráneo, constituye un instrumento de apoyo para facilitar la optimización de las infraestructuras preventivas y mejorar pronósticos a largo plazo sobre el comportamiento del fuego en los planes de ataque de grandes incendios forestales en las Baleares (GIF) (Meteogrid, 2019).

Así, ante la actualización a la fecha de la entrega, junto a las aportaciones de miembros del Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares en otros proyectos y la ayuda del Servicio de Información Territorial de las Baleares (SITIBSA) en materia de información cartográfica lo más actualizada posible, se ha enmarcado el presente trabajo.

A pesar de querer realizar inicialmente este estudio a una escala regional, para el conjunto de las Islas Baleares, a consecuencia de la duración del trabajo, se ha realizado sobre un municipio piloto. En este caso, se ha elegido el municipio de Calvià, donde han ocurrido una cantidad relevante de siniestros de incendios. A parte de esto, los motivos por los cuales se ha elegido son los siguientes: se trata de uno de los municipios donde confluyen más número de habitantes después de la capital; muchas de las edificaciones que se procede a analizar están construidas bajo grandes masas forestales, en zonas de orografía abrupta o severa y en zonas protegidas, con infraestructuras y alojamientos turísticos detrás de ellas, como consecuencia, se incrementa su peligro, su riesgo y más aún su vulnerabilidad.

La elaboración del trabajo se ha realizado, en la medida de lo posible, en SITIBSA con un total de 300 h repartidas durante los meses de julio, agosto y septiembre, de lunes a viernes por la mañana. Para la realización de este, he sido apoyado por un equipo multidisciplinar formado por: Francisco José Darder, topógrafo, director técnico y jefe del Área de Cartografía y Geodesia; Joan Alorda, jefe de la unidad de SIG TIC; Tomeu Alcover, técnico en SIG; y Miguel Àngel y Rosa Amengual, como técnicos cartográficos.

No obstante, durante la realización de las prácticas y elaboración del presente trabajo también ha sido necesario realizar una serie de reuniones en la Conselleria de Medi Ambient, en la sección del Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares, para ir perfilando y gestionando las variables que intervienen en el modelado del riesgo de incendio, es decir, como uno de los criterios experto. Por tanto, es necesario mencionar las aportaciones de Joan Santana Morro, ingeniero forestal, Luis Berbiela, ingeniero de montes y jefe del Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares, Estanislao de Simón, ingeniero de montes, y finalmente Oriol Domenech, ingeniero forestal, Servicio de gestión forestal y protección del suelo.

2. EL MODELADO DEL RIESGO DE INCENDIO – ESTADO DE LA CUESTIÓN

Según la Norma ISO45001, el concepto de peligro se define como una fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daños físicos o combinación de éstos. En cambio, el riesgo se define como la combinación de factores y su probabilidad para que un fenómeno o acto suceda de manera peligrosa por la gravedad del daño que pueda ocasionar dicho suceso. El peligro se corresponde con los factores que, independientemente de hacia quien va dirigido, generan un evento no deseado y, en cambio, en el riesgo se antepone el potencial de daño y la probabilidad de que pueda suceder ese hecho (Chuvieco et al., 2010).

En materia de incendios, la FAO define el peligro de incendio como el resultado, expresado en un índice, de los factores que afectan a la ignición, propagación y daños que este genera, es decir, la vulnerabilidad (Castillo et al., 2011). Por lo tanto, esta definición engloba muchas variables que pueden estar relacionadas con un incendio. Por otro lado, el riesgo de incendio lo atribuye a la probabilidad de que el fuego se inicie bajo la presencia y actividad de agentes causantes, detonantes y la cantidad de hojarasca, la cual estará expuesta en un periodo determinado. En la bibliografía sobre riesgos naturales, como los incendios, son muchos los autores que hablan sobre esta temática diferenciando distintos componentes. Algunos les dan más importancia a unos criterios, otros a la manera de caracterizar el riesgo, etc. No obstante, en la mayoría establecen un mismo esquema. En este trabajo se ha partido del esquema conceptual diseñado por Chuvieco et al. (2004, Figura 1).

Dentro de este esquema sobre el riesgo se diferencian dos ramas, la probabilidad de ocurrencia de un incendio y la vulnerabilidad o daño potencial. La probabilidad de que un incendio ocurra se debe a dos bloques de factores: al peligro asociado a que el fuego se inicie (ignición) y al peligro de que se propague. Por norma general, un incendio siempre puede ocurrir en cualquier punto geográfico siempre y cuando en ese punto haya material combustible, es decir, condiciones de inflamabilidad. No obstante, el efecto detonante es el agente que causa ese incendio. Dicho agente puede ser tanto natural, como por ejemplo un rayo o una erupción volcánica, como un agente antrópico, las personas (ya sea de manera directa o indirecta).

Por otro lado, la propagación de un incendio, junto al comportamiento del fuego, está condicionada en gran medida por la topografía del terreno en la que se sitúa el incendio, el tipo de modelo de combustible y las condiciones meteorológicas adversas que pueda haber en ese momento. Son numerosos los proyectos enmarcados en el modelado del peligro de propagación de un incendio. Con frecuencia, son útiles para desarrollar trabajos de prevención, para conseguir que se extingan, evitar la propagación o elaborar planes o estrategias para que no se produzcan. Tales es el caso del proyecto FIREMAP, generando un modelo de peligro de incendio a través de Teledetección y SIG (Chuvieco et al., 2007) originando un modelo matemático para la predicción del fuego, etc.

Por último, la vulnerabilidad se corresponde con los efectos potenciales del fuego derivados de la propagación y la severidad del fuego y por la valoración de los recursos afectados; puede ser analizada en tres diferentes dimensiones que caracterizan el medio forestal: ambiental, productiva y socio-recreativa. Es decir, la vulnerabilidad se asocia en gran medida al daño potencial o el grado de pérdida que pueda ocasionar, en este caso, un incendio.

El resultado de peligro y vulnerabilidad se corresponde con el riesgo. En otras palabras, el riesgo se define como los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a eventos físicos, tanto naturales, socio-naturales, tecnológicos, etc. (Mejía, 2017). Con frecuencia, para este tipo de resultado se utiliza una fórmula o índice que caracteriza el daño potencial que puede ocasionar tal evento. Otro rasgo a tener en cuenta en el análisis del riesgo de incendio, según Castro y Chuvieco, es la escala espacial y temporal en la que se trabaja. Respecto a la espacial, la escala local, se centra en áreas de tamaño más reducido donde se adaptan los planes específicos en la lucha contra incendios para regiones o provincias (citado en Chuvieco et al., 2004).

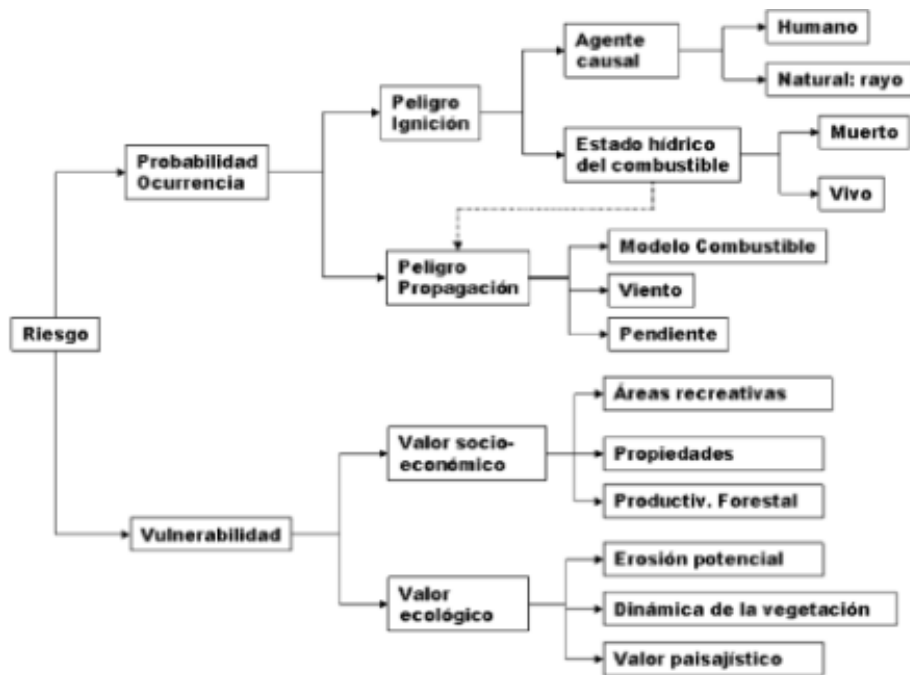


Figura 1. Esquema conceptual del modelado del riesgo de incendio según Chuvieco et al. (2004).

En cuanto a la temporal, ésta se diferencia entre corto plazo y largo plazo. Sobre el primero se utilizan índices que trabajan de manera diaria junto a estaciones de meteorología o incluso imágenes de satélite donde la resolución temporal es diaria (como MODIS). En cambio, en la escala del largo plazo se utilizan variables que se consideran más estables en el tiempo, las cuales afectan tanto a la ignición como a la propagación. Dentro de este apartado se centran las características topográficas como la orientación o la pendiente, los modelos de combustibles o las relacionadas con las características humanas, etc. Gracias a estos análisis a largo plazo se puede llevar a cabo todo tipo de medidas de prevención, como por ejemplo la instalación de torres de vigilancia o establecer áreas de cortafuego en aquellas zonas de mayor riesgo.

A pesar de esto, en los entornos mediterráneos es muy difícil modelar las características humanas, ya que en la mayoría de incendios los causantes son las personas. Numerosos autores integran dos perspectivas a la hora de modelar el factor humano; por un lado, el método deductivo, generando información cartográfica de riesgo a partir de la superposición de la información, por otro, el método inductivo materializado con un análisis exploratorio de ocurrencia de incendio y por las características generales del territorio (Chuvieco et al., 2004).

Otro gran paso a la hora de modelar el riesgo de incendio es la elección del método de integración de las distintas variables. Dentro de la bibliografía encontrada se distinguen cuatro tipos de aproximaciones metodológicas para modelar el riesgo (Chuvieco y Salas, 1996 y Salas y Chuvieco, 1994, citados en Chuvieco et al., 2004):

- Modelos cualitativos, a partir del conocimiento de expertos.
- Métodos cuantitativos, basados en evaluaciones multicriterio u otros similares.
- Técnicas de regresión en las que se aplican estimaciones de tipo estadístico para explicar la ocurrencia.
- Métodos físicos basados en información meteorológica o propagación del fuego.

Los modelos cualitativos se basan en la definición de categorías de riesgo (bajo, medio, alto) a partir de la toma de decisiones de expertos en extinción y prevención. Por tanto, los pesos van en función en cómo perciben éstos el riesgo. Los inconvenientes de este método son la subjetividad que pueda provocar los grados de peligro y el carácter local.

Los métodos cuantitativos se basan en la ponderación selectiva de variables de riesgo; se asemejan a los métodos cualitativos, pero el índice se realiza a partir de una fórmula o índice. Gracias a estos índices o fórmulas se establece un gradiente de riesgo, es decir, el nivel del riesgo se atribuye a unos valores numéricos acordes con el índice, los cuales se pueden clasificar en diferentes categorías de riesgo.

Por otro lado, los métodos de regresión se sustentan en pesos asignados a las variables a partir de la aplicación de un análisis de regresión. En este análisis, la ocurrencia constituye la variable dependiente y las variables explicativas del riesgo son las independientes. Por otra parte, existen otros métodos, como el análisis de redes neuronales; se trata de un conjunto de procesadores simples (nodos) que poseen una cantidad pequeña de memoria y se encuentran conectadas entre sí por unos canales de comunicación (conectores), que llevan información numérica codificada de manera distinta (Chuvieco et al., 2004).

Finalmente están los modelos físicos o de comportamiento del fuego. Entre los muchos existentes se pueden destacar, por ejemplo, FARSITE o BEHAVE. El primero se trata de un simulador que permite generar contornos de propagación del fuego, expresar variables de comportamiento delante del fuego, representar la existencia y crecimiento de focos secundarios e incluir acciones contra los incendios por parte de medios terrestres y aéreos. BEHAVE permite predecir el comportamiento del fuego con estrategias de gestión y organización (Llobera, 2017).

3. OBJETIVOS

Dada la importancia que tiene la gestión del riesgo de incendio en las zonas de IAUF, por las actividades agrarias, y las de IUF, por la convergencia entre edificaciones y masas forestales en las Islas Baleares, ante la carencia de recursos (normativas y concienciación social) y la posibilidad de modelar el riesgo de manera cualitativa y semicuantitativa con el apoyo de la opinión de expertos y la generación de índices/formulas, se ha considerado oportuno modelar el riesgo de incendio en las zonas de IAUF e IUF en el municipio piloto de Calvià, Mallorca.

A pesar de la subjetividad, el fuerte carácter local que pueda conllevar el método cualitativo o el impedimento de aplicarlo a otras áreas de estudio, la utilización de la fórmula genérica del riesgo a través de un método semicuantitativo y la coordinación de la toma de decisiones a través de ingenieros de montes, geógrafos y topógrafos, se pretende establecer una metodología cualitativa basada en pesos ponderados para la estimación del riesgo. De esta forma, el hecho de intercalar dos metodologías y tres disciplinas diferentes servirá para concienciar a la población. Todo ello se aborda desde el conocimiento de las limitaciones asociadas a la categorización habitual (bajo, medio o alto) y al hecho, señalado por parte de la bibliografía consultada, de que tal proceder no aporta información suficiente para definir con precisión los grados de riesgo realmente existentes en el territorio.

Combinando una escala local, un análisis temporal a largo plazo, donde las variables son más estables, y un método inductivo para los factores humanos, se ha procedido a la ejecución de una serie de objetivos secundarios de doble naturaleza para abordar este trabajo:

De orden metodológico:

- Delimitar las zonas de IUF/ IAUF en la zona de estudio a partir de las características del territorio y la normativa vigente, con el fin de fomentar las acciones preventivas a colectividades o particulares.

De carácter temático:

- Generar la cartografía de las zonas de riesgo de incendio a partir del peligro de ignición y de propagación y de la estimación de la vulnerabilidad, tanto en las zonas de IAUF como de IUF.
- Localizar y cuantificar las zonas de mayor prioridad para la futura prevención frente al riesgo de incendio a partir de la delimitación de las distintas zonas.
- Apuntar posibles soluciones en la gestión de los modelos de combustible en aquellas zonas de IUF de mayor prioridad, con objeto de reducir la carga de combustible.

4. ÁREA DE ESTUDIO E INFORMACIÓN UTILIZADA

4.1. Caracterización del territorio en relación con los incendios

Calvià es un municipio de Mallorca situado en la parte Suroeste de la isla, situado entre Andratx al Oeste, la capital Palma al Este y al Norte Estellencs y Puigpunyent (Figura 2). En la parte Sur del municipio cuenta con una costa muy recortada de aproximadamente 39 km. En cuanto a la orografía, al Este está atravesado por dos alineaciones paralelas de la Sierra de Tramuntana; por un lado, en la parte más al Norte, está el monte del Galatzó (zona más elevada con 984 m sobre el nivel del mar) y de s'Escalop, el cual termina en la zona de Peguera y Cala Fornells. En cambio, la otra alineación está conformada por el Puig de na Bauçà y de Benàtiga, donde aparece otra Sierra, la de Na Burguesa; dicha Sierra termina en el mar por el Puig d'en Saragossa y los acantilados de Cala Figuera. En esta terminación, a pesar de la más abrupta orografía que conforma esta zona más litoral, la ocupación humana ha sido intensa y homogénea en cuanto a función residencial y turística (Seguí, 2006).

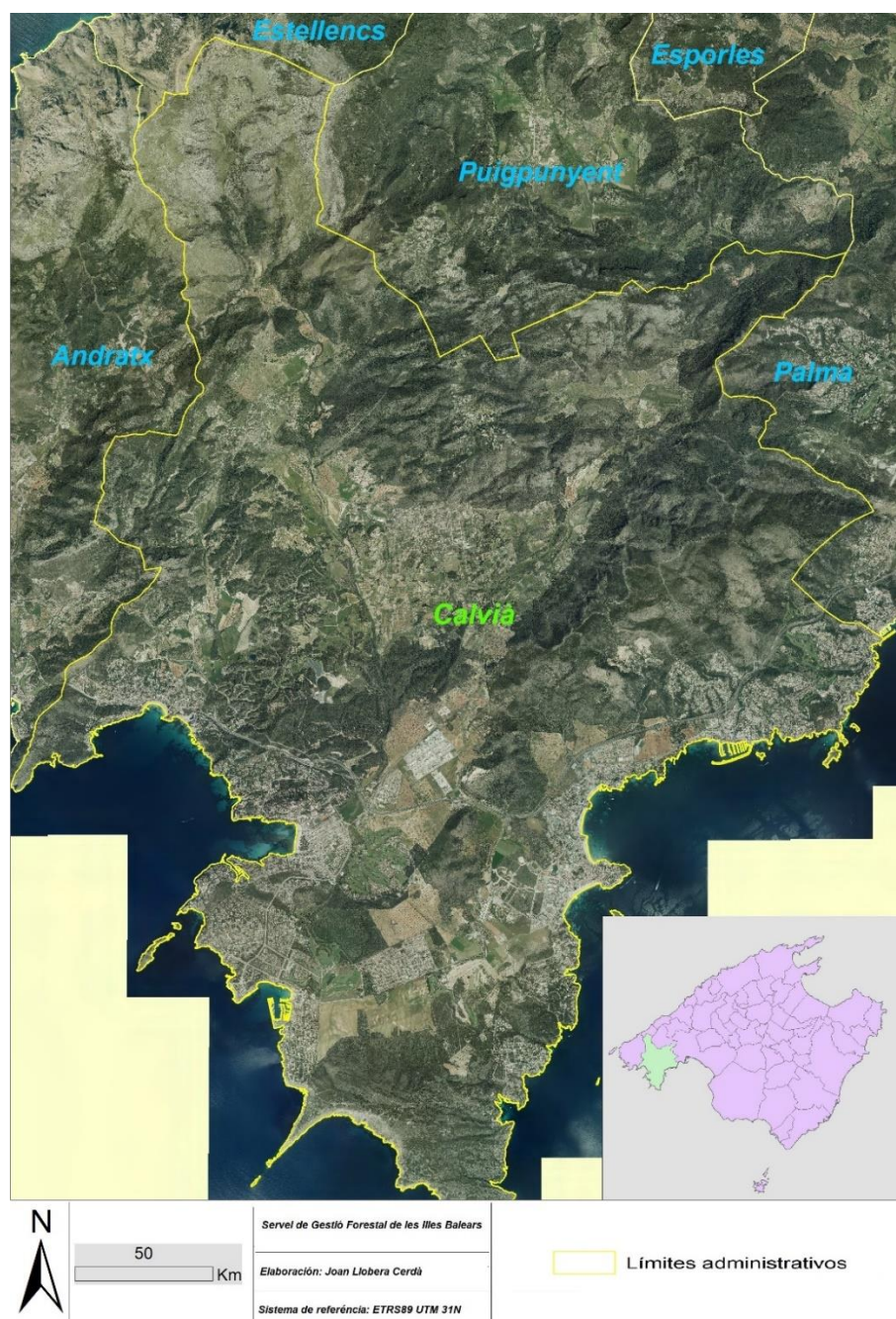


Figura 2. Zona de estudio: localización del municipio de Calvià.

Según el Instituto Balear de Estadística (IBESTAT), Calvià tiene una superficie total de 14.490,84 ha (145 km²). Se trata del noveno municipio de Mallorca con más superficie. No obstante, se trata del segundo municipio después de la capital, Palma de Mallorca, con mayor número de habitantes. En especial, en 2018 según IBESTAT se ha registrado una población de 49.333 habitantes repartidos en 28 núcleos de población, de los cuales el 39% son nacidos en las islas y el 34% son extranjeros (Figura 3).

Por lo que respecta a la climatología, al tratarse de una zona mediterránea, se caracteriza por veranos cálidos y secos, con precipitaciones escasas y un invierno templado. Según la AEMET, las temperaturas oscilan entre los 28° C en verano y 14° C en invierno; por tanto, con un clima suave en invierno y muy caluroso y seco en verano. Asimismo, según el ayuntamiento de Calvià, las precipitaciones medias van de 313,54 mm, de acuerdo con la estación situada en el faro de Cala Figuera, hasta unos 863,48 mm en Galatzó, situado en la parte Norte del municipio.

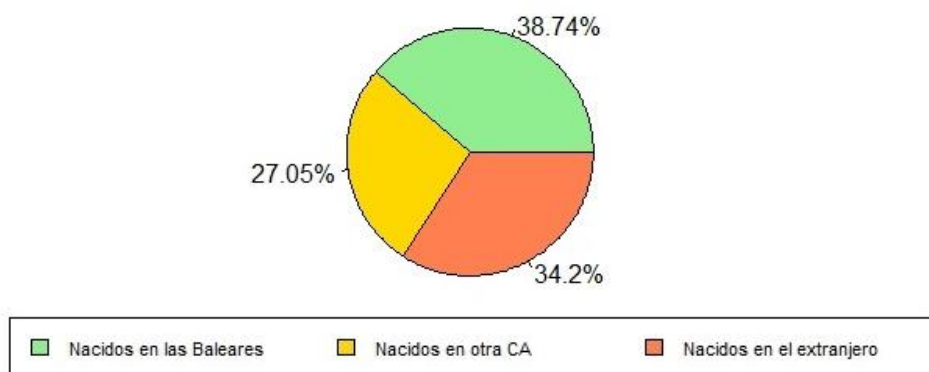


Figura 3. Población de Calvià en 2018 según lugar de nacimiento (%). Fuente: Ibestat.

En la actualidad, el paisaje que conforma Calvià ha recibido un fuerte impacto del proceso de expansión urbanística, modificando la línea de costa y una parte importante de los terrenos de la parte central. De manera contraria a los paisajes pre-turísticos, han aparecido varios modelos muy variados, desde áreas residenciales de baja densidad, hasta urbanizaciones con casas entre paredes medianeras y áreas colapsadas por la proliferación de apartamentos y establecimientos turísticos (Seguí, 2006). En consecuencia, se trata de un municipio en el que el sector terciario está muy presente, que incluye zonas urbanas como Magaluf o Palmanova consideradas áreas turísticas maduras. Analizando la evolución en la edificación se puede apreciar cómo el aumento de la población ha implicado el crecimiento exponencial de la edificación (Figura 4).

De manera paralela, el hecho de aumentar la edificación conlleva la disminución de la superficie vegetal sobre el territorio en el que se edifica con un cambio en los usos del suelo debido al crecimiento del turismo. A todo esto, se contraponen las zonas interiores que marcan el paisaje anterior a estos procesos de urbanización. No obstante, cada vez son más los procesos de abandono de zonas agrarias, con un aumento de las viviendas o alojamientos turísticos y un deterioro de las zonas forestales con un incremento de los modelos de combustible.

En cuanto a las zonas ambientales, en Calvià existe toda una serie de zonas protegidas. Por un lado, según la Ley de Espacios Naturales, la parte Norte del municipio incluye ANEIS (Áreas Naturales de Especial Interés), ARIP (Áreas rurales de Interés Paisajístico) y AAPI (Áreas de Asentamiento dentro de Paisajes de Interés). A su vez, estas zonas se consideran parajes naturales o reservas naturales especiales, ya que confrontan parte de la Sierra de Tramuntana, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Por otro lado, según la Red Natura 2000, esa misma zona Norte y la parte Sur del término municipal está señalado por zonas LIC y ZEPAS. En especial, según IBESTAT, del total de superficie, 12.458,24 ha se corresponden con superficie protegida. De toda esta superficie, el 51% se corresponde con ANEI (Figura 5).

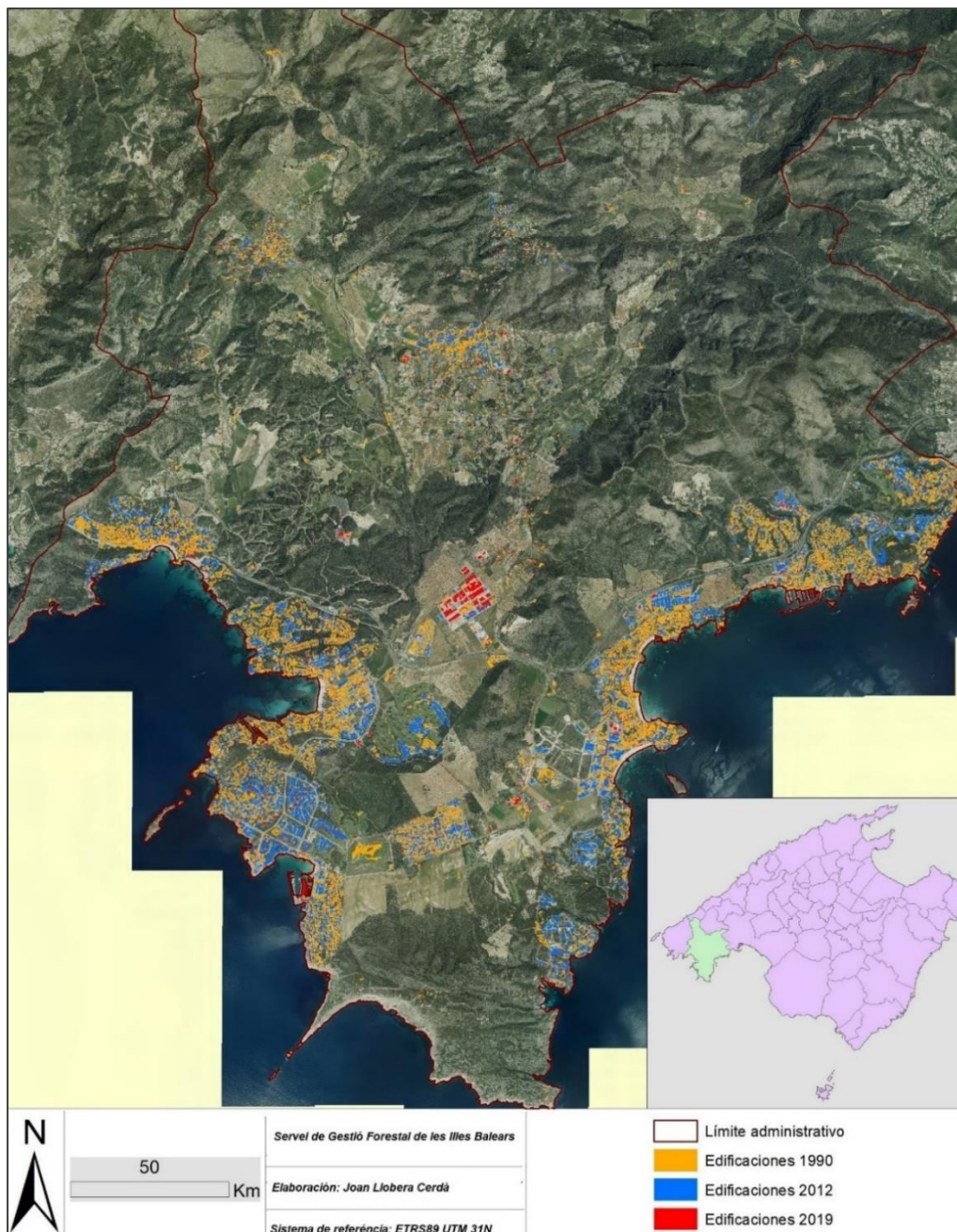


Figura 4. Evolución de la edificación en el municipio de Calvià (1990–2019).

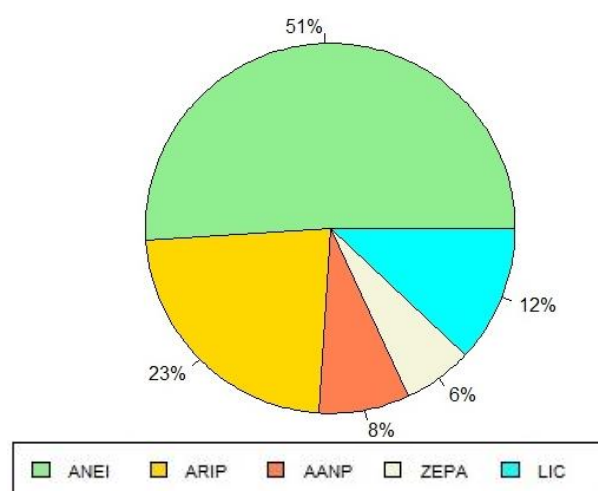


Figura 5. Porcentaje de superficie protegida en el municipio de Calvià. Fuente: IBESTAT

4.1.1. Incendios forestales en las Islas Baleares y en Calvià

Según la estadística de incendios forestales registrada en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, desde 2015, en la cuenca mediterránea se han registrado más de 2.500 siniestros con un total de 20.202,05 ha de superficie forestal afectada. En las Islas Baleares, desde 2009 hasta 2018 se han registrado 998 incendios (Figura 6). Sin embargo, 2018 ha sido uno de los más bajos de los últimos años en número de siniestros y en superficie forestal afectada (Figura 7).

| Dades acumulades per any fins | | | | 31/12 |
|-------------------------------|---------------|---------|-----------|------------------|
| Superficie (ha) | Sup. forestal | Arbrat | Desarbrat | Total siniestres |
| 2009 | 109,6 | 52,2 | 57,4 | 117 |
| 2010 | 605,8 | 431,2 | 174,7 | 100 |
| 2011 | 2.341,4 | 1.699,1 | 642,3 | 158 |
| 2012 | 404,7 | 187,8 | 216,9 | 147 |
| 2013 | 2.845,5 | 1.022,6 | 1.822,9 | 90 |
| 2014 | 60,3 | 17,0 | 43,3 | 103 |
| 2015 | 106,7 | 33,9 | 72,8 | 77 |
| 2016 | 229,8 | 86,1 | 143,7 | 113 |
| 2017 | 167,3 | 48,8 | 118,5 | 93 |
| 2018 | 27,3 | 22,8 | 4,5 | 72 |

Figura 6. Ocurrencia de incendios en las Baleares, 2009-2018. Fuente: Conselleria de Medi Ambient, Agricultura i Pesca.

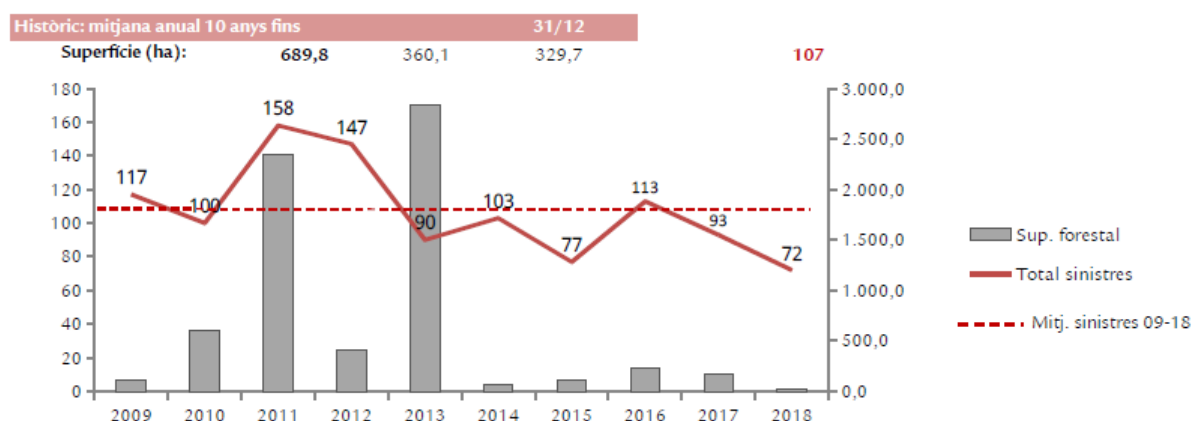


Figura 7. Número de incendios y superficie afectada, media decenal, 2009-2018. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca.

En el municipio de Calvià, según el Servicio Forestal de las Islas Baleares, se han registrado unos 200 siniestros comprendidos entre el 1970 y el 2018. Sin embargo, hasta el año 1992 no se han digitalizado y cartografiado en plataforma digital (Figura 8, en Anexo). Es más, a partir de 1992 se han utilizado técnicas de teledetección para cartografiar el perímetro de los incendios con distintas técnicas como el índice NBR (Figura 9, en Anexo); por lo tanto, con anterioridad a este tan solo están registrados según INFOBAL a partir de técnicas tradicionales.

4.1.2. La ocurrencia de incendios en el área de estudio

Históricamente, como ya se ha mencionado, Calvià ha sido afectado por numerosos siniestros a lo largo de los años. Desde que se cartografían e integran en un SIG, sin tener en cuenta el incendio de Andratx de 2015, que afectó en cierta parte a Calvià y se trata de uno de los incendios más devastadores producidos en las Islas Baleares (Domenech, 2015), los incendios más significativos son el de 1993, el incendio con mayor superficie quemada, con un total de 572 ha quemadas aproximadamente y, anterior y posterior a este, los incendios de 1986 y 1995, con 247 ha y 200 ha quemadas (Figura 9, en Anexo).

Realizando un exploratorio de la ocurrencia de incendios, según la estadística de incendios proporcionada por el Servicio Forestal entre 2005 y 2015, en Calvià, el 41% de los incendios fueron intencionados, es decir, por factor humano (Figura 10). Los demás agentes causantes a tener en cuenta son los de causa natural (rayo) con un 16%, los fumadores con un 10% y finalmente los trabajos forestales y las hogueras con un 8%. Por último, aparecen en menor medida causas como las líneas eléctricas, los motores y las maquinas, los fuegos artificiales, las quemas agrícolas y otras negligencias sin especificar o desconocidas. Por lo tanto, principalmente se debe a negligencias o intencionados y en menor medida por causa natural.

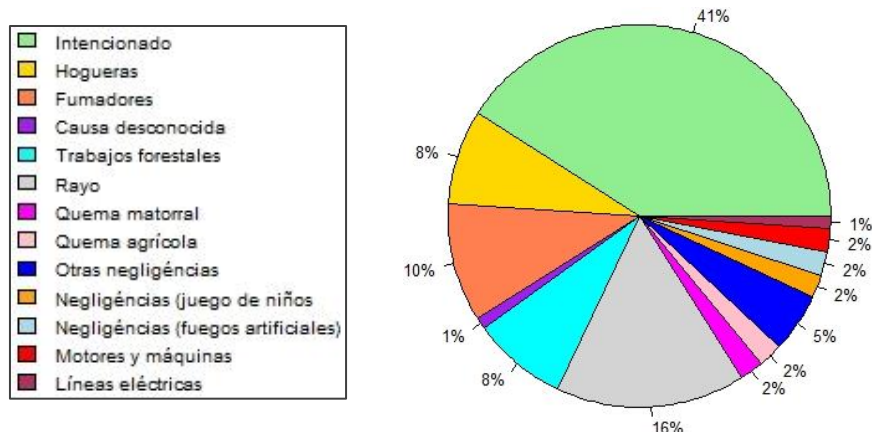


Figura 10. Causalidad de los incendios en el municipio de Calvià, 2005-2015.

4.2. La interfaz urbano-forestal y agro/urbano-forestal

La aceleración de la urbanización de las tierras fronterizas con los espacios agrícolas, primero, y posteriormente con zonas forestales, compromete a replantear muchas de las políticas en temas de prevención de incendios forestales vigentes hasta ahora, ya que son ineficientes (Calviño-Cancela et al., 2016). Por lo tanto, la sociedad busca un contacto con la naturaleza sin tener en cuenta que se sitúa en zonas de alto riesgo ante la posibilidad de un incendio forestal.

Son numerosos los autores que especifican el concepto de IUF o, en inglés, *Wildland Urban Interface* (WUI). Según Davis, citado por Castillo et al. (2011), se trata de una franja o zona donde el componente humano (zonas edificadas) coexiste en un gradiente espacial con tierras ocupadas por actividades agrícolas, forestales u otro tipo de uso distinto a la ocupación en infraestructura. Por otro lado, Vince, citado por Galiana (2012), lo simplifica diciendo que se trata de zonas en las que el terreno forestal está en contacto con zonas edificadas. Caballero (2012) define el concepto como aquellas partes del territorio en las que las edificaciones o instalaciones que sirven de vivienda o están ligadas a actividades humanas entran en contacto o se entremezclan con la vegetación propia del terreno forestal. Dicha configuración del espacio se denomina “mesoescala”, la cual se entiende a nivel de urbanización (Pascual et al., 2017).

Asimismo, el interés de los Servicios Forestal por identificar estas zonas es de suma importancia de cara a la prevención y gestión de los espacios habitados con un alto riesgo de incendio por dos motivos (Chas Amil et al., 2013):

1. La IUF está vinculada con un incremento del peligro forestal, dada la presencia de actividades socioeconómicas en las que aumenta el riesgo de incendio por negligencia o intencionalidad.
2. Se relacionan con una mayor vulnerabilidad a los incendios, ya que la población que reside cerca del monte o en zonas forestales aumenta significativamente la probabilidad de que dichas áreas sufran daños económicos por causa del fuego.

Por tanto, la identificación de estas zonas ofrece una información muy relevante para la gestión del territorio y la minimización a largo plazo del riesgo de incendios en estos espacios en contacto con las zonas forestales y las edificaciones.

Así pues, al tratarse de zonas de contacto con edificaciones se caracterizan como eventos catastróficos donde el factor ambiental ya no prima y se convierten en más importantes las pérdidas humanas, su seguridad y sus bienes. Sin embargo, el impacto ambiental que producen estas situaciones de riesgo son el consumo del territorio, apareciendo cada vez más en terrenos agrícolas despoblados o abandonados, la pérdida de la biodiversidad, la fragmentación de los distintos hábitats, una excesiva posibilidad, la ocupación o invasión de especies invasoras, el elevado consumo de agua o el coste elevado por parte de las administraciones por el mantenimiento de infraestructuras o servicios (Frédérique et al., 2006).

De este modo, los espacios que antes se consideraban ordenados, aparecían zonas forestales combinadas con usos agrarios pero habitados por población con tradición rural, ahora se han convertido en zonas urbanas (ya sean solitarias, aisladas, agrupadas o densas) donde viven en estos entornos como espectadores que se desvinculan de las características del lugar. Es decir, buscan contacto directo con la naturaleza primando de libertad, pero olvidan la dependencia a la colectividad para afrontar o prevenir conflictos territoriales como los incendios (Badía y Mira, 2007).

A pesar de esto, como ya se ha indicado, no sólo se considerará la IUF, sino también, en función de los intereses del Servicio Forestal del Gobierno Balear y de los posibles elementos susceptibles de provocar y/o propagar un incendio, la IAU, entendida ésta, análogamente a la IUF, como la zona de conexión entre lo forestal y las superficies de uso agrícola y urbano. No obstante, aparece poca bibliografía al respecto en el que se hablan de dichas zonas, ya que en la mayoría lo consideran como IUF.

4.3. Información digital utilizada para el modelado del riesgo

La información utilizada para realizar el modelado del riesgo queda comprendida en 7 bases de datos (Figura 11, en Anexo):

- | | |
|---|---------------------|
| ▪ Repositorio de SITIBSA | ▪ SIGPAC |
| ▪ BTIB (Base Territorial de las Islas Baleares) | ▪ GOIB |
| ▪ Mapa Base. | ▪ Servicio Forestal |
| ▪ Mapa Topográfico (1:25000) | |

Repositorio de SITIBSA

El repositorio de SITIBSA, al tratarse del Servicio de Información Territorial de las Islas Baleares, es una de las bases de datos más actualizada en el territorio insular. Trabajan en la actualización y generación de la información cartográfica y territorial de diferente índole. Dentro de este se han seleccionado numerosas capas que han servido para modelar el riesgo de incendio. Por un lado, se ha seleccionado el cableado eléctrico, que incluye las líneas tanto de alta o media tensión y si están en superficie o subterráneo (Figura 12, en Anexo); además, en formato punto se ha utilizado la localización de las torres de tendido.

Por último, cabe destacar el límite administrativo del municipio de Calvià y las vías de comunicación, las cuales se diferencian entre camino, sendas, carreteras convencionales, urbanas y autopistas (Figura 13, en Anexo). Aparte de esta información, también se ha utilizado en Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de 2x2 m elaborado a partir del primer vuelo PNOA, de 2014 en la isla, para el análisis de la topografía; de él se han derivado la pendiente y la orientación.

Base Territorial de las Islas Baleares (BTIB)

El BTIB es una base de datos que ofrecen SITIBSA a partir de la actualización de la cartografía que se inició en el 2008 y fotografía aérea de los distintos años. Por tanto, es una transformación del mapa topográfico a una escala de 1:5.000. La clasificación sigue las del BTN (Base Topográfica Nacional) y del BTA (Base Topográfica Armonizada).

Las capas que se han seleccionado han sido, por un lado, las zonas de extracción ganadera (polígonos) donde se observa su estado de actividad principalmente. También se han recogido distintas instalaciones en formato punto como las deportivas, educativas y las sanitarias (Figura 14, en Anexo). Por otra parte, se ha utilizado la información de los usos del suelo con la información de vegetación en formato polígono; en especial, la vegetación urbana y los cortafuegos.

Otro rasgo a tener en cuenta, han sido los monumentos, en formato punto en función de su tipología, y los parques y jardines, donde se destacan los campos de golf o la vegetación alrededor de las autopistas o rotondas. Por último, se han recogido los parques de atracciones.

Mapa Base

En el visor de la IDEIB (Infraestructura de Datos Espaciales de las Islas Baleares) de SITIBSA aparece el mapa base a una escala 1:5.000. En él se han recogido las edificaciones actualizadas a agosto de 2019. Dichas edificaciones están separadas en 3 subconjuntos: edificaciones genéricas (viviendas), edificaciones agrupadas (se refiere a parroquias), edificaciones ligeras (cobertizos) y edificaciones industriales o comerciales. De forma paralela, el ayuntamiento de Calvià realizó una cartografía similar a 1:1.000 a partir del segundo vuelo PNOA, de 2018; a partir de un análisis de geoprocésamiento se ha pretendido mantener las edificaciones lo más actualizadas posible.

Mapa Topográfico

Dado que SITIBSA trabaja en el BTIB se ha utilizado también el Mapa Topográfico a 1:25.000 para analizar la evolución de las edificaciones comprendidas entre los años 1990 y 2010. Así se observa el número de edificaciones que se han construido en 20 años, sumando también las edificaciones mencionadas anteriormente.

SIGPAC

El Sistema de Información Geográfica de las Parcelas Agrícolas permite identificar las parcelas declaradas por los agricultores y ganaderos a una escala de 1:10.000 desde 2005 y actualizada según los metadatos de la IDEIB el 3 de enero de 2019 (Figura 15, en Anexo). De este modo se procederá a separar las zonas de interfaz urbano forestal y agro urbano forestal.

GOIB

En la página web del Gobierno de las Islas Baleares existe un catálogo con distintas bases de datos abiertas de distinta temática. De él se han recogido las viviendas y alojamientos turísticos oficializados, es decir, que presentan su acreditación oficial, por tanto, no se trata de ilegales (Figura 16, en Anexo).

Servicio Forestal de las Islas Baleares

A pesar que SITIBSA es un Servicio de Información a nivel insular sobre cualquier tipo de temática y que el Servicio Forestal esté dentro de la misma Conselleria, este último tiene una base de datos propia en materia de gestión forestal. En especial, tiene información cartográfica sobre la caracterización del territorio y en materia de incendios, en análisis del riesgo y en temas de prevención y extinción. Por eso, se han seleccionado de él las Figuras LEN, las Figuras de la Red Natura 2000 (Figura 17, en Anexo), las zonas de cortafuegos, para sumarlas a lo disponible en SITIBSA, y el Cuarto Inventario Forestal Nacional (IFN4), para analizar la Fracción de Cubierta (FCC) en el entorno de las distintas edificaciones. Por otro lado, también en esta base de datos se han seleccionado los puntos de ignición y los perímetros de los incendios que han ocurrido en la zona de estudio. Finalmente, la empresa Meteogrid ha elaborado un mapa de combustibles forestales de todas las Islas Baleares para la determinación del comportamiento de los incendios forestales a través de análisis de datos LiDAR, de teledetección espacial y datos obtenidos de trabajo de campo con una resolución de 20x20 m (Figura 18, en Anexo).

5. METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el presente trabajo se ha basado inicialmente en la delimitación de las distintas zonas de IUF y de IAUF. Una vez conformadas las diferentes áreas de influencia en la zona de estudio se ha calculado el riesgo de incendio. Para llevar a cabo el modelado del riesgo se ha dividido éste en sus dos grandes componentes: peligro y vulnerabilidad (Figura 19, anexo):

- En primer lugar, el cálculo del peligro. Para efectuar este modelado se han utilizado las características físicas, los combustibles y la topografía para determinar la propagación. De manera paralela, con la ocurrencia de incendios, realizando un exploratorio de los incendios que se han producido en Calvià, se ha calculado el peligro de ignición de manera genérica.
- En segundo lugar, se ha modelado la vulnerabilidad teniendo en cuenta los aspectos medioambientales, seguido de los socio-recreativos y, por último, los aspectos relacionados con la producción.

Con el fin de superponer toda la información digital para modelar el riesgo, se ha utilizado un mismo tamaño de celda de 10 m para poder discriminar dentro del radio de 7,5 y 30 m de las áreas de influencia de las zonas de IUF e IAUF.

5.1. Delimitación de las zonas de interfaz agro y urbano-forestal

En estos últimos años, la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares ha participado en el proyecto PYROSUDOE, una actividad de tres años de duración enmarcada dentro del programa europeo InterReg IV, donde, en colaboración con especialistas en prevención de incendios forestales de Francia (Aquitania, Languedoc-Rosillon), Portugal (Algarbe) y España (Andalucía, Aragón y Baleares) se ha incidido en la identificación y ejecución de medidas para la disminución del riesgo de incendio en los bosques o zonas forestales próximos a las zonas de IUF (Caballero, 2012). Este proyecto se sustenta en tres líneas:

- Cartografía de las zonas limítrofes monte-zonas habitadas.
- Retorno de experiencias o capitalización de conocimientos.
- Sensibilización, información y formación sobre la cultura del riesgo.

Por este motivo, el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales de las Islas Baleares propuso realizar la delimitación de la IUF utilizando la metodología PYROSUDOE, que identifica las agrupaciones de edificaciones de una manera cuantitativa y automática. Dicho procedimiento consiste en calcular el área de influencia (*buffer*) alrededor de las viviendas de un cierto radio (R). Así, se crean áreas comunes con estas zonas, pasando luego al conteo del número de viviendas (N) que quedan dentro de ellas. Dependiendo del número de viviendas se clasifican en una jerarquía de agregación. Este proceso se repite modificando el radio de alcance con el objetivo final de identificar áreas comunes de densidad cada vez mayores hasta llegar a la situación urbana. Los criterios de clasificación y las categorías de viviendas son:

- | | |
|--|--|
| ▪ Aislado $\rightarrow R= 50 \text{ m } N<4$. | ▪ Agrupado claro $R= 25 \text{ } 4\leq N<25$. |
| ▪ No aislado $R= 50 \text{ } N>4$. | ▪ Agrupado denso $R= 7,5 \text{ } N<10$. |
| ▪ Disperso $R= 25 \text{ } N<4$. | ▪ Urbano $R= 7,5 \text{ } N\geq 10$. |
| ▪ Denso $R= 25 \text{ } N\geq 10$. | |

Numerosos autores utilizan este mismo procedimiento para clasificar las agrupaciones de las viviendas, como por ejemplo Caballero (2001, 2012) y Benlloch y de Simon (2017). En el 6º Congreso Forestal Español, Chas et al. (2013) delimitaron las distintas viviendas según establece la Ley 7/2012, del 28 de junio, de montes de Galicia. Dicha ley agrupa las viviendas en:

- IUF aislada: Agrupación de menos de 8 edificaciones situadas a menos de 100 m de distancia.
- IUF dispersa: Grupos de menos de 8 edificaciones situadas a menos de 50 m de distancia.
- IUF densa: Entre 8 y 155 edificaciones en la zona de influencia a menos de 50 m de distancia.
- IUF muy densa: Más de 155 edificaciones en una distancia máxima de 50 m.

El Real Decreto (RD) 314/2006 (BOIB, 2006), de 27 de marzo, que aprueba el código técnico de la edificación, tiene como objetivo mejorar la calidad de la edificación, ya sea promoviendo la innovación y la sostenibilidad todas ellas relacionadas con la seguridad estructural y protección contra incendios. Dentro de este, en el artículo 11 se recalca como exigencia básica con la propagación de un incendio: “En la propagación exterior, se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios”.

Posteriormente, en el artículo 11 del Decreto 125/2007 (BOIB, 2007), de 11 de octubre, sobre el uso del fuego, en el que se establece el código técnico de la edificación exige que “debe haber una franja de 25 metros de anchura que separe la zona edificada de la zona forestal libre de cualquier tipo de material combustible (matorral o cualquier tipo de vegetación) que pueda propagar un incendio dentro de las zonas forestales.”

A día de hoy, el artículo 77 de la ley 3/2019 (BOE, 2019), de 31 de enero, en materia agraria de las Islas Baleares, establece las nuevas medidas de seguridad y defensa de los montes en zonas de IUF. Por un lado, exige que los núcleos de población, las edificaciones y las instalaciones deben adoptar en sus respectivas zonas de interfaz medidas de prevención para evitar la ignición o propagación, establecer espacios de seguridad y facilitar las tareas de extinción en caso de incendio. Por otro lado, en las casas unifamiliares, sobre todo, se debe establecer una franja exterior perimetral de seguridad de 30 m de anchura mínima sin ningún tipo de combustible forestal a su alrededor.

Para poder ejemplificarlo, la Generalitat Valenciana establece una priorización para la planificación preventiva con 5 m alrededor de las edificaciones (zona 1), sin ningún tipo de material combustible y unos 25 m (zona 2), con la tala y mantenimiento de la vegetación; por lo tanto 30 m en torno a las edificaciones, considerándolo como un foco de ignición (Figura 20). No obstante, tratan estos 30 m cuando el fuego de superficie es de baja intensidad y fácilmente extinguiible. A pesar de esto, si aparecen grandes acumulaciones de combustible vegetal y fuerte pendiente se deben desarrollar estrategias de prevención.

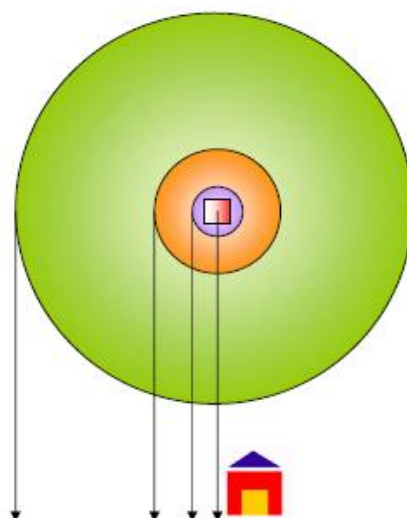


Figura 20. Priorización para la planificación preventiva. Fuente: Plan de prevención de incendios forestales de la demarcación de Polinyà del Xúquer. Guía para la planificación preventiva en IUF (Generalitat Valenciana, 2007).

En definitiva, analizando las características del proyecto PYROSUDOE, junto a los proyectos de diferentes autores y las distintas leyes mencionadas, el Servicio Forestal ha propuesto una modificación de la delimitación de la IUF en el ámbito de Calvià incluyendo además las zonas IAUF. Por este motivo, teniendo en cuenta las características de las Baleares en términos de edificación (dispersión urbana, aumento de las edificaciones, aglomeraciones masivas en terreno forestal, edificaciones en explotaciones agrícolas reconvertidas en viviendas de alquiler vacacional, etc.), el número de edificaciones indicadas por el proyecto PYROSUDOE y las propuestas de distintos autores se ha establecido la siguiente delimitación para las zonas de IUF/IAUF:

- *Zonas IUF/IAUF solitaria* → 1 única edificación dentro de un radio de 30 m a su alrededor.
- *Zonas IUF/IAUF aisladas* → Entre 2 y 4 edificaciones (ambas inclusive) dentro de un radio de 30 m a su alrededor.
- *Zonas IUF/IAUF agrupadas* → Entre 5 y 10 edificaciones (ambas inclusive) en un radio de 30 m a su alrededor.
- *Zonas IUF/IAUF densas* → Más de 10 edificaciones en un radio de 30 m a su alrededor.
- *Zonas IUF/IAUF muy densas* → Más de 10 edificaciones en un radio de 7,5 m a su alrededor.

A pesar de definirse como zonas IUF/IAUF, según van mencionando numerosos autores esta delimitación la consideran IUF, aunque muchas de las edificaciones se sitúan en las proximidades a las explotaciones agrícolas. Es decir, marcan todas las edificaciones, pero aquellas que no se modelan las marcan como nulas. Para poder efectuar esta clasificación se ha utilizado la información del Mapa Base mencionado anteriormente para las edificaciones (genéricas, industriales/comerciales, ligeras y agrupadas), junto a las zonas forestales del IFN4 y del SIGPAC más la vegetación en zonas urbanas extraída del BTIB (V. *Procedimiento realizado en ModelBuilder para la delimitación de las zonas de IUF/IAUF*, en Anexo). De esta forma, se caracteriza como zonas IUF o IAUF si las edificaciones se localizan en zonas agrarias o tan solo en las proximidades a las masas forestales donde convergen con material combustible.

5.2. Cálculo del peligro

5.2.1. Cálculo de la ignición

Como ya se ha recalcado con anterioridad, la ignición se centra en las condiciones las cuales pueden aparecer el fuego, es decir, en la probabilidad que ocurra un incendio. Para ello, hay que tener en cuenta dos factores, el material combustible dependiendo del tipo de vegetación y el agente causal. En Calvià, realizando un análisis exploratorio de la ocurrencia de incendios (Figura 10), junto a las actividades que se desarrollan sobre el territorio, se han observado cómo aparecen diversas fuentes o focos de ignición. Para efectuar la clasificación de los modelos de combustible se ha utilizado en primer lugar un análisis de la información extraída de la empresa Meteogrid a la hora de clasificar los distintos modelos de combustible en las islas. Según este, las zonas o elementos incombustibles son:

- Carreteras e infraestructuras de transporte.
- Grandes superficies urbanizadas.
- Áreas industriales e infraestructuras aeroportuarias junto a otras construcciones artificiales.
- Zonas sin vegetación como roquedos, acantilados, etc y láminas de agua.

Además, según la memoria explicativa sobre cómo se ha realizado esta cartografía, han adaptado la cartografía de las áreas de IUF/IAUF en el interior de las principales urbanizaciones. No obstante, en las grandes zonas urbanas catalogadas como “incombustibles” aparece vegetación la cual afecta a la ignición. Por tanto, para este tipo de análisis se ha tenido en cuenta la cartografía de la vegetación urbana modelada por SITIBSA, contabilizándola como un modelo 7, es decir, matorral alto inflamable, frecuentemente bajo arbolado.

De este modo, a pesar de la alta resolución proporcionada por la cartografía de los modelos de combustible, el hecho de modelar a nivel de edificación y presentar una resolución espacial baja, dificulta la precisión. Por tanto, solamente con técnicas de teledetección dificulta su interpretación, lo que hace necesario el uso de técnicas SIG para efectuar su análisis. Es por esto que, teniendo en cuenta el grado de inflamabilidad genérica de los modelos de combustible, las condiciones de sequía a las que se exponen los entornos mediterráneos y las características de la vegetación de las islas, se ha decidido aplicar la clasificación que se presenta en la (Tabla 1, anexo).

También se ha tenido en cuenta la presencia de cortafuegos y vegetación urbana en este apartado. El primero, debido a la tala de la vegetación en los entornos forestales por parte de la administración pertinente como IBANAT o el Servicio de Gestión Forestal. De este modo se le ha otorgado un valor de 0. El segundo, se le ha otorgado un valor elevado al estar próximo a las edificaciones sobre todo en las grandes zonas urbanas catalogadas anteriormente como incombustibles, con un valor de 7, es decir, muy elevado.

Posteriormente, teniendo en cuenta los factores causales, para que se produzca un incendio hay que tener en cuenta primeramente la presencia de personas como factor de ignición. Por un lado, se han utilizado las distintas áreas de influencia utilizadas anteriormente para delimitar las distintas zonas de IUF/IAUF; es decir, se ha considerado que mayor número de edificaciones agrupadas supone mayor número de personas y, por tanto, mayor probabilidad de que se produzca un incendio (Tabla 2, anexo). Por otro lado, se ha tenido en consideración el tipo de edificación y la probabilidad de que se produzca un incendio, dándole mayor valor a las edificaciones consideradas genéricas con un valor de 4, que se vinculan con las viviendas, seguidas de las naves industriales por las posibles actividades que en ellas se desempeñan con un valor de 3 (Tabla 3, anexo).

Una vez modelada la presencia de casas, teniendo en cuenta la ocurrencia de incendios en la zona de estudio, aparece una variedad de focos de ignición a los que se precisa modelar. En primer lugar, según la estadística, las vías de comunicación son unos de los focos de ignición más frecuente; los incendios provocados por fumadores en las proximidades a las vías son cada vez mayores (Mejía, 2017). Pese a esto, también podrían considerarse como un elemento vulnerable por el servicio de acceso y evacuación que dan (Salgado, 2016). En este caso se ha considerado como elemento de ignición dado el elevado número de sendas y caminos en entornos forestales. Para analizar este aspecto se han considerado las siguientes características:

- Estado y categoría de cada tipo de vía.
- Distancia a las vías de comunicación.
- Pendiente en la que se encuentran las vías de comunicación.

Para el tipo de vía, el Servicio Forestal establece que, cuanto menor influencia haya en el tipo de vía, mayor probabilidad de ignición debido a las condiciones en las que se encuentran las vías, es decir, en el posible mantenimiento que se les da, además de por la posible localización en la que se encuentran. No obstante, siempre puede haber la posibilidad que una vía que debería estar en óptimas condiciones esté en mal estado. De este modo, las sendas, por las condiciones en las que se encuentran con la vegetación a su alrededor y la frecuencia con la que se transitan, se consideran como las zonas con mayor probabilidad de ignición (Tabla 4, anexo). En segundo lugar, dependiendo de la distancia a los distintos viales habrá mayor probabilidad de ignición en sus proximidades, siempre y cuando las condiciones meteorológicas adversas lo puedan favorecer.

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCE) establece una distancia de protección de 25 m alrededor de las vías, donde debe haber franjas sin ningún tipo de vegetación (tabla 5, anexo), por eso, se le otorga un mayor valor. Sin embargo, esta medida no se puede cumplir en todas las vías de comunicación por las condiciones y localización en la que se encuentran. Muchas veces la competencia del mantenimiento en las proximidades a las vías recae en los propietarios de su alrededor, entrando así en distintas políticas donde deben intervenir las administraciones pertinentes.

Finalmente, dentro de las probabilidades de ignición en relación con las vías de comunicación, interviene la topografía por la que discurren, que puede provocar que haya según qué tipo de vegetación afectada a su alrededor por las condiciones en las que se encuentran. Por lo tanto, se relaciona con la categoría y estado de la vía. A este respecto se aplica la misma clasificación que para el peligro de propagación, que se expondrá posteriormente.

Luego, otro de los focos que pueden ser causa de ignición son los tendidos eléctricos. Con frecuencia, para suministrar electricidad a las edificaciones, éstos se localizan en zonas donde, si se produce cualquier tipo de incidente, puede desencadenarse una catástrofe. El Servicio Forestal de las Islas Baleares junto a IBANAT exigen a las principales compañías eléctricas una limpieza de 10 m alrededor de los tendidos eléctricos y los cables eléctricos en previsión de caída o chispa. Por tanto, las áreas de influencia alrededor de los tendidos eléctricos otorgan mayor valor en los primeros 10 m, ya que después de estos debe haber algún factor meteorológico adverso que se produzca un incidente superior a estos 10 m (Tabla 7, anexo).

Por otro lado, respecto del tipo de cableado, los de media tensión son los que dan servicio a las casas aisladas o solitarias, situadas en zonas de difícil acceso y que presentan unas condiciones a su alrededor que, en caso de caída o chispa, pueden ser causantes de incendio (tabla 8, anexo). Además, los de alta tensión, al dar servicio a mayor número de personas, tienen más revisiones y presentan una infraestructura más equipada. A todo esto, hay que sumarle que hay tipos de cableado subterráneos y aéreos o en superficie.

Un gran foco de ignición en los entornos mediterráneos, por las condiciones climáticas, las actividades que se desarrollan y las condiciones en las que se encuentran a día de hoy en las Islas Baleares, son los entornos o las explotaciones forestales; por lo que se les ha otorgado mayor valor (7) por el peligro que supone. Se debe agregar que, alrededor de las vías de comunicación, en las proximidades a las áreas urbanas o dentro de ellas, aparecen zonas ajardinadas o parques, los cuales son también puntos de ignición, ya sea por algún niño jugando o algún cigarro que haya sido lanzado. Asimismo, los técnicos de SIG de SITIBSA han incluido dentro de esta categoría los campos de golf, ya que, junto al recinto de socio-deportivo del campo de golf, aparecen zonas ajardinadas situadas en las proximidades a edificaciones, vías de comunicación, etc. El valor que se le otorga a este tipo de focos de ignición se corresponde con un valor de 3.

Por lo que respecta a las explotaciones agrícolas, estas son consideradas otro gran foco de ignición por multitud de factores. En el exploratorio de la ocurrencia de incendios de Calvià aparecen ciertos puntos de ignición donde hay explotaciones agrícolas detrás (la quema agrícola con o sin permiso, una chispa por una maquina extractora u otro tipo). Cabe recalcar que, el Servicio Forestal cuenta con torres de vigilancia y cámaras repartidas en distintos puntos de las islas donde trabajan diariamente en el control sobre esto. Asimismo, siempre que se quiera realizar quemas agrícolas fuera del periodo de uso del fuego se necesitan permisos donde se debe facilitar los datos personales. Así, teniendo en cuenta la dedicación de la explotación, su respuesta ante el fuego y las actividades que se desarrollan según el SIGPAC, la clasificación se ha desarrollado principalmente por el tipo de cultivo que aparece, su respuesta ante el fuego, por la maquinaria que pueda haber en ellas, es decir, si se va a arar o no, y por las condiciones en las que se encuentran las explotaciones en la zona en términos generales (tabla 9, anexo).

Una vez clasificados los distintos focos de ignición y el material inflamable, en este caso los modelos de combustible, se han otorgado los pesos ponderados para cada foco en la estimación del peligro de ignición:

- La presencia de casas:
 - Áreas de influencia muy densas → 30%.
 - Áreas de influencia densas → 30%.
 - Áreas de influencia agrupadas → 15%
 - Áreas de influencia aisladas → 15%.
 - Áreas de influencia solitarias → 10%.

- Las vías de comunicación:
 - Distancia a las vías → 50%.
 - Categoría y estado de las vías → 40%.
 - Pendiente → 10%.
- El cableado eléctrico:
 - Distancia al cableado eléctrico → 70%
 - Tipo de cableado → 30%.

Finalmente, para estimar el peligro de ignición general en Calvià, el Servicio Forestal ha considerado los siguientes pesos o porcentajes:

- Inflamabilidad de los modelos de combustible → 30%.
- Cableado eléctrico → 2%.
- Tendido eléctrico → 3%.
- Vías de comunicación → 15%.
- Zonas ajardinadas y parques → 2%.
- Explotaciones agrarias → 15%.
- Explotaciones forestales → 18%.
- Presencia de casas (edificaciones y áreas de influencia) → 20%.

Así, se le da mayor importancia al tipo de modelo que se inflama como elemento detonante, las explotaciones forestales y agrícolas como grandes focos de ignición debido a la superficie forestal y actividades que se desarrollan y la presencia de casas como factor antrópico. Los demás factores se les ha dado menor peso por el número de incendios que, generalmente se dan a consecuencia de estos elementos (V. *Model Builder para el cálculo de las variables y cálculo de la ignición*, en Anexo).

5.2.2. Cálculo de la propagación en relación con los modelos de combustible

La propagación en los incendios forestales en términos de vegetación es un factor clave para la extinción y prevención a largo plazo. Pese a la utilización de la fracción de cabida cubierta (FCC) en el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales en este caso se ha utilizado la información de los modelos de combustible mencionado anteriormente para determinar el peligro de propagación debido a la actualización en escala temporal. En el manual contra incendios de los bomberos de Navarra y en el manual de formación de incendios forestales para cuadrillas del Gobierno de Aragón especifican cuatro grupos en los que se distribuyen los 13 modelos de Rothermel (1972) y la propagación que presentan:

- | | |
|------------------------------|---|
| 1- Pastos: Modelos 1 al 3. | 3- Hojarasca bajo arbolado: Modelos 8 al 10. |
| 2- Matorral: Modelos 4 al 7. | 4- Ramaje y restos de silvícolas: Modelos 11 al 13. |

En la zona de estudio no aparecen ni los modelos 10, 11 y 13, es decir, los correspondientes a ramaje y restos de operaciones silvícolas y el modelo 3 que corresponde a herbazales muy altos perteneciente a los pastos. Por otro lado, según el III anexo metodología para el análisis del riesgo de incendio del artículo Núm. 8181, del 30 de noviembre de 2017 establece una clasificación en términos de peligro por propagación, que ha sido adoptada en este trabajo dando mayor valor al modelo 4 correspondiente con el matorral o arbolado joven muy fuerte y denso (tabla 10).

Tabla 10. Clasificación de los modelos de combustible según el artículo Núm. 8181, del 30 de noviembre de 2017.

| | | |
|---|----------|---|
| Modelo 0 → urbanizado | Nulo | 0 |
| Modelo 1 → pastos bajos | Medio | 2 |
| Modelo 2 → pastos fuertes con matorral | Alto | 3 |
| Modelo 4 → matorral o arbolado joven muy fuerte y denso | Muy alto | 5 |
| Modelo 5 → matorral denso y bajo | Bajo | 1 |
| Modelo 6 → matorral denso y alto | Alto | 3 |
| Modelo 7 → matorral alto inflamable, frecuentemente bajo arbolado | Alto | 3 |
| Modelo 8 → bosque limpio de hoja pequeña y compacta | Bajo | 1 |
| Modelo 9 → bosque limpio de hoja grande y esponjosa | Medio | 2 |

5.2.3. Cálculo de la propagación en relación con la topografía

Otro factor clave en términos de propagación sobre el terreno es la topografía en la que se sitúa. En cuanto a la pendiente, el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales establece la siguiente clasificación:

- 0% – 12%.
- 12,3% - 26,8%.
- 26,8% - 36,4%.
- 36,4% - 46,6%.
- 46,6% - 57,7%.
- 57,7% – 83,9%.
- > 83,9%.

Sin embargo, la Dirección General de Protección Civil de España junto a los criterios de expertos del Servicio Forestal (ingenieros de montes) ha establecido otra clasificación que mejora la interpretación a la hora de clasificar la propagación sobre el terreno. No obstante, el Servicio Forestal considera más oportuno interpretar la pendiente en porcentaje. Por lo tanto, se otorga mayor peso aquella pendiente que supera los 45°/ 100% (tabla 11).

Respecto a la orientación, según el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales en Baleares, la orientación Sur (incluyendo el rango de Sureste y Suroeste) representa el 41% del total. De forma paralela, el rango Norte (el Noreste y el Noroeste) aparece en el 33% del territorio (Figura 21).

Tabla 11. Clasificación de la pendiente en grados y porcentaje

| GRADOS | PORCENTAJE | CATEGORIA | VALOR |
|-----------|-----------------|-----------|-------|
| 0 -10° | 0% – 17,63% | Llano | 2 |
| 10° - 25° | 17,63% - 46,63% | Moderado | 3 |
| 25° - 45° | 46,63% - 100% | Severo | 4 |
| >45° | >100% | Abrupto | 5 |

A pesar del poco contraste que hay, la Figura 21 indica un mayor porcentaje de zonas en solana que umbría. Es más, se puede observar cómo aparece mayor superficie forestal en las zonas de orientación Sur. Como consecuencia, aparece mayor pérdida de la humedad del suelo y de los combustibles, por tanto, un mayor estrés hídrico o desecación.

Además, el hecho de presentar mayor superficie con orientación Sur hace que aumenten los vientos predominantes, aunque siga predominando el viento de Tramuntana en Calvià (Alomar, 2013). Todo esto son factores que potencian la propagación en los incendios forestales. Por este motivo, la clasificación adoptada para la orientación da mayor peso a la orientación sur en su conjunto seguido de la oeste y este (tabla 12).

| | Orientación | Superficie (ha) | % Sup. Zona | Sup. Forestal (ha) | % Sup. Forestal |
|----------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------|-----------------|
| Islas Baleares | Llano | 6.533 | 1,31 | 692 | 0,31 |
| | Norte | 52.925 | 10,62 | 26.057 | 11,73 |
| | Noreste | 55.698 | 11,18 | 25.598 | 11,52 |
| | Este | 64.036 | 12,85 | 27.695 | 12,47 |
| | Sureste | 76.653 | 15,38 | 31.384 | 14,13 |
| | Sur | 69.266 | 13,90 | 28.874 | 13,00 |
| | Suroeste | 60.419 | 12,12 | 26.420 | 11,89 |
| | Oeste | 55.054 | 11,05 | 26.673 | 12,01 |
| | Noroeste | 57.815 | 11,60 | 28.746 | 12,94 |
| | Total | 498.398 | 100 | 222.139 | 100 |
| Mallorca | Llano | 973 | 0,27 | 212 | 0,14 |
| | Norte | 39.004 | 10,73 | 17.992 | 11,86 |
| | Noreste | 40.008 | 11,00 | 16.983 | 11,20 |
| | Este | 47.720 | 13,13 | 18.795 | 12,39 |
| | Sureste | 58.718 | 16,15 | 22.592 | 14,89 |
| | Sur | 52.187 | 14,35 | 19.954 | 13,15 |
| | Suroeste | 42.576 | 11,71 | 16.844 | 11,10 |
| | Oeste | 39.604 | 10,89 | 17.970 | 11,85 |
| | Noroeste | 42.785 | 11,77 | 20.360 | 13,42 |
| | Total | 363.575 | 100 | 151.702 | 100 |

Figura 21. Tabla de orientaciones y porcentaje de superficie. Fuente: IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales de las Islas Baleares.

Tabla 12. Clasificación de la orientación.

| | | |
|----------------------|----------|---|
| N → 0 – 22, 5° | Medio | 4 |
| NE → 22,5 – 67, 5° | Medio | 4 |
| E → 67,5 – 112, 5° | Alto | 4 |
| SE → 112,5 – 157, 5° | Muy alto | 6 |
| S → 157,5 – 202, 5° | Muy alto | 6 |
| SW → 202,5 – 247, 5° | Muy alto | 6 |
| W → 247,5 – 292, 5° | Alto | 5 |
| NW → 292,5 – 337, 5° | Medio | 4 |
| N → 337,5 – 360° | Medio | 4 |

Finalmente, el porcentaje o peso que se ha otorgado, siguiendo los criterios de ingenieros de montes y topógrafos expertos en la materia en términos de propagación, según la topografía ha sido dando mayor prioridad a la pendiente frente a la orientación (V. *Model builder para el cálculo de las variables del peligro y cálculo de la propagación*, en Anexo):

- Pendiente: 75%.
- Orientación: 25%.

5.3. Cálculo de la vulnerabilidad

Según Chuvieco, citado en Vargas-Sanabria y Campos-Vargas (2018), la evaluación de la vulnerabilidad ante un incendio forestal se basa en la consideración del daño potencial o la pérdida que pueda causar el fuego. Para el modelado de la vulnerabilidad ésta se ha subdividido en tres apartados:

- 1- Vulnerabilidad relacionada con aspectos medio ambientales.
- 2- Vulnerabilidad relacionada con la capacidad productiva.
- 3- Vulnerabilidad relacionada con aspectos socio–recreativos.

En primer lugar, para realizar la vulnerabilidad ambiental se han utilizado los siguientes aspectos:

- Figuras LEN.
- Red Natura 2000 → LICS y ZEPAS.

El informe de sostenibilidad ambiental preliminar de 2013 del documento de avance para la 1ª fase del PRIZTC, modificación puntual del PGOU del municipio de Calvià, establece que, la LEN (Ley 1/1991, de 30 de enero, BOIB, 1991), en Mallorca hay un total de 47 ANEIs (Área Natural de Especial Interés). Entre ellas, aparece la zona del Cap de Cala Figuera–Rafeubetx y las proximidades a la Serra de Tramuntana. Luego, hay que considerar las zonas ARIP (Áreas Rurales de Interés Paisajístico); estas zonas son espacios transformados en la mayoría por actividades tradicionales que, dados los valores del paisaje, se declaran como tal.

Finalmente aparecen tres núcleos de población que se consideran AAPI (Área de Asentamiento dentro de Paisaje de Interés). Estos tres núcleos se corresponden con el término de Calvià, Es Capdellà y la urbanización de Son Font. Cabe destacar que esta última categoría no presenta un listado concreto. De esta forma, los pesos ponderados que se establecen según las figuras de protección se les otorgan a las figuras ANEI (tabla 13, anexo). Por otra parte, de acuerdo con lo establecido por la Ley 42/2007 (BOE, 2007), de 13 de diciembre, de la ley de Red Natura 2000, se establecen 4 zonas LICS (Lugares de Importancia Comunitaria) y una zona ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves):

- Cap Cala Figuera: Designado en el 2006/7 LIC y ZEPA
- Galatzó–s’Esclop: Designado en el 2006/07 LIC
- Puig Bauçà: Designado en el 2006/07 LIC
- Àrea marina Cala Figuera: Designado en el 2006/07 LIC

Así, la clasificación de la vulnerabilidad de las zonas declaradas dentro la Red Natura 2000 se concreta en dar un valor elevado a ambas figuras con un plus a las zonas de LIC (tabla 14, anexo). Las zonas en las que se solapen estas figuras, como el Cap de Cala Figuera, ambientalmente tendrá una mayor vulnerabilidad desde el punto de vista de la Red Natura ya que se superponen una zona LIC y una ZEPA.

Por último, el Servicio Forestal presenta información sobre las zonas dentro del término de Calvià que son consideradas como Paraje Natural y Reservas Naturales Especiales. Estas zonas se corresponden con la Serra de Tramuntana, Patrimonio de la Humanidad según la UNESCO en categoría de paisaje cultural, considerando como más vulnerable las reservas naturales especiales (tabla 15, anexo).

El siguiente aspecto dentro del modelado de la vulnerabilidad ha sido el socio–recreativo. Para modelar este aspecto se han tenido en cuenta los centros deportivos, el parque de atracciones que aparece cerca de Sa Porrassa, los monumentos, las edificaciones religiosas como turismo cultural o religioso propiamente dicho y finalmente los alojamientos y viviendas turísticas. A todos estos elementos o infraestructuras se le ha realizado un área de influencia o buffer múltiple alrededor de ellos hasta una distancia de 100 m, separado en 3, otorgando mayor peso a las proximidades a ellas, 0 a 25m, por la confluencia de personas y la capacidad de reacción ante este fenómeno (tabla 16, anexo).

No obstante, las viviendas y alojamientos turísticos, ante la poca conciencia social, el desconocimiento del territorio en el que se encuentran y la falta de reacción ante estas situaciones se le ha otorgado una única área de influencia de 100 m. De forma paralela, a la hora de efectuar el modelado de la vulnerabilidad, estos dos elementos se han multiplicado por 2 al presentar mayor vulnerabilidad en el territorio en tema de personas. Es decir, en el territorio insular los turistas son un elemento muy vulnerable.

Por último, el apartado de la producción se ha basado en instalaciones, infraestructuras o elementos presentes en los 3 sectores económicos. Así, a pesar del sector agrícola considerado dentro del peligro de la ignición, se ha tenido en cuenta la ganadería como elemento del sector primario. Sobre las instalaciones educativas y sanitarias se han considerado dentro de los servicios y las edificaciones industriales como sector secundario. Asimismo, las edificaciones genéricas y ligeras también se han pretendido modelar como elemento vulnerable. De esta forma, sobre la ganadería esta se ha basado en su actividad dando a mayor vulnerabilidad aquellas zonas o superficies que están en activo con un valor de 3 y tratando de nulo aquellas que están en inactivas. En cambio, para las instalaciones sanitarias, educativas, las edificaciones genéricas, ligeras e industriales se ha realizado el mismo procedimiento que para las infraestructuras socio-recreativas, es decir, de 0–100 m separadas en tres subgrupos.

Una vez establecidos sus respectivos pesos ponderados, cada elemento dentro de cada apartado de vulnerabilidad se ha sumado (teniendo en cuenta el factor multiplicador de 2 en las viviendas y alojamientos turísticos) y se han asignado la siguiente ponderación para modelar la vulnerabilidad:

- Vulnerabilidad relacionada con aspectos de producción → 50%.
- Vulnerabilidad relacionada con los aspectos socio–recreativos → 30%.
- Vulnerabilidad relacionada con los aspectos ambientales → 20%.

Es decir, se les ha dado mayor peso a los aspectos de la producción y socio recreativo por la confluencia de personas y el daño que pueden causar seguido de los aspectos ambientales ante un incendio. (V. *Model Builder para el cálculo de las variables y el resultado de la vulnerabilidad*, en Anexo).

5.4. Cálculo del riesgo de incendio

El centro internacional para la investigación del Fenómeno del Niño define el riesgo como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Numerosos autores mencionados anteriormente (Chuvieco et al., 2004; Caballero, 2001, 2012; Soldano, 2009; de Vicente y López, 2012) evalúan el riesgo a través de distintos métodos ya que, como se ha recalcado antes, hay distintas metodologías a la hora de modelar el riesgo.

Sin embargo, en muchos de estos estudios se utiliza una fórmula simple, que se muestra muy útil para evaluar cualquier tipo de riesgo, ya sea natural, antrópico, tecnológico, etc. Dicho de otra forma, para poder medir el riesgo, la expresión o fórmula más generalizada es el producto de la probabilidad de la ocurrencia del evento considerado, es decir, el peligro (entendido en su doble vertiente de ignición y propagación), por las consecuencias esperadas (condiciones de vulnerabilidad):

$$\textbf{RIESGO} = \textbf{PELIGRO} \times \textbf{VULNERABILIDAD}$$

$$\textbf{PELIGRO} = \textbf{PROPAGACIÓN} (\textit{topografía y modelos de combustible}) + \textbf{IGNICIÓN}$$

En este caso, para poder diferenciar entre el modelado del riesgo de incendio en las zonas IAUF o IUF a pesar de haber considerado las explotaciones agrícolas como foco de ignición se ha realizado un análisis de geoprocesamiento. Para ello, se ha extraído las explotaciones agrícolas (SIGPAC) y con una extracción se han obviado todas aquellas superficies agrarias en el municipio de Calvià. En especial, para el análisis de prevención a largo plazo y por la competencia del Servicio Forestal.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. La interfaz agro y urbano-forestal

Como se ha expuesto, para poder delimitar las zonas IUF e IAUF, esta se ha dividido en 5 agrupaciones. Por un lado, aparecen las zonas IUF/IAUF solitarias, las cuales se basan en una única edificación en un radio de 30 m a su alrededor. En segundo lugar, aparecen las zonas IUF/IAUF aisladas. Estas áreas de influencia se basan en 2 y 4 edificaciones agrupadas en un radio de 30 m a su alrededor. Luego, aparecen las zonas de IUF/IAUF agrupadas que son entre 5 y 10 en un radio de 30 m en torno a ellas. Posteriormente, se destacan las zonas IUF/IAUF densas las cuales se basan en más de 10 edificaciones dentro de un radio de 30 m. En cambio, la última delimitación, las zonas IUF/IAUF muy densas se marcan por un radio de 7,5 m a su alrededor (Figura 22). A la vista de la figura inferior, se puede observar cómo aparece una distribución heterogénea y dispersada en la zona de estudio con ciertas concentraciones de asentamientos con mayor tamaño y más numeroso.

A diferencia de las metodologías utilizadas por los autores mencionados, esta nueva delimitación se caracteriza por la presencia de edificaciones solitarias en el territorio. Es decir, aparecen edificaciones únicas en un radio de 30 m a su alrededor. De esta forma, a la hora de planificar en términos de riesgo de incendio es óptima para poder hablar con un colectivo o de manera individual. Por otro lado, el hecho de conocer la tipología de edificaciones, en caso de incendio, se tiene que llevar a cabo una gestión rápida a la hora de evacuación. Por este motivo, conocer el estado de dichas edificaciones da una primera aproximación a los servicios forestales para actuar de manera eficaz, ya sea IUF o IAUF.

Analizando la zona en cuestión, en la parte Norte de Calvià aparece la urbanización de Son Font. Dentro de esta zona se caracteriza por la presencia grandes zonas de IUF e IAUF densas. A pesar de esto, en la parte central de la urbanización se puede observar cómo hay una zona muy densa. Finalmente, a las afueras de ésta, se caracteriza por edificaciones aisladas y agrupadas con edificaciones puntuales solitarias. En segundo lugar, en la parte inferior de la urbanización aparece el término de Calvià. El propio núcleo urbano aparece como una zona IUF muy densa. A pesar de considerarse como zonas IUF se observará más adelante como no todas las edificaciones muy densas o densas se sitúan en las grandes aglomeraciones urbanas ya que se han considerado edificaciones de todo tipo, siendo así zonas IAUF. De hecho, en su periferia aparecen una variedad de edificaciones en superficie agraria definidas principalmente como edificaciones aisladas y solitarias, es decir, se podrían considerar como zonas IAUF. No obstante, muchas de estas edificaciones se tratan a día de hoy, de viviendas turísticas convergiendo con grandes masas forestales.

La zona de Es Capdellà y Galatzó ocurre una situación similar, no obstante, mayoritariamente son explotaciones agrícolas. Aquí es cuando aparece una de las problemáticas a la hora de diferenciar entre las zonas IUF e IAUF donde se expondrá más adelante. La parte Sur de la zona de estudio está caracterizada por la evolución del turismo en el territorio insular. Dicho en otras palabras, este fenómeno se basa en el abandono de las zonas rurales y la migración hacia las zonas costeras. En el Sureste de la zona costera de Calvià, donde se encuentran Peguera, Costa de la Calma y Rotes Vells, aparece una gran diversidad en cuanto a zonas de IUF e IAUF. En las proximidades a los accesos a las playas aparecen las grandes aglomeraciones o zonas muy densas. En cambio, a medida que nos alejamos de la zona de la playa aparecen las zonas densas seguida de zonas agrupadas. Cabe destacar que en estas zonas se trata de una zona de turismo maduro, el cual apareció desde el primer boom del turismo en el año 64 (Pérez Fariña, 2003).

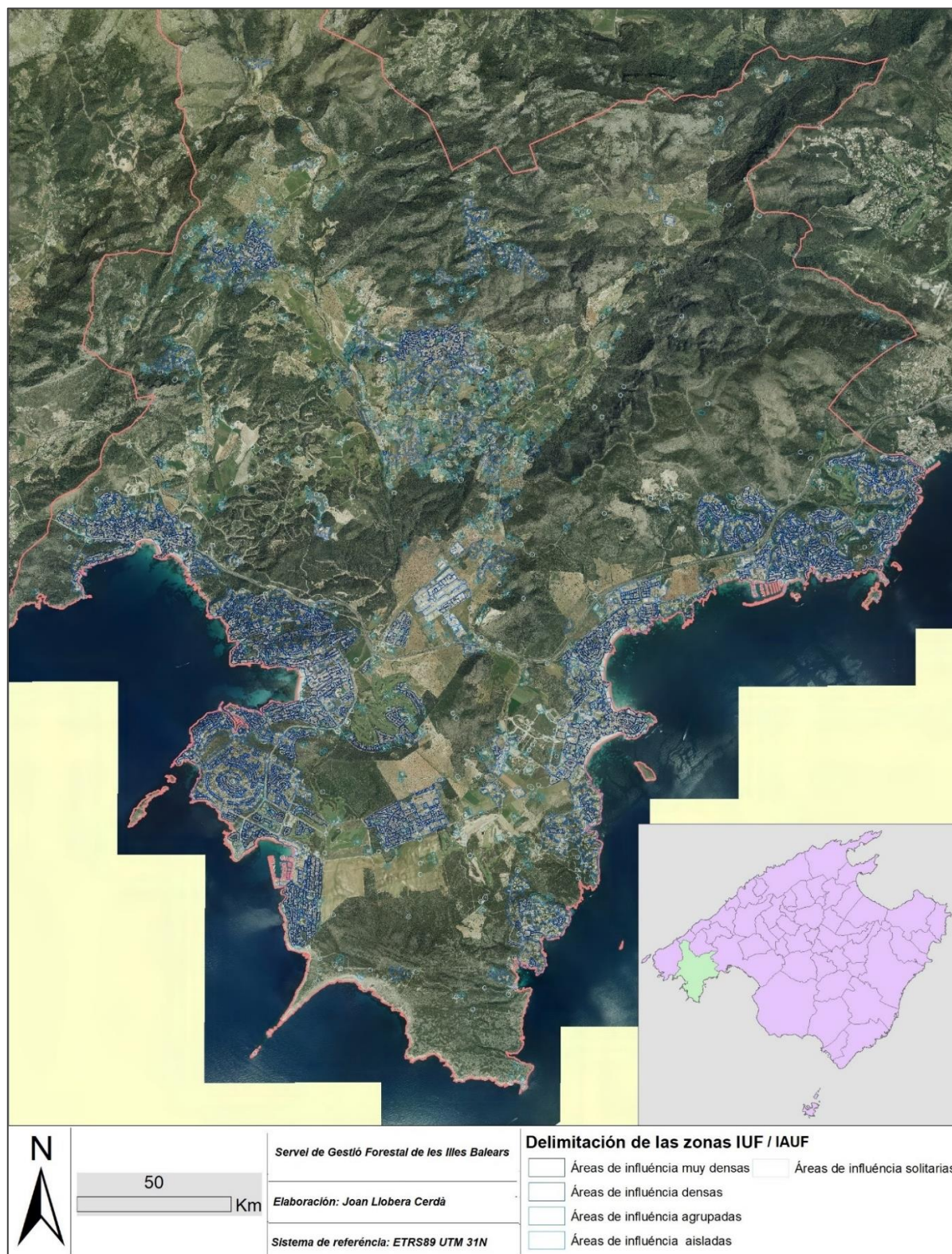


Figura 22. Delimitación general de las zonas de IUF/IAUF en el municipio de Calvià.

La zona de Santa Ponça, como se ha observado en la evolución de la edificación (Figura 4) la parte más cercana a la costa es la más antigua. En cambio, a medida que nos alejamos hasta el centro del municipio se ha producido un aumento de la edificación provocando un aumento de las zonas densas alrededor de espesas masas forestales. Por último, la parte Suroeste ocurre la misma situación que Santa Ponça y la zona de Peguera. También se consideran zonas maduras en cuanto al turismo como por ejemplo Magaluf. Todas estas zonas son de antiguas explotaciones agrícolas que han sufrido una reconversión al turismo, tanto viviendas o infraestructuras que den servicio a estas. Solo en el caso de Costa d'en Blanes se ha edificado sobre una zona que era masa forestal y con topografía abrupta (Figura 23).

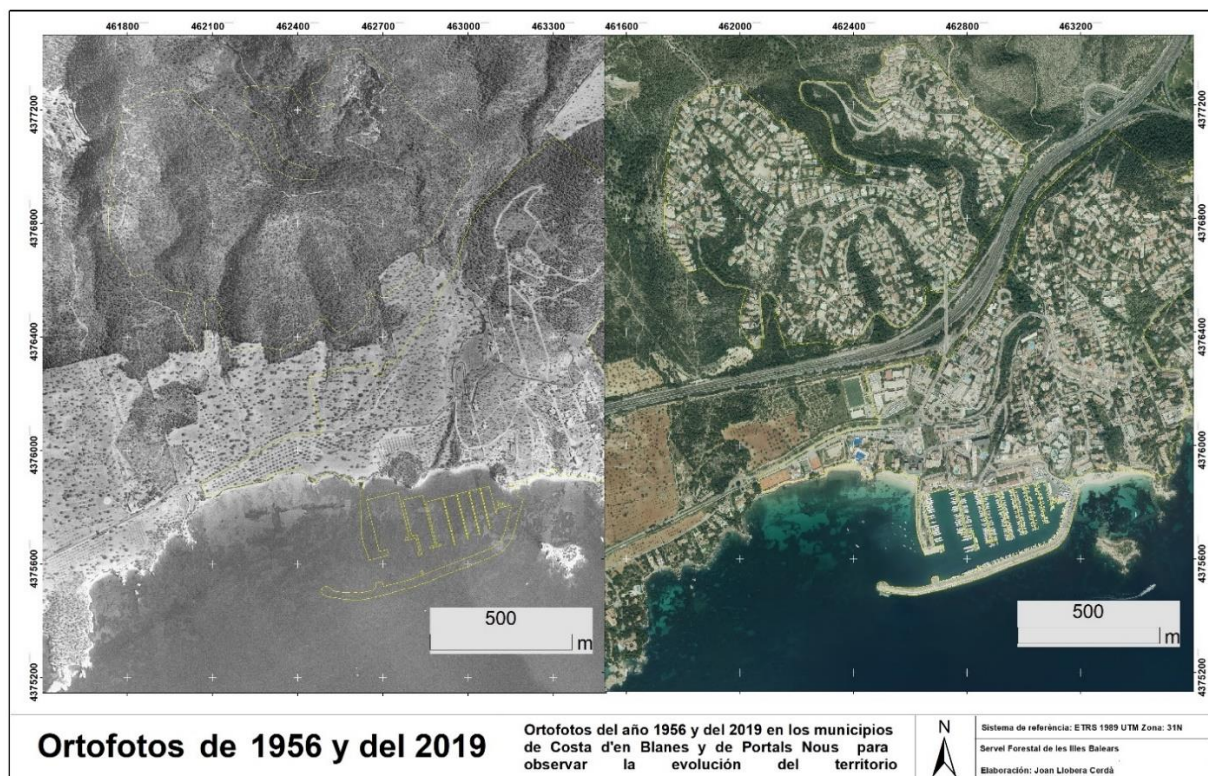


Figura 23. Ortofotos de 1956 y 2019 en la zona de Costa d'en Blanes.

Por otro lado, se puede apreciar de manera clara cómo a medida que aumenta la zona de solitaria a muy densa, aumenta el número de edificaciones que engloban cada área de influencia (Figura 24). Además, en las áreas muy densas y densas el área de influencia con mayor número de edificaciones se corresponde con 1004 edificaciones en la zona de Peguera correspondiente con las muy densas y 299 edificaciones ubicadas en Santa Ponça. Por tanto, una primera aproximación a tener en cuenta en estas zonas es que, a la hora de catástrofe o evento puntual aparecen grandes aglomeraciones con una distancia de 7,5 m a su alrededor, es decir, hay una gran aglomeración de edificaciones que pueden provocar un efecto en cadena.

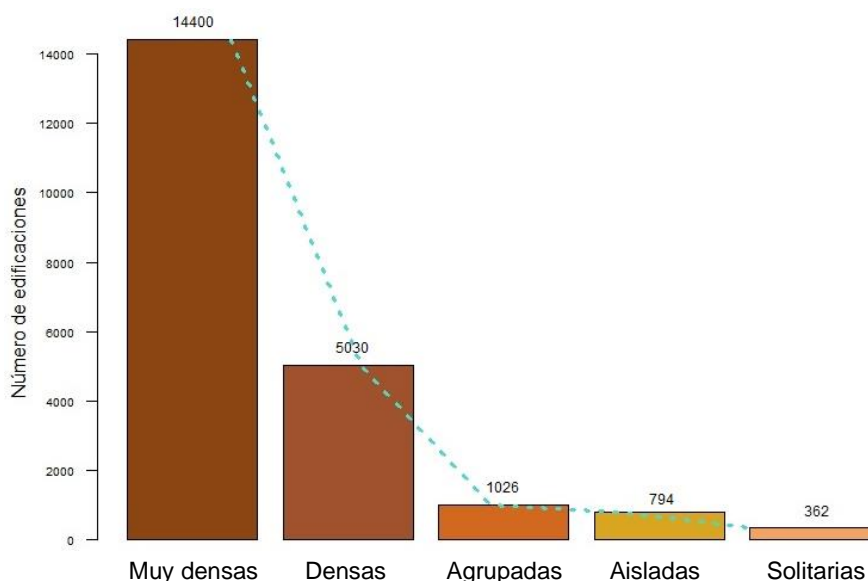


Figura 24. Número de edificaciones en las zonas IUF/IAUF.

En términos de superficie, las zonas que ocupan mayor espacio sobre el conjunto de territorio son las zonas densas al presentar mayor radio (30 m en torno a las edificaciones con un total de 987,47 ha, frente a las demás (Figura 25).

Por lo que respecta las zonas muy densas, al presentar menor radio provoca la disminución de la superficie. Sin embargo, a la hora de determinar el área de influencia que mayor superficie ocupa, esta se otorga a las zonas muy densas con un total de 47,41 ha en frente a las 45,11 ha de las zonas densas, similar al número máximo de edificaciones analizado en la parte superior.

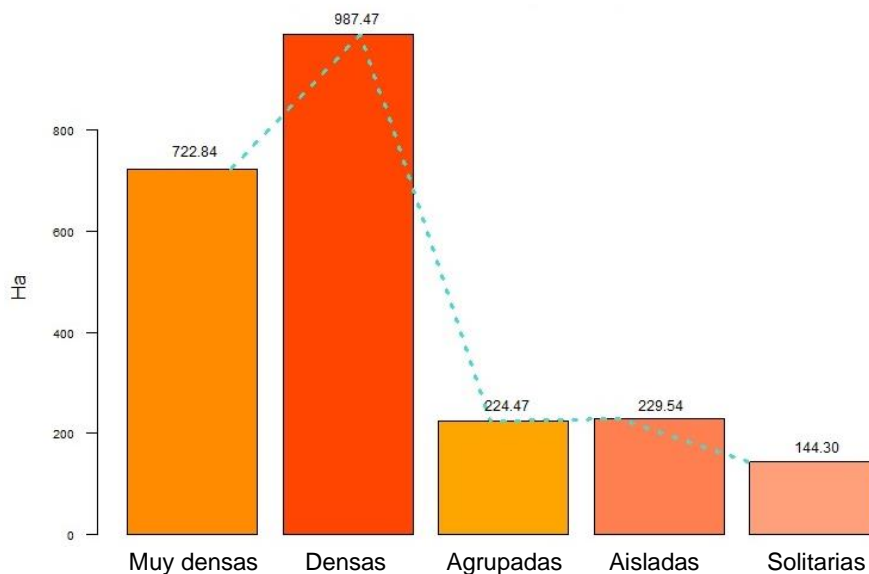


Figura 25. Superficie en hectáreas de cada IUF/IAUF.

Por lo tanto, hay una gran superficie donde convergen con una gran cantidad de edificaciones. Pasando a las otras zonas, las agrupadas tienen un total de 224,47 ha, 5 ha menos que las aisladas. Esto es debido al aumento de la superficie por parte de las zonas densas. Es decir, las zonas agrupadas aparecen mayoritariamente en la periferia de las grandes aglomeraciones, lo que provocan la disminución de la superficie (V. Figuras 27 a 43, en Anexo). Las edificaciones aisladas y solitarias, aparecen distribuidas a las afueras mayoritariamente, con un menor valor de superficie. Como se puede observar en la gráfica la mayor parte de las edificaciones se centran en las zonas muy densas, provocando un cambio muy brusco respecto a las densas. Si a todo esto, se le atribuye un valor de 30 m a las zonas muy densas, ocasiona una gran mancha en todas las grandes aglomeraciones urbanas en Calvià debido a las características de la edificación en el territorio insular. Por otro lado, se ve como de las edificaciones agrupadas hasta las solitarias el cambio no aparece tan brusco. Esto hace indicar que la mayor parte de estas zonas sean de menor superficie implicando un menor número de edificaciones, pero, si se tiene en cuenta su localización espacial, provocan mayor prevención al situarse en zonas donde se entremezclan aún más con las masas forestales.

6.2. Peligro

El peligro refiere a la conjunción de la probabilidad de que se inicie un incendio – en otras palabras, la ignición– y de que se propague, en este trabajo considerado en función de la topografía y la naturaleza de los modelos de combustible presentes.

6.2.1. Ignición

Como ya se ha ido mencionando a lo largo de este trabajo, para poder definir el peligro en primer lugar aparece la ocurrencia, es decir, que se produzca este evento. En cuanto a los elementos caracterizados en materia de incendios, estos se han ido seleccionando en gran parte del IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales. Analizando los pesos ponderados se puede derivar que, a priori, para que un elemento independientemente del lugar en el que esté situado arda o se inicie debe haber la combustión por parte de la vegetación.

Observando los modelos de combustibles se puede decir que, una gran cantidad de modelos en la zona de estudio se corresponden con pastos y matorrales (del modelo 1 al 6), siendo los pastos más inflamables. Por lo tanto, debido a las características del territorio insular, el clima mediterráneo adaptado a las sequías (xerófila) aparece una gran cantidad de vegetación que, al producirse cualquier hecho puntual pueden aumentar la inflamabilidad (Figura 44). Como se ve en la imagen inferior, mucha de la hojarasca es no compacta siendo bastante inflamable.

Las edificaciones localizadas al lado de la costa o en las zonas montañosas donde se convive con las masas forestales, aparece esa vegetación en entornos urbanos que intensifican el grado de combustión. Por este motivo, se le ha atribuido mayor valor. Luego, con los tendidos eléctricos y el cableado el hecho de ponerle un porcentaje menor es que la mayoría de veces se producen incendios en estos entornos por las condiciones meteorológicas adversas que hacen que caiga o un árbol los desplace ocasionando un chispazo dando mayor importancia a los de media tensión por su localización.

En cuanto a las vías de comunicación hay que recalcar en gran medida los caminos o sendas. Estas zonas son grandes focos de ignición por las condiciones en las que se encuentran o la localización. Además, la distancia respecto a estos es vital por la gran cantidad de fumadores que lanzan sus colillas o las actividades que se pueden desarrollar.

Por lo que se refiere a las distintas explotaciones agrícolas y forestales, muchas de estas son foco de ignición por la actividad que se desarrolla en ellas. Por eso, es más peligroso como se desarrollan por el tipo de cultivo, ya que dependiendo de este puede que se tenga que arar. A pesar de esto, se ha dado mayor importancia a las zonas forestales que las agrícolas porque no todas las actividades agrícolas generan peligro.

| SP1_code | SP1_Nombre | SP1_Nomb_común | Hojarasca | Inflamabilidad |
|----------|------------------------|-----------------|-------------|----------------|
| 008 | Phillyrea latifolia | Labiérnago | No compacta | Alta |
| 023 | Pinus pinea | Pino piñonero | Compacta | Alta |
| 024 | Pinus halepensis | Pino halepensis | No compacta | Alta |
| 036 | Cupressus sempervirens | Ciprés | No compacta | Alta |
| 039 | Juniperus phoenicea | Sabina negral | No compacta | Alta |
| 045 | Quercus ilex | Encina | Compacta | Alta |
| 051 | Populus alba | Álamo | No compacta | Baja |
| 053 | Tamarix spp. | Taraje | No compacta | Alta |
| 055 | Fraxinus angustifolia | Fresno | No compacta | Baja |
| 058 | Populus nigra | Chopo | No compacta | Baja |
| 066 | Olea europaea | Acebuché | No compacta | Alta |
| 067 | Ceratonia siliqua | Algarrobo | Compacta | Alta |
| 068 | Arbutus unedo | Madroño | No compacta | Baja |
| 079 | Platanus hispanica | Plátano | No compacta | Baja |
| 095 | Prunus spp. | Prunus | No compacta | Baja |
| 237 | Juniperus oxycedrus | Enebro oxicedro | No compacta | Alta |

Figura 44. Hojarasca y nivel de inflamabilidad por especie arbórea predominante. Fuente: Memoria explicativa elaborada por Meteogrid para elaborar los modelos de combustible.

Por último, hay que tener en consideración la presencia de personas y de casas. De esta forma, se han considerado las distintas áreas de influencia y el tipo de edificaciones. El resultado final es el peligro de ignición o la ocurrencia de incendios en la zona de estudio (Figura 45).

Como se puede observar, a modo general muchas de las zonas son consideradas de riesgo medio por la inflamabilidad de la vegetación marcando en peligro muy alto las principales explotaciones forestales. En las aglomeraciones urbanas se puede apreciar cómo están en peligro de ignición bajo, asociado en gran medida a la consideración de estas zonas como incombustibles. No obstante, el hecho de modelar y atribuir un valor a cada tipo de edificación hace que aparezcan pequeñas celdas con un riesgo significativo, sobre todo las edificaciones genéricas y su convergencia con la vegetación urbana (Figuras 46 a 67, en Anexo). Muchas de estas al vincularse con las explotaciones agrícolas se tratan de zonas IAUF. A pesar de esto, no todas deben denominarse así al no localizarse en zonas agrícolas, por lo que se tratan de zonas IUF/IAUF.

Por otro lado, al haber mencionado la problemática de las sendas o caminos en los entornos forestales, éstos están asociados a peligro muy alto añadiendo además el peligro de las distintas áreas de influencia. Por este motivo, en términos de prevención de incendios, los servicios forestales están en la medida de lo posible, comprobando las condiciones en las que se encuentran y velando para que no se produzcan actividades que puedan ser foco de incendio. Ya se ha recalcado que no todas las actividades agrícolas son nocivas a la hora de producirse un incendio. A pesar de esto, en alguna de estas explotaciones puede producirse alguna quema, incrementando el peligro hacia las edificaciones más próximas a esta.

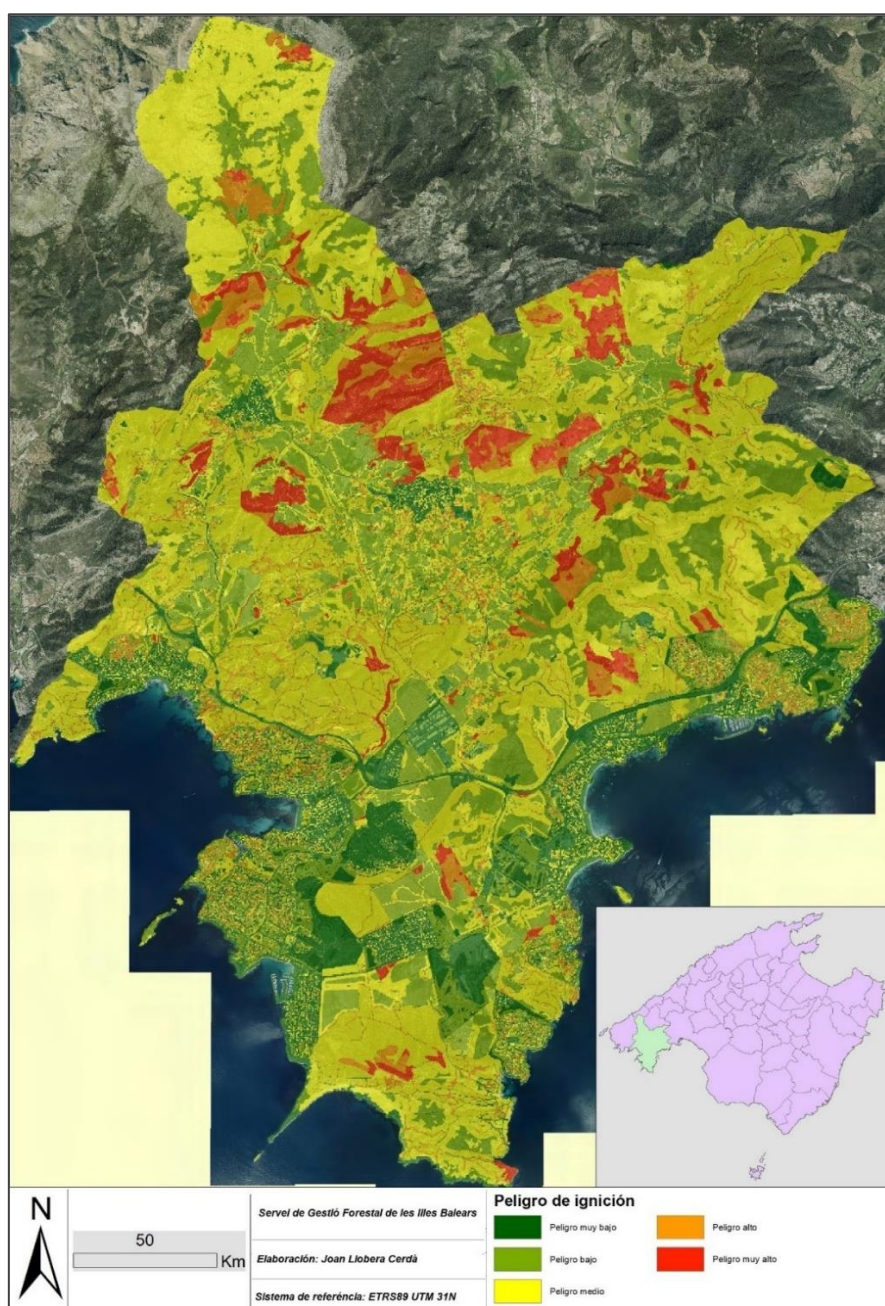


Figura 45. Peligro de ignición en el municipio de Calvià.

6.2.2. Modelos de combustible

Una vez concebido el modelado de la ocurrencia de incendios, un factor clave son los modelos de combustible, esta vez hablando en términos de propagación. Como ya se ha expuesto en la metodología, el modelo que provoca mayor peligro de propagación es el 4. Rothermel (1972) y Albini (1976) lo atribuyen a matorral o arbolado joven, muy denso, de unos 3 m de altura, donde presenta una continuidad horizontal y vertical del combustible. Además, contiene de manera abundante combustible leñoso muerto (ramas) con muy alta intensidad. De este modo, en la zona de estudio el modelo que más predomina es el modelo 4 (Figura 19, en Anexo).

Como se puede observar, el modelo 4 ocupa gran parte de la zona Este de Calvià, esta zona es la Sierra de Na Burguesa. Luego, la otra gran concentración del modelo 4 se sitúa en la parte septentrional donde aparece la urbanización de Son Font y Es Galatzó. Por otro lado, en las proximidades de Peguera y Costa de la Calma hay una gran concentración de este tipo de modelo, donde muchos de este se entremezclan con las distintas edificaciones. Finalmente, en el Sur del municipio, en el Cap de Cala Figuera, territorio considerado como LIC y ZEPA por la Red Natura 2000 aparece este mismo modelo.

Respecto a los demás modelos peligrosos en cuanto a la propagación destacan los 2, 6 y 7 con una propagación relativamente alta. El modelo 2 hace referencia a un pastizal espeso y alto, que, en los entornos mediterráneos, se puede asociar también a los campos de cultivo de cereal. Por lo tanto, son zonas de rápida propagación y de fuego de alta intensidad. En Calvià aparece en gran medida en la zona Noroeste y en los valles. El motivo de situarse en los valles por su adaptación a climas templados-cálidos, así se pueden situar en zonas de umbría y también zonas pantanosas próximas a torrentes, óptimas para el cultivo (Vélez, 1986). Esto hace indicar que, al tratarse de un modelo de combustible, también deberían incluirse en cierto modo las zonas IAUF y no solamente como IUF. El modelo 6 o, más bien, matorral parecido al modelo 5 pero con unas alturas superiores a 1 m con restos de frondosas aparece en menor medida. Su localización se centra en la parte Este de la Sierra de Na Burguesa entremezclado con el modelo 5 y 2. Por eso, puede que se confundan y se apliquen como matorrales de ribera. Cabe mencionar que el modelo 5, el matorral localizado en zonas homogéneas, tiene una propagación baja o más bien lenta porque su altura es relativamente baja, es bastante denso y verde.

El modelo 7 se trata de un matorral de especie muy inflamable con alturas de menos de 2 m o pinares de sotobosque y que no presenta continuidad vertical. Como se puede apreciar en la imagen este modelo genera gran superficie sobre el terreno pareciéndose al modelo 4. Además, este modelo es uno de los que más frecuentes en las edificaciones, localizado principalmente en ciertas partes de Santa Ponça, Illetes y Cas Català. Uno de los motivos por el cual no se ha atribuido un valor más elevado similar al modelo 4 es porque según el Servicio Forestal, en términos de ignición el modelo 7 es más inflamable, sin embargo, en términos de propagación al poder llegar hasta los 2 m consolidando un macizo forestal en la mayoría de superficies donde se ubica, disminuyen su intensidad de propagación. No obstante, cabe destacar que este modelo, al frecuentar cerca de las edificaciones, se le ha atribuido un valor más alto que el modelo 4 marcando así una alta peligrosidad.

Siguiendo con la propagación, los modelos 1 y 9 se caracterizan por tener una propagación media. El primero se trata de un pasto fino seco y bajo donde recubre completamente el suelo. Muchas de las zonas que recubren este modelo se asemejan con cultivos de herbáceos y en algunas zonas dispersas de leñosas.

Analizando la zona de estudio, la empresa que efectuó el trabajo lo asemejó como zonas de cultivos. Observando la información del SIGPAC descrita anteriormente en la ocurrencia de incendios se puede deducir que la mayoría de estos no son altos en propagación. Tan solo se destacarían aquellas zonas como la parte Norte donde se entremezclan con arbolado. A pesar de esto, de forma genérica se le ha otorgado un valor medio, que, una vez se conforme el resultado del peligro este bajará hasta su verdadero riesgo, bajo. Por lo que se refiere al otro modelo se trata de hojarasca esponjosa que hay en los bosques densos de coníferas o de frondosas.

A diferencia del modelo 8, esta forma una capa poco compacta con acículas largas. Como en la zona de estudio predomina la hojarasca no compacta se le ha puesto un valor medio. Además, como se puede apreciar su localización en la zona de estudio es cuasi nula, apareciendo tan solo en la parte noreste.

Finalmente, el último modelo, el 0, como ya se ha dicho se ha considerado como incombustible y, por tanto, su propagación es nula. En este caso, se corresponde con las zonas costeras donde están los principales núcleos, seguido de Calvià y Es Capdellà situados en la parte más septentrional del término municipal. Dicho así, en estas zonas no aparece ningún tipo de vegetación. De esta forma, el hecho de no poner en las grandes aglomeraciones la vegetación hacen que su catalogación como incombustible no sea del todo nula ya que en las Islas Baleares aparece una caracterización en términos de edificación que la sitúan muy próxima a cualquier masa forestal. A pesar de que la mayoría de la superficie en estas zonas consideradas incombustibles sean edificaciones o infraestructuras o incluso láminas de agua, poner la vegetación urbana hace que ya no se consideren como incombustibles y aparezcan zonas que faciliten la propagación de un incendio sobre todo en las de IUF.

Por lo tanto, dadas las características con las que se realizó el proyecto, utilización de tecnología LiDAR de 0,5 puntos/m² y una distancia entre puntos de 1,4 m, hubiera sido oportuno el hecho de caracterizar este tipo de vegetación. Sin embargo, dadas las circunstancias del territorio insular a la hora de realizar una clasificación supervisada, muchos de estos píxeles están contaminados apareciendo en gran medida zonas urbanas y otros tipos de elementos, por eso, se catalogan como incombustibles. En otras palabras, el hecho de modelizar el riesgo por tipo de vegetación es oportuno utilizar este tipo de metodología para aumentar la resolución y la validez de los resultados.

6.2.3. Topografía

La propagación a partir de la topografía es de suma importancia por varios aspectos que desde el Servicio Forestal gestionan para la prevención y extinción de incendios. Es decir, participan de manera directa en el comportamiento del fuego en caso de incendio forestal. Por un lado, la pendiente no solo dificulta las labores de extinción en caso de incendio, sino que también influye en el comportamiento del fuego acelerando su avance (Ruiz, 2012). La orientación por su parte, como bien se ha dicho con anterioridad hace que en las zonas de solana se relacionen con aspectos como la temperatura y la humedad del suelo. Por tanto, determinan el estado de los combustibles disponibles para poder arder en los meses más secos, condicionando así, el comportamiento del fuego. En la zona de estudio, al ser próxima a la Sierra de Tramuntana y dando mayor peso a la pendiente, aparece mayor peligro por propagación en aquellas zonas de topografía abrupta y severa (figura 68).

Observando la figura se constata cómo la parte más Norte y Noroeste son las que presentan mayor peligro asociada a la Serra de Na Burguesa y parte de la Serra de Tramuntana. A partir de esto, en la parte central aparece un valle donde el peligro es bajo relativamente, ya que, no aparece ninguna zona llana de 0°. Cabe recalcar que en la parte Norte asociada al peligro muy alto aparece el núcleo de Son Font. Por otro lado, se puede apreciar cómo la parte Sur donde aparecen la mayoría de las edificaciones en la zona litoral presentan un peligro por topografía muy heterogéneo. Aquí aparece la urbanización de Costa d'en Blanes, una de las más expuestas al peligro por topografía. A pesar de presentar una pendiente relativamente llana o moderada, muchas de las edificaciones situadas en estas zonas tienen una orientación Sur o Norte lo que hace incrementar el peligro.

Por último, se puede observar cómo la parte Sur de la zona de estudio está caracterizada por un peligro muy bajo asociada a la zona protegida de Cap de Figuera (Figuras 69 y 90, en Anexo). En este caso, al igual que el peligro de ignición, es conveniente considerarlo como zonas IUF/IAUF independientemente del uso del suelo y la superficie en la que se sitúen.

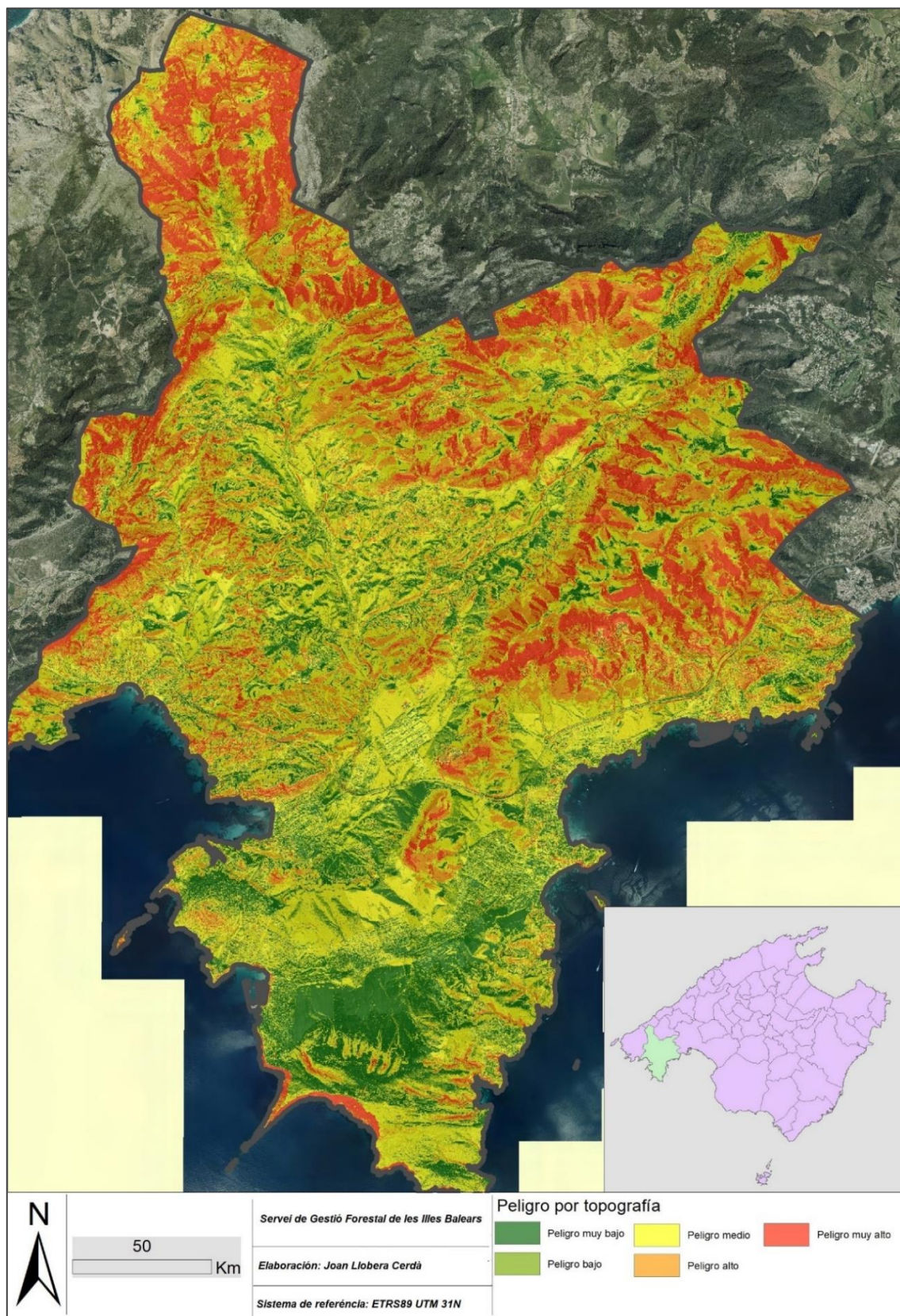


Figura 68. Peligro de propagación en relación con la topografía en el municipio de Calvià.

6.2.4. Propagación

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, los modelos de combustibles y la topografía se ha calculado el peligro por propagación en el municipio de Calvià (Figura 91). Como se puede apreciar en la imagen el peligro se asemeja a ambas figuras. Sin embargo, a los modelos de combustible se les ha añadido la vegetación urbana situada sobre todo en las grandes aglomeraciones urbanas.

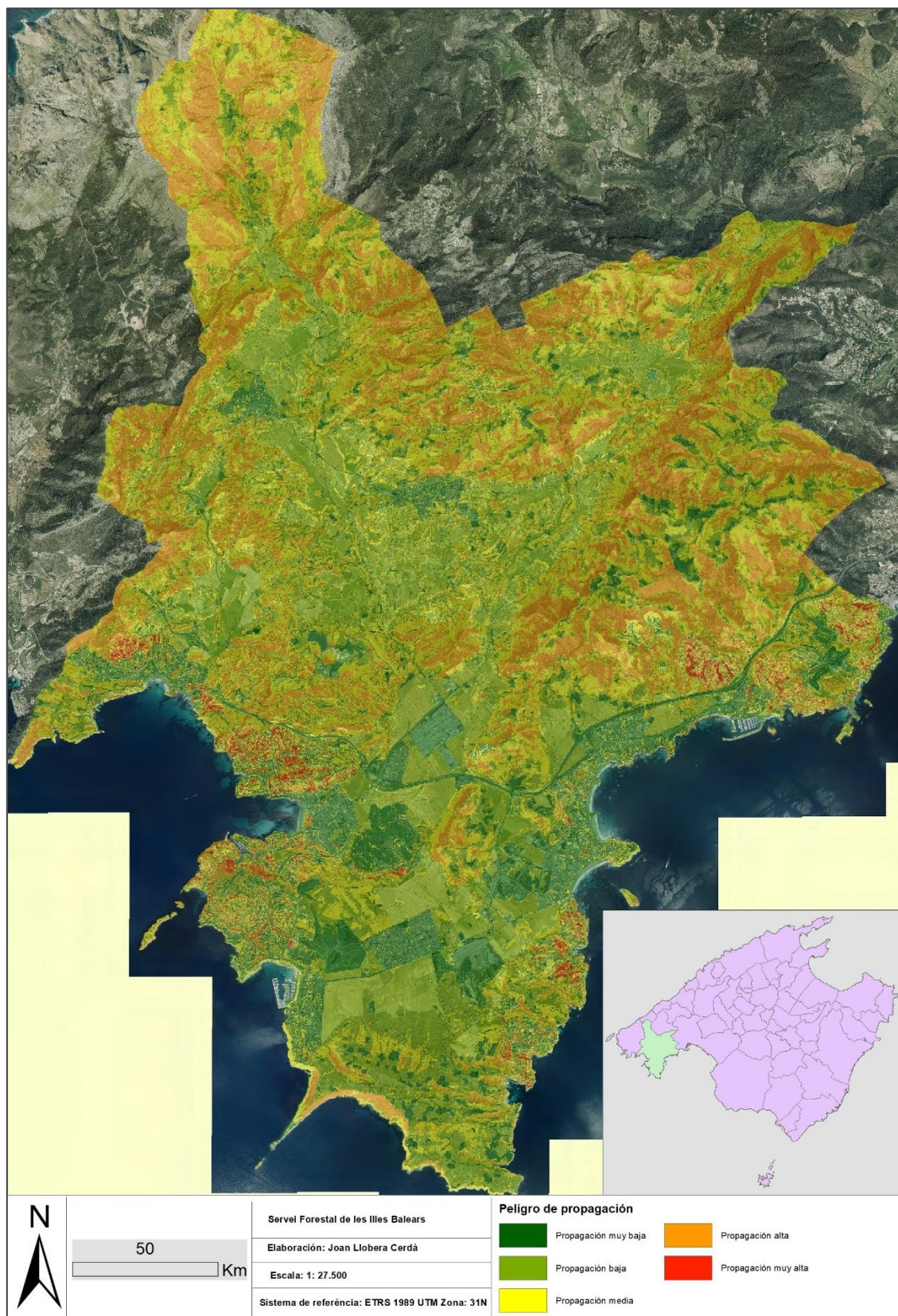


Figura 91. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el municipio de Calvià

Dada la importancia para el Servicio Forestal en tareas de prevención de incendios a partir de la topografía, la actualización de los modelos de combustible y el valor añadido de la vegetación urbana se ha analizado cada zona del municipio para su gestión posterior. Para ello se ha dividido en 22 zonas donde se analizarán los resultados de la propagación en cada zona. En este caso, el hecho de haber analizado las zonas de pendiente llana, en muchas de estas zonas es donde se concentran la mayoría de explotaciones agrícolas porque son más óptimas para el cultivo.

Además, como bien se ha dicho antes, en los modelos de combustible el modelo 2 se trata de zonas de cultivo. De este modo, se ha considerado oportuno considerar en términos de propagación las distintas zonas como IUF/IAUF. En primer lugar, destacamos la zona del Galatzó, que, al ser de grandes dimensiones, se ha dividido en dos mapas (Figuras 92 y 93).

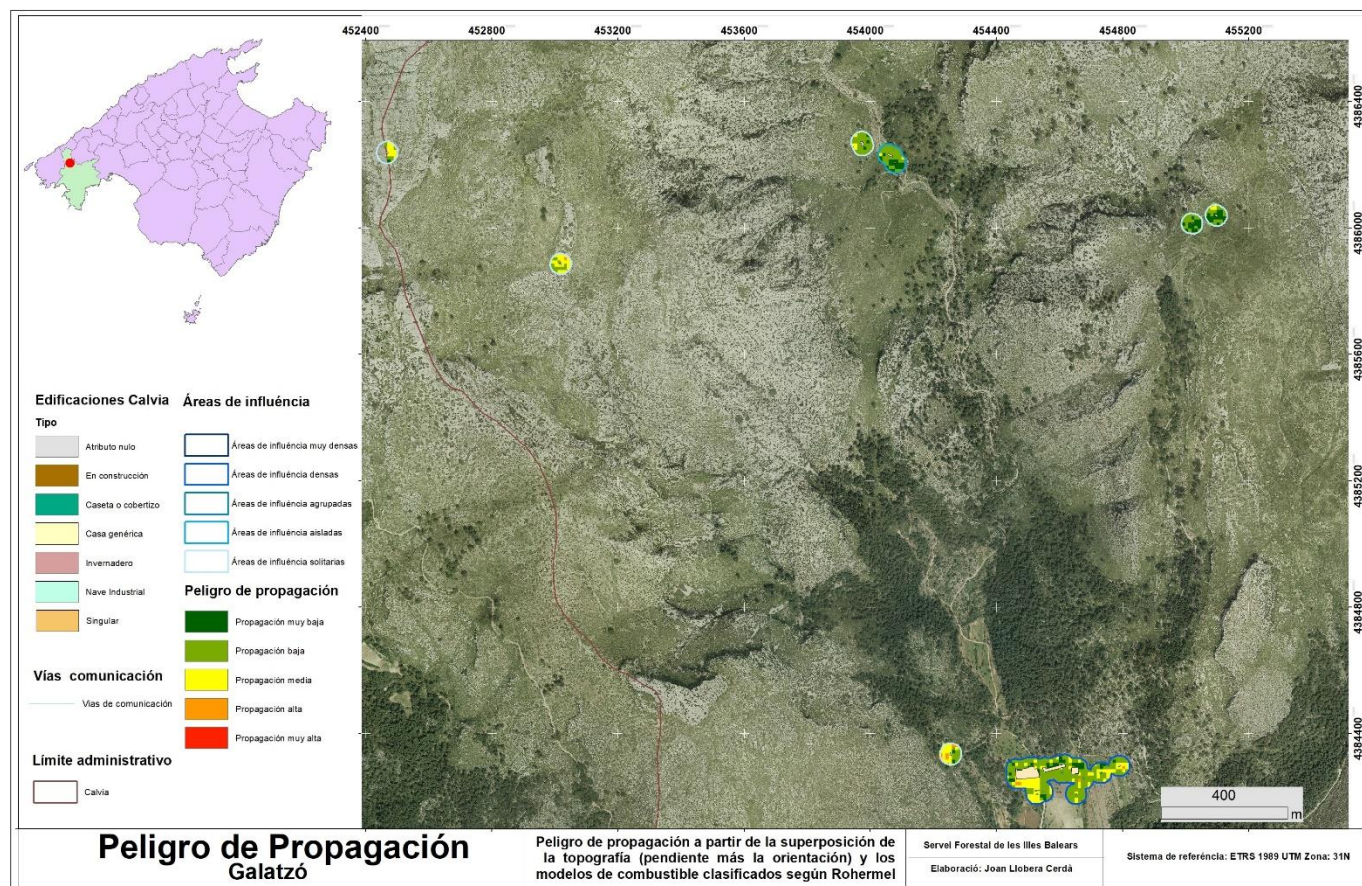


Figura 92. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– Norte del Galatzó.

Como se puede observar en la Figura 92, la finca del Galatzó, está en la parte de menor pendiente. Sin embargo, está situada en orientación Sur, por eso aparece una continuidad vegetal a su alrededor que puede provocar una propagación media. Si a esto se le suma que tienen unos modelos de combustibles de propagación alta y muy alta aumentan el peligro. Luego, las demás edificaciones situadas en la parte más elevada del Galatzó tienen una propagación media y baja en la parte noroeste. Esto es debido a que, en sus 30 m de área de influencia, tienen un modelo de combustible de propagación media y presentan zonas incombustibles asociadas a macizos de rocas. De este modo, a pesar que se sitúen en zonas de topografía moderada, los modelos de combustible no provocan un peligro excesivamente elevado.

La otra zona del Galatzó ya se trata de la zona más al Sur de la Sierra donde confluye con el núcleo de Es Capdellà (Figura 93). Se constata una gran variedad en cuanto a la propagación. Por un lado, en las zonas más elevadas la propagación es más alta debido a la pendiente pronunciada entre el 17 y el 46% y porque los modelos de combustible que aparecen son elevados en cuanto a su propagación. En las proximidades a las explotaciones agrícolas su peligro es menor debido en gran parte a la topografía llana y por el material combustible asociada al modelo 2. No obstante, en las proximidades de la edificación, es decir, dentro del área de influencia de 30 m, aparecen distintas masas forestales con propagación alta, por lo que hace aumentar a un grado medio el peligro.

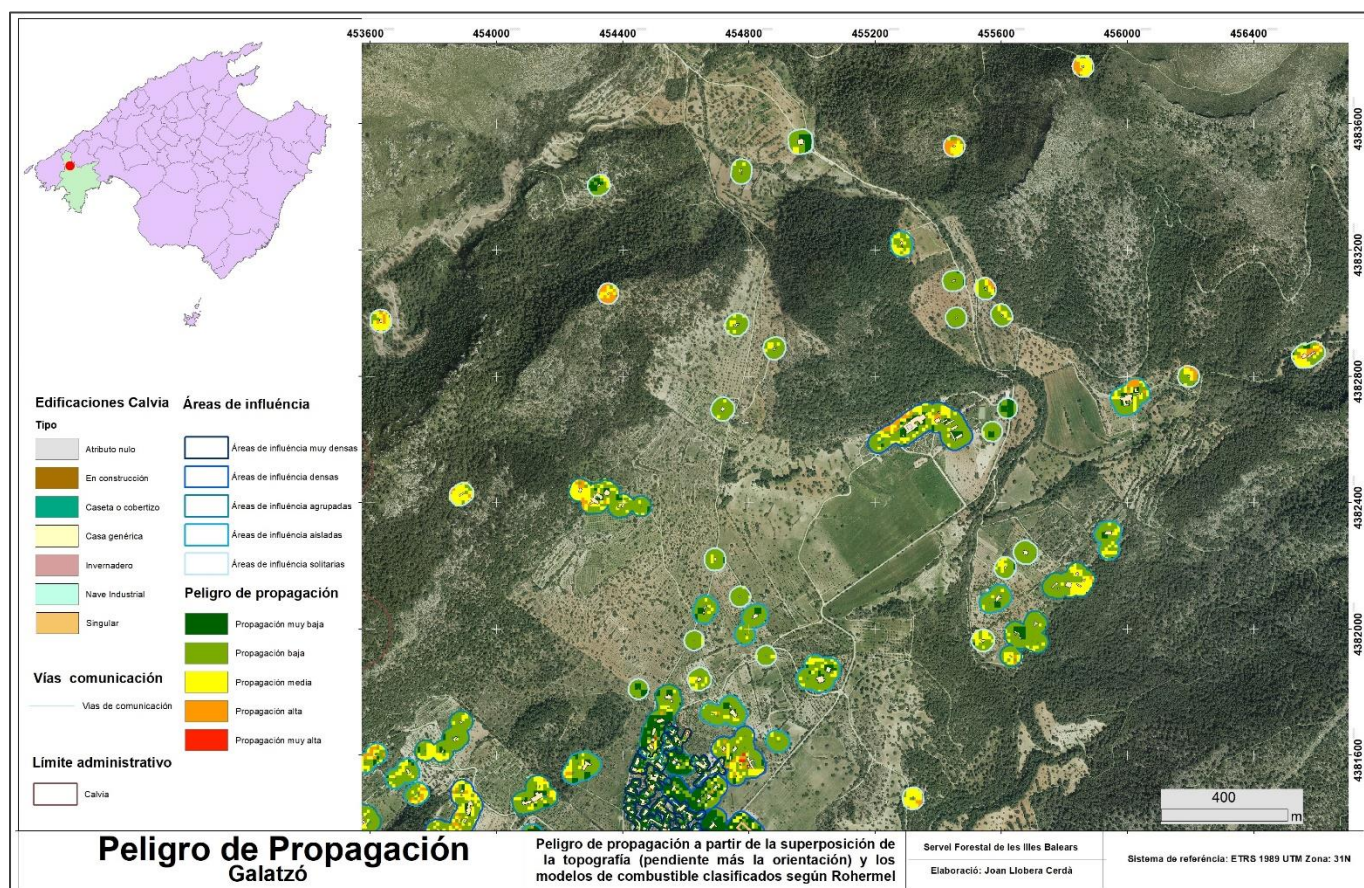


Figura 93. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– zona Sur del Galatzó.

Bajando hacia el Sur de la zona de estudio aparece el núcleo de Es Capdellà (Figura 94). Como se puede observar, la mayor parte de las zonas de interfaz muy densas presentan una propagación muy baja. La mayoría de estas están situadas en una zona de topografía con poco peligro y además a su alrededor aparecen las zonas incombustibles y explotaciones agrícolas. Sin embargo, a medida que se alejan del núcleo urbano las distintas edificaciones agrupadas, aisladas y solitarias la mayoría tienen una propagación media. Muchas de estas se localizan en la parte Sur de Es Capdellà, situadas en la parte más elevada con una gran confluencia forestal en su entorno. Por eso, en términos de modelos de combustible muchas de las edificaciones están con propagación alta o muy alta. A pesar de esto, en esta zona las vías de acceso ya mejoran las tareas de prevención y extinción al haber vías urbanas con distintos puntos de salida y entrada y una carretera convencional (MA-1015) que atraviesa el núcleo.

Después de la zona de Es Capdellà, antes de llegar a Peguera, aparece una zona ocupada por explotaciones agrícolas y con varias edificaciones aisladas y agrupadas (Figura 95). La mayor parte de esta zona se caracteriza por grandes masas forestales, localizadas sobre todo en la parte más al Este y Noreste de la Figura 96. Como bien se ve, la zona del noroeste tiene mayor peligro por presentar un porcentaje más peligroso en términos de topografía y además porque los modelos de combustible son de tipo 4. No obstante, aparecen ciertas casas aisladas con un peligro medio caracterizado por tener un modelo de combustible tipo 7.

Además, muchas de estas edificaciones están situadas en zonas donde solamente hay una única vía de acceso que se corresponden con caminos sin revestimiento. Las demás edificaciones con un peligro bajo es porque no aparecen grandes superficies de vegetación alrededor de ellas, muchas de éstas constituidas como explotaciones agrícolas. Esto hace suponer la buena labor por parte de los propietarios para limitar la vegetación en las proximidades.

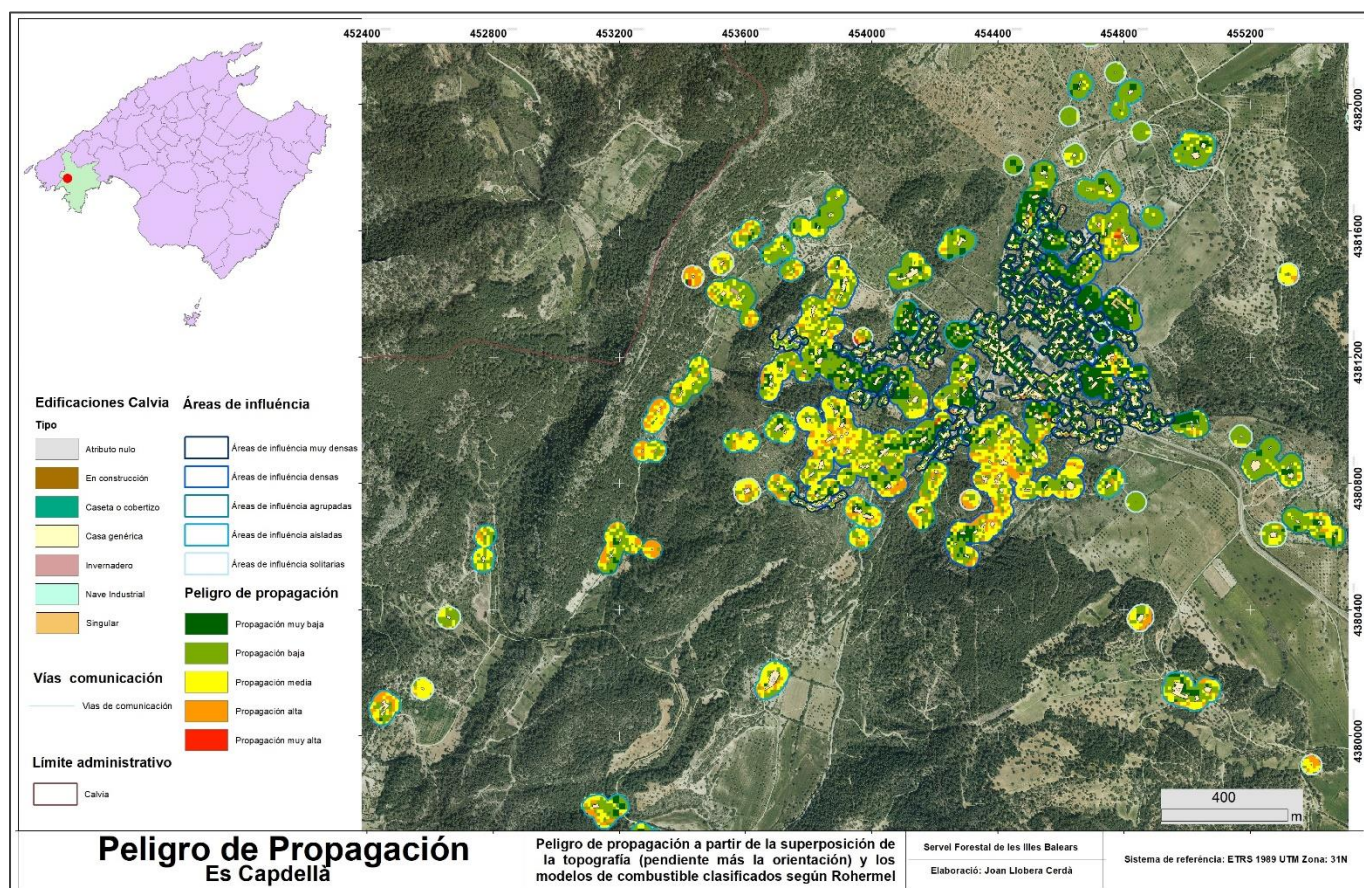


Figura 94. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Es Capdellà.

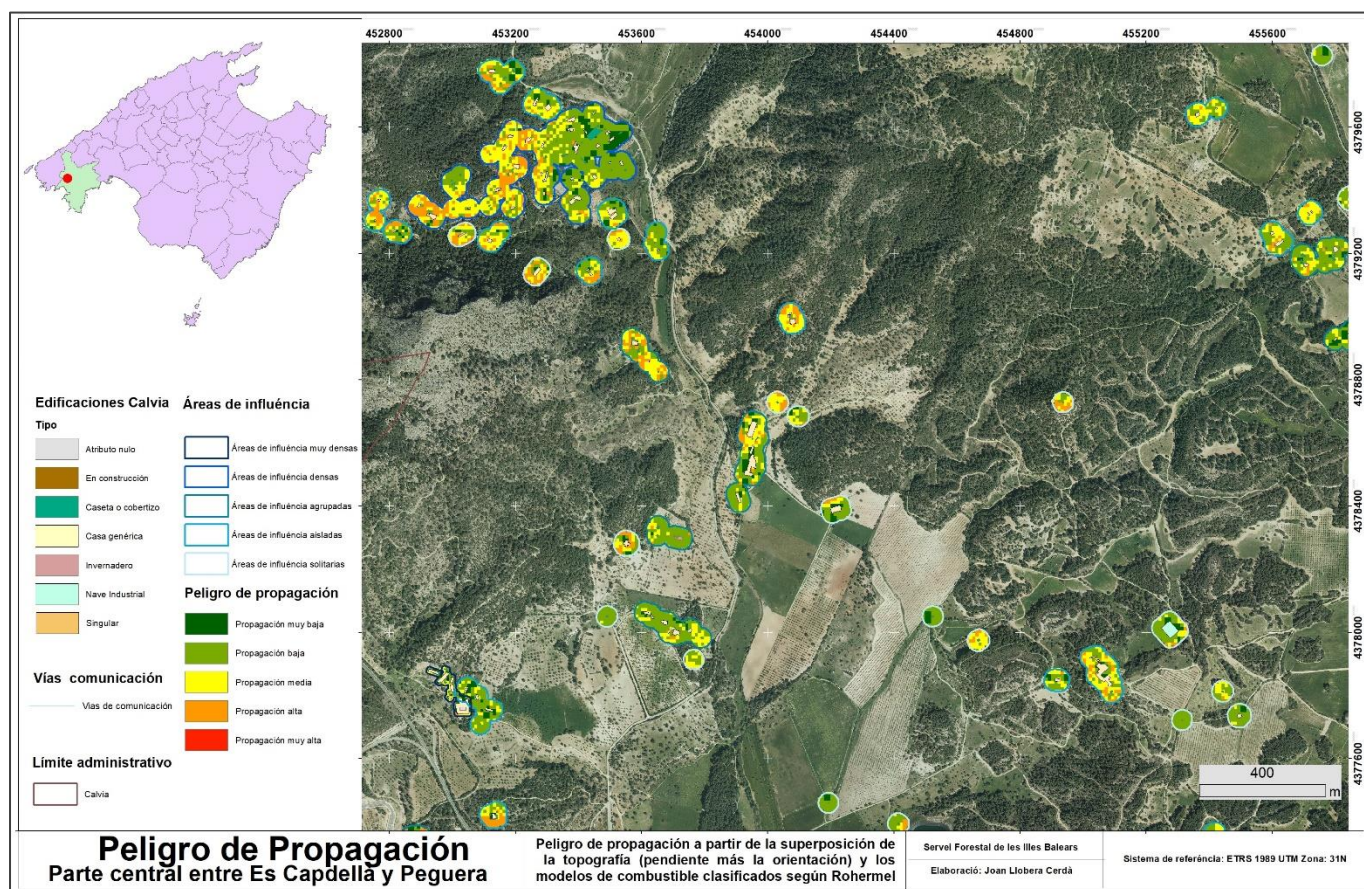


Figura 95. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible–parte central entre Es Capdellà y Peguera.

Entrando en la zona costera, en la parte Suroeste se encuentra el núcleo de Peguera (Figura 96). En esta zona se ve cómo la parte más al Norte del núcleo está caracterizada por un peligro de propagación muy elevado. En esta zona esta marca por una topografía muy abrupta, seguido de vegetación urbana de tipo 7 y tipo 4 entorno de las edificaciones.

Por otro lado, la zona más costera, al tener una orografía muy escarpada hace que la mayor parte de edificaciones estén en peligro alto. Es más, en la zona Sureste se puede apreciar como aparecen una serie de áreas de influencia densas que tienen un peligro alto a pesar que muchas de estas zonas sean consideradas como incombustibles. Cabe recalcar que en esta zona ya presenta vías urbanas y la conexión con la autopista M-14.

Siguiendo en la zona costera aparece Costa de la Calma y Rotes Velles (Figura 97). Como se puede apreciar con la ortofoto de 2019 en esta zona las edificaciones convergen con masas forestales con gran intensidad. De hecho, muchas de las edificaciones tienen dentro de sus 30 m de área de influencia una gran cantidad de modelos de combustible de tipo 4 y 7 que hacen que aumente el peligro, ya que las explotaciones agrícolas en este tipo de zonas disminuyen. Además, cabe decir que en las zonas donde aparece este tipo de peligro se le suma la topografía abrupta. Así, la mayoría de estas zonas tienen un peligro muy elevado. Sin embargo, como bien se ha dicho con Peguera, al tratarse de zonas turísticas maduras las vías de comunicación en este tipo de lugares es óptima en caso de evacuación destacando en la parte Norte la autopista M-14.

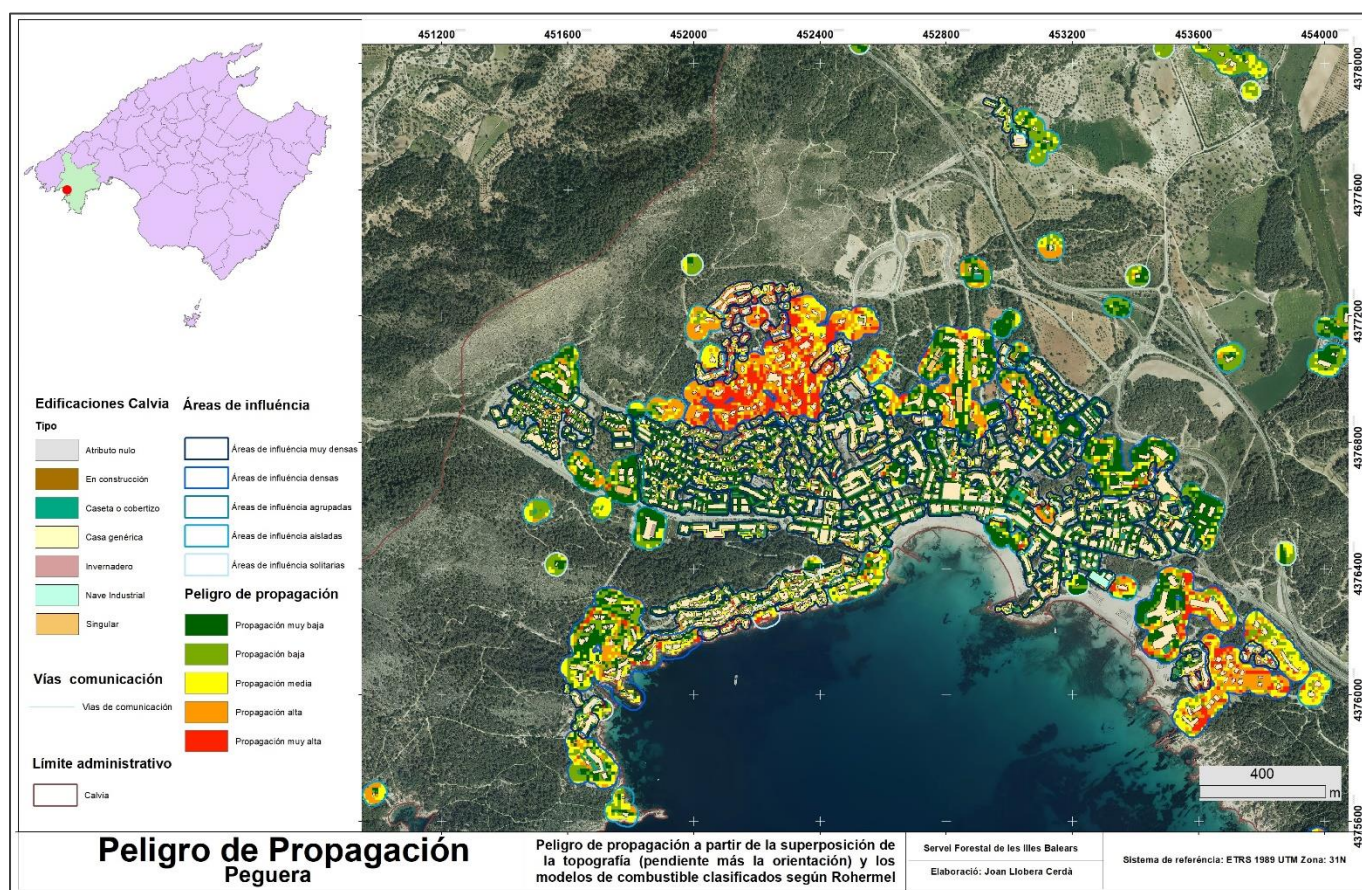


Figura 96. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el núcleo de Peguera.

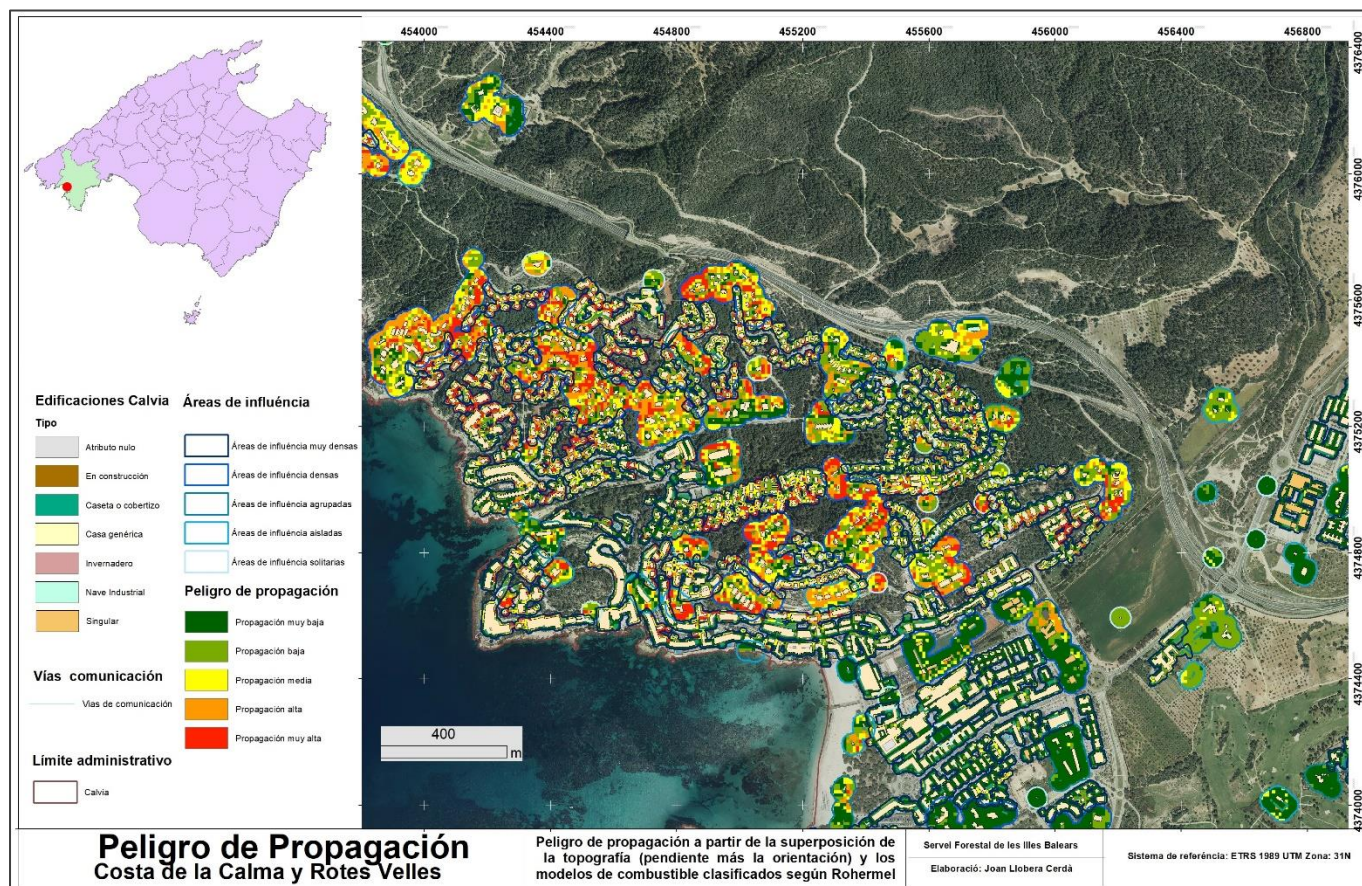


Figura 97. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Costa de la Calma y Rotes Velles.

Una vez hablado de Costa de la Calma uno de los núcleos urbanos más extensos de Calvià se conoce como Santa Ponça. Para ello, se ha dividido en dos mapas para poder analizar sus resultados. En primer lugar, aparece la zona inmediatamente cerca de Rotes Velles junto al golf de Santa Ponça donde converge una gran urbanización (Figura 98).

Por un lado, en la zona del golf, al tratarse de modelos de combustible de propagación baja, el peligro es bajo. Es más, en esta zona converge con una zona de topografía llana. No obstante, aumentará en cierto modo al añadirle los parques y jardines analizado anteriormente. En cambio, en la parte más al Sur se observa como aparece una masa arbórea de tipo 4 por lo que hace aumentar el peligro de propagación. A pesar de esto, aparece mayoritariamente un peligro relativamente bajo en el conjunto de la zona.

Luego, la otra parte de Santa Ponça, como ya se ha visto anteriormente, se trata de una de las zonas que ha experimentado un aumento en cuanto a la edificación. En términos de propagación la parte más central de la isla es donde aparece mayor peligro, asociado a la vegetación urbana de tipo 7 que converge en cada una de las edificaciones (Figura 99). Otra de las posibles causas en las que se asocia este peligro es que porque a medida que ha aumentado la edificación ido manteniendo las masas arbóreas en menor medida intensificando las zonas tratadas como incombustibles.

Las demás zonas con peligro bajo se relacionan en cierta medida con las vías de comunicación. A pesar que puedan ser foco de ignición, también constituyen en muchas ocasiones elementos barrera, es decir, una especie de cortafuego. De forma paralela, en algunas zonas del núcleo de Santa Ponça, la Administración Pública trabaja con frecuencia en las labores de mantenimiento para para mejorar el paisaje de cara al turismo.

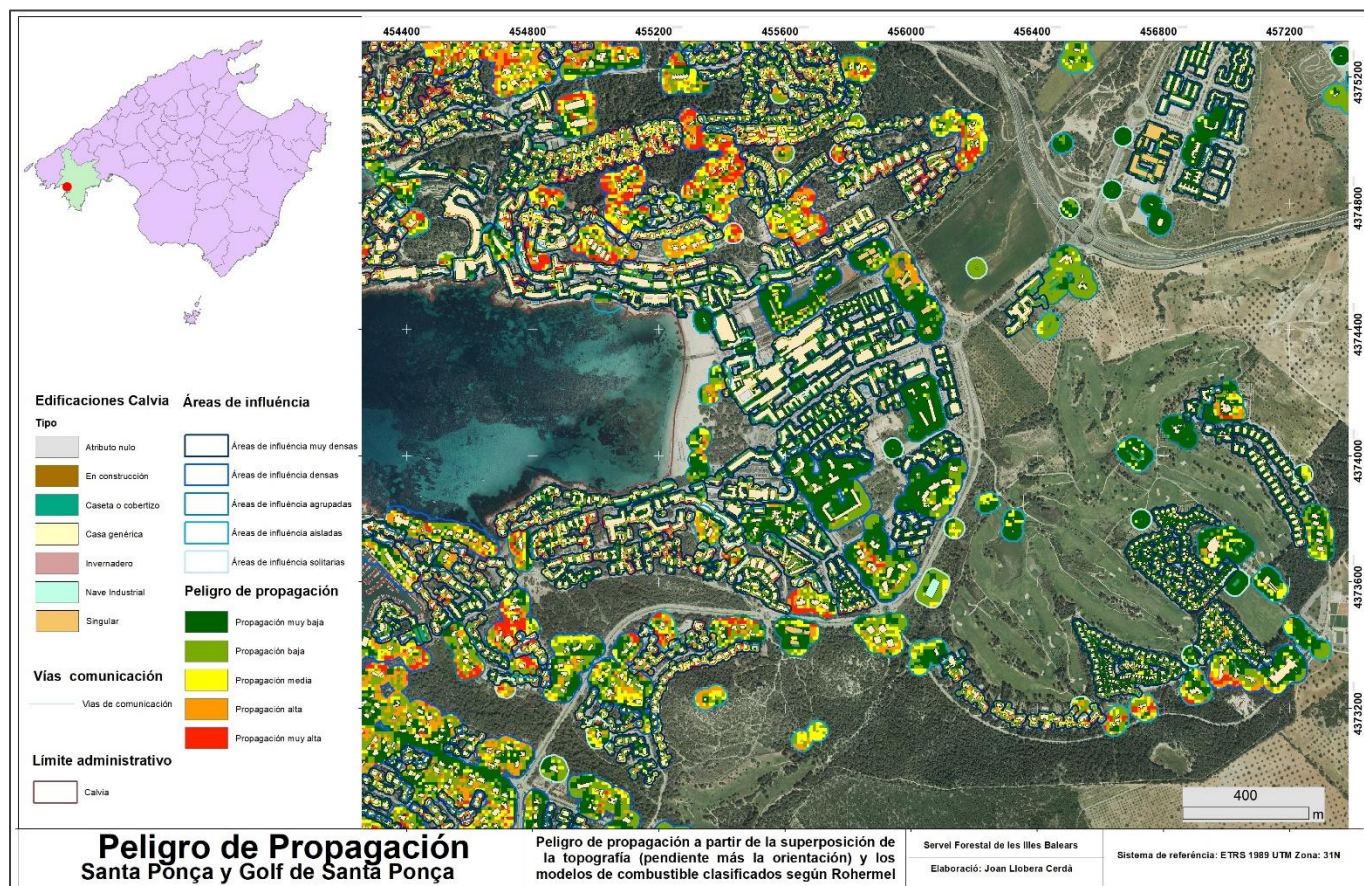


Figura 98. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en la parte Norte de Santa Ponça y el golf.

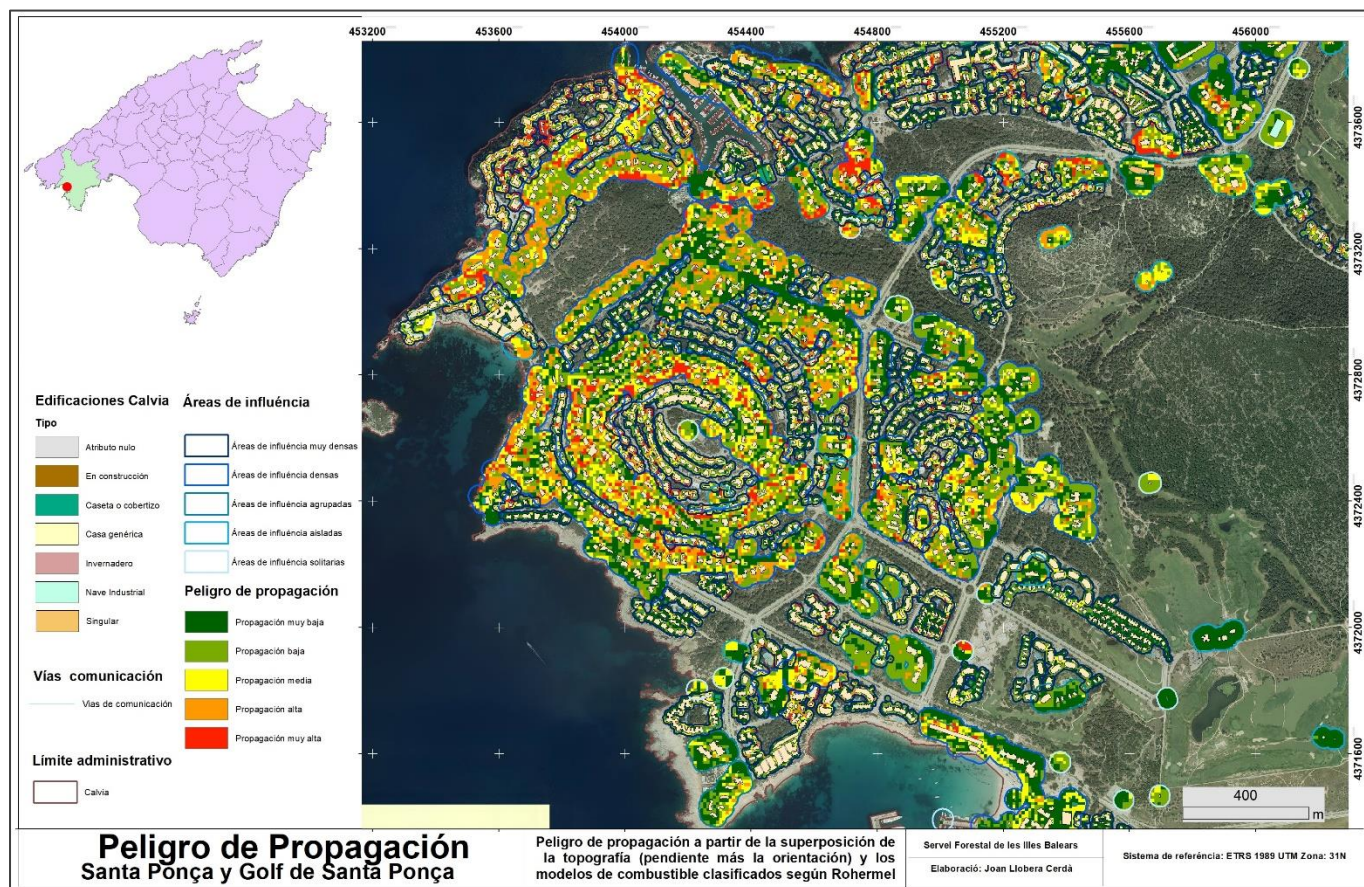


Figura 99. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el núcleo de Santa Ponça.

Antes de continuar con la costa, aparecen dos núcleos importantes en el interior. En primera instancia, aparece el polígono industrial de Calvià y la urbanización de Galatzó (Figura 100). Como se puede apreciar, la construcción de este tipo de elementos requiere de zonas en las que si ocurre algún siniestro no provoque grandes daños, dadas las actividades que se desarrollan. Por tanto, la localización del polígono se ha centrado en un lugar donde en su entorno no aparezca ningún tipo de masa forestal que pueda ocasionar algún desperfecto.

A pesar de esto, ambas zonas se localizan en un lugar de topografía moderada con ciertas edificaciones aisladas y solitarias localizadas dentro de modelos de combustible muy elevados en propagación. Sin embargo, la mayor parte de la urbanización y del polígono se han considerado incombustibles y más aún consideradas como zonas muy densas de 7.5 m de radio. Por eso, estas dos presentan un peligro de propagación relativamente bajo.

Dicho así, a pesar de haberse analizado estas dos zonas no deberían considerarse como zonas de IUF porque no presentan ningún tipo de vegetación en su respectivo radio de influencia. Asimismo, aunque en sus proximidades haya explotaciones agrarias, tampoco se consideran como zonas de IAUF dado que no convergen con ninguna de ellas. No obstante, las demás edificaciones alejadas del polígono si que presentan cierta superficie en peligro por la topografía y su convergencia entre explotaciones agrícolas y masas forestales.

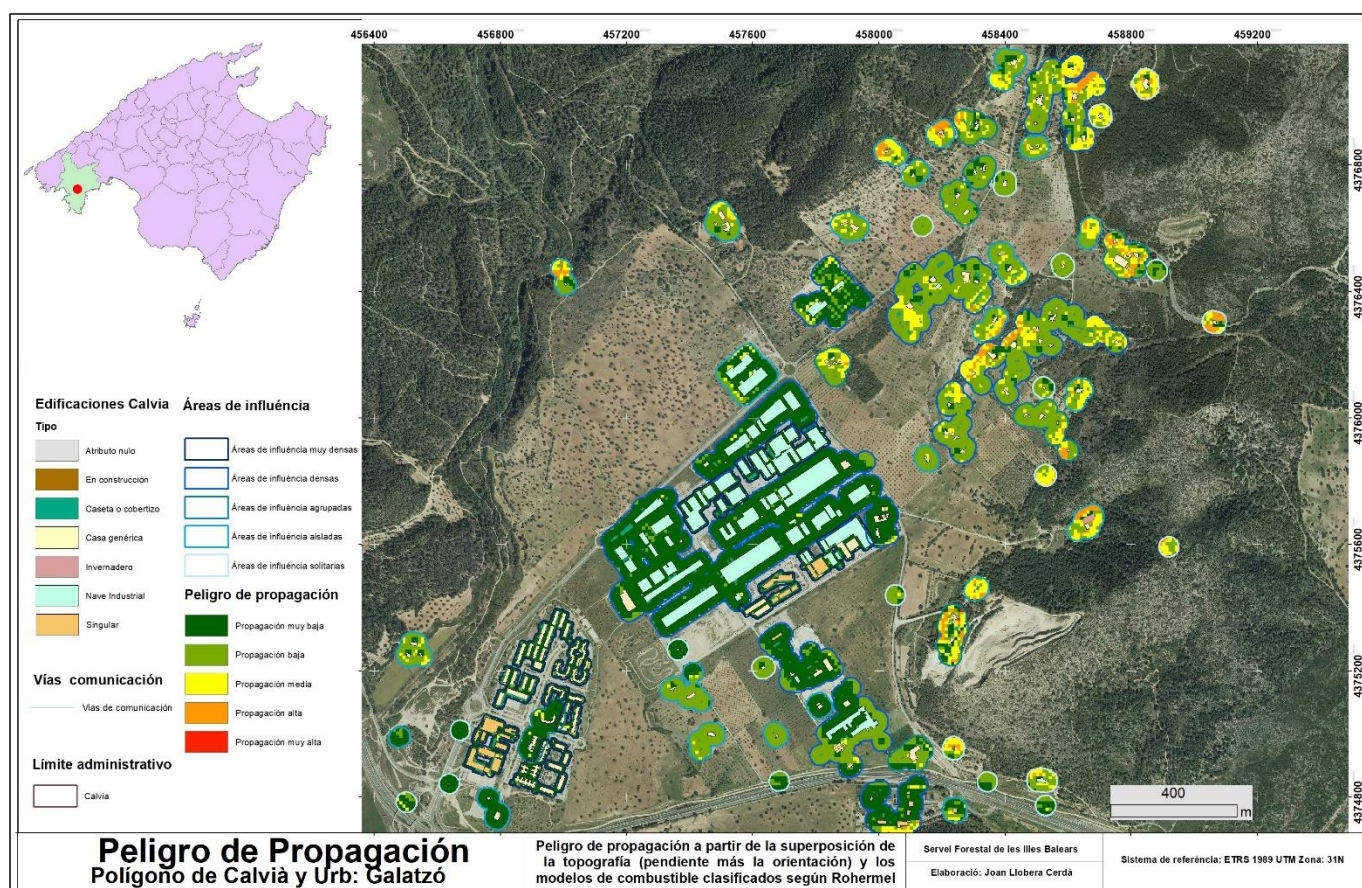


Figura 100. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el polígono de Calvià y la urbanización Galatzó.

La otra zona localizada cerca del golf de Santa Ponça, es el núcleo de Son Ferrer (Figura 101). Esta zona también converge con explotaciones agrarias bastante despobladas de masas arbóreas o pastizales, por eso, su peligro de propagación es relativamente bajo. Además, Son Ferrer tiene unas características en términos de edificación que la mayoría de áreas de influencia son densas y muy densas.

Si a esto se le añade que dentro de estos 30 m no aparece ningún tipo de vegetación el peligro hace que sea bajo, tan solo aparecen ciertas edificaciones donde hay ciertas masas forestales. Es decir, ocurre en cierto modo, un caso similar al polígono y la urbanización del Galatzó. La zona de Sa Porrassa ocurre lo mismo. En cambio, en la parte más al Sureste como aparecen zonas forestales de tipo 4 con ciertas zonas de tipo 1 hacen que aumente en cierta medida su peligro.

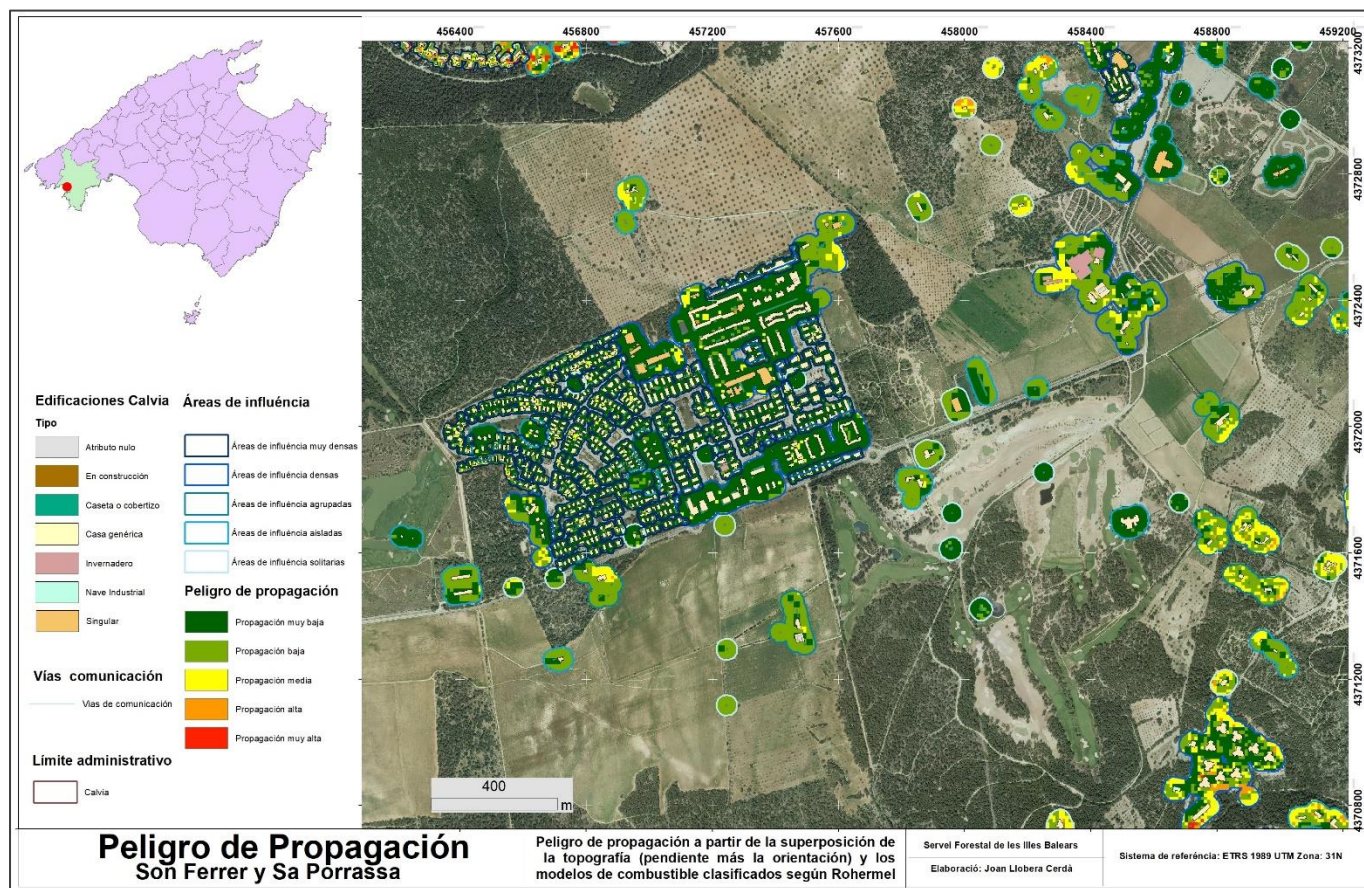


Figura 101. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el núcleo de Son Ferrer.

Continuando con la zona costera aparece Es Toro. En la parte más oriental está caracterizada por una extensa explotación agrícola, en cambio la parte más al Sur aparecen masas forestales de distintos tipos de modelos de combustible localizados en una zona de topografía moderada en las proximidades a la costa.

Aunque según la propagación por modelos de combustible considere la zona como incombustible, el hecho de presentar vegetación de tipo 7 entre las edificaciones hace que cambie el peligro hasta llegar al valor medio y no se trata de zona incombustible (Figura 102).

Por otro lado, realizando un exploratorio de incendios que han ocurrido en la zona más al Sur aparecen ciertos puntos donde se han producido ciertos incendios. Por ese motivo, teniendo en cuenta los modelos de combustible en las proximidades a las edificaciones y la topografía abrupta cerca de la costa hacen que aumente el peligro por propagación.

De manera paralela, en la punta del Cap de Figuera ocurre lo mismo. Es decir, aparece más peligro en las zonas más costeras. En cambio, la zona de Sol de Mallorca tiene mayor peligro debido a la topografía en la que se sitúa y por los modelos de combustible localizados en la parte más occidental y dentro de ella con una orientación Norte (Figura 103).

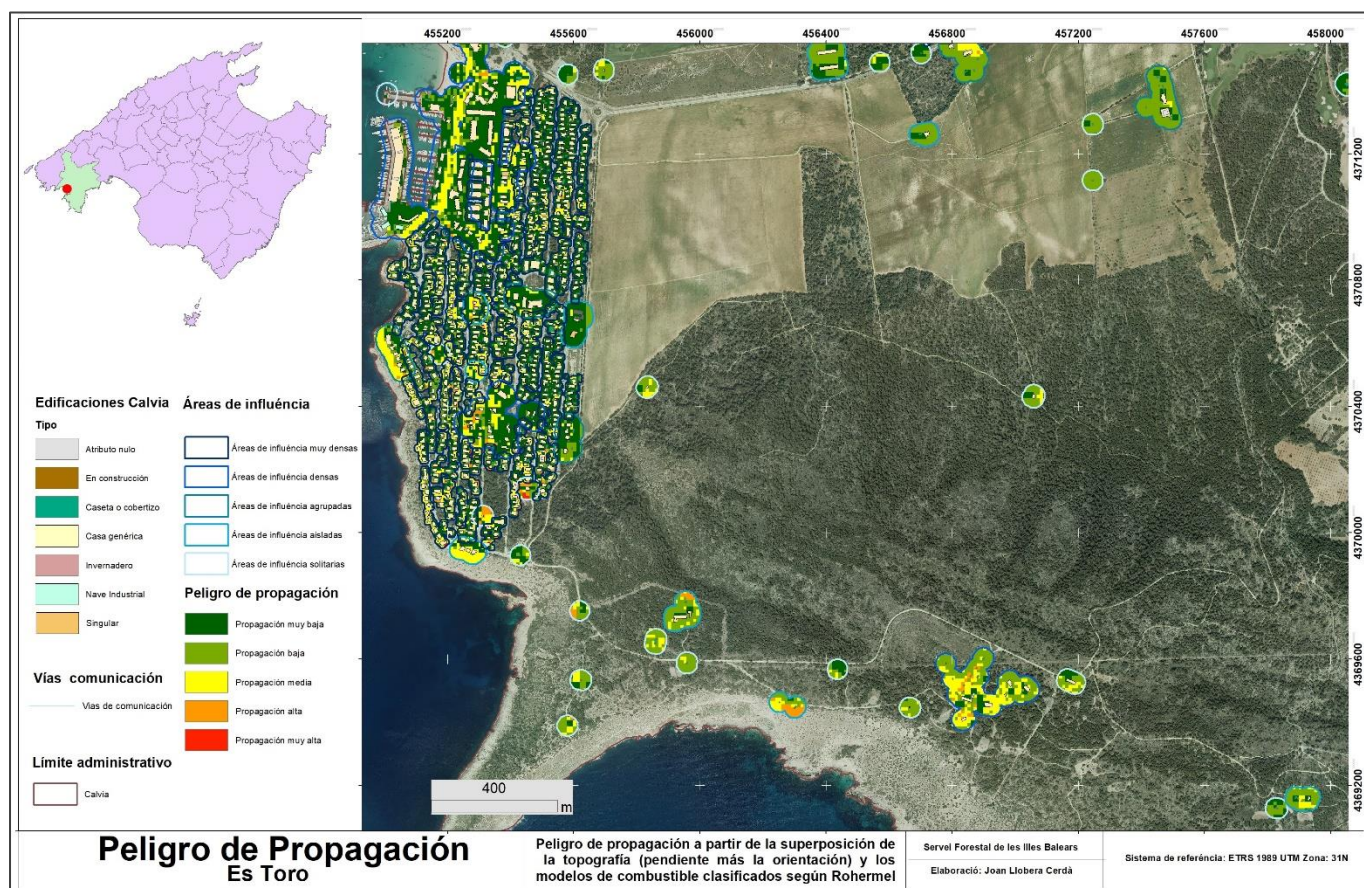


Figura 102. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el núcleo del Toro.

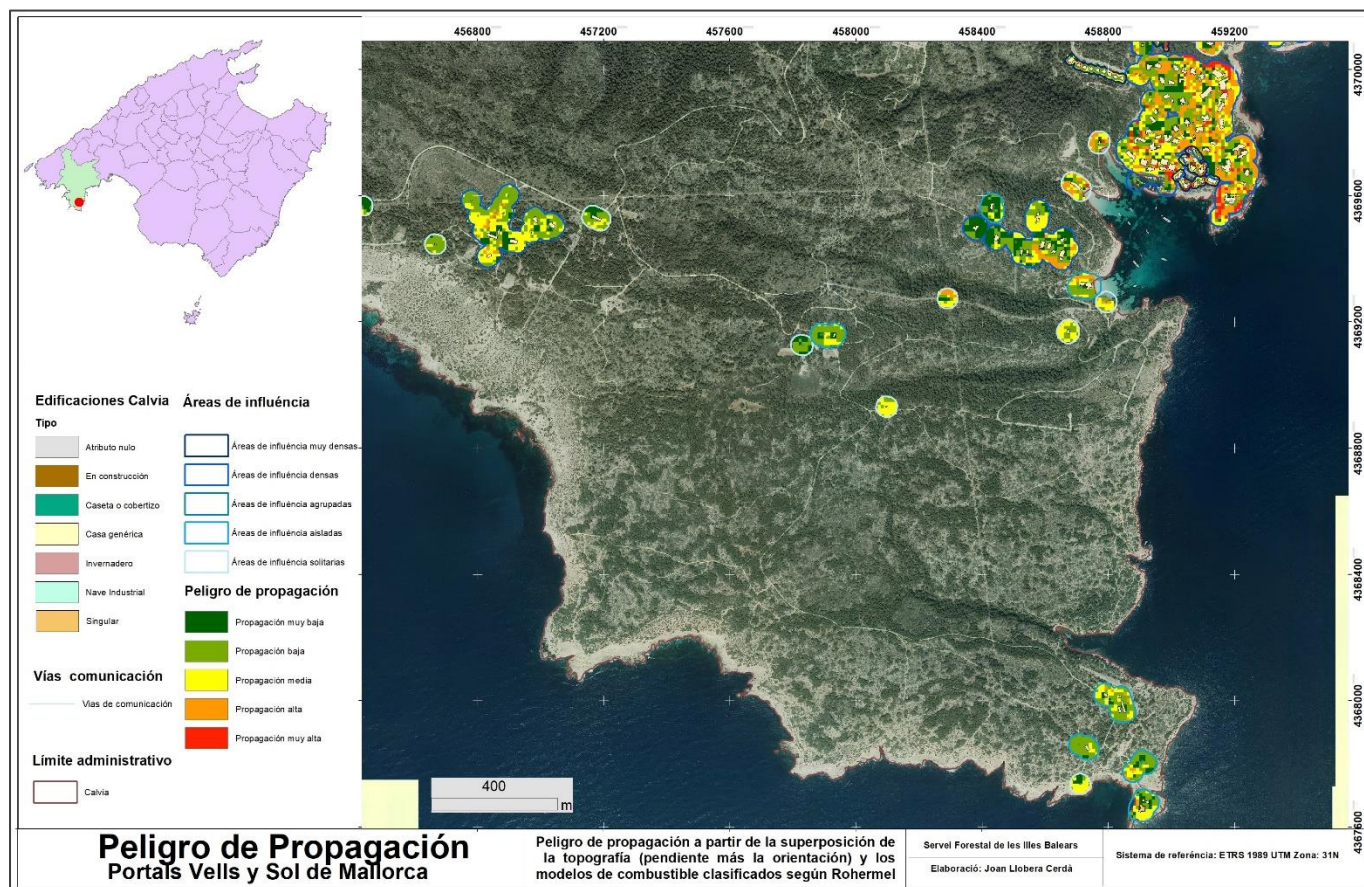


Figura 103. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Portals Vells y Sol de Mallorca.

Enlazando en la zona Este de la costa se encuentra Cala Vinyes y Bahía de Palma. En esta zona el peligro por propagación se sitúa en la zona costera, caracterizada por modelos de combustible peligrosos y una zona muy escarpada (Figura 104); sobre todo, se localiza en las edificaciones colindantes con las masas forestales. La zona más al Oeste está menos poblada en términos de vegetación y, al incluir un campo de golf y campos de cultivo, la propagación es menor.

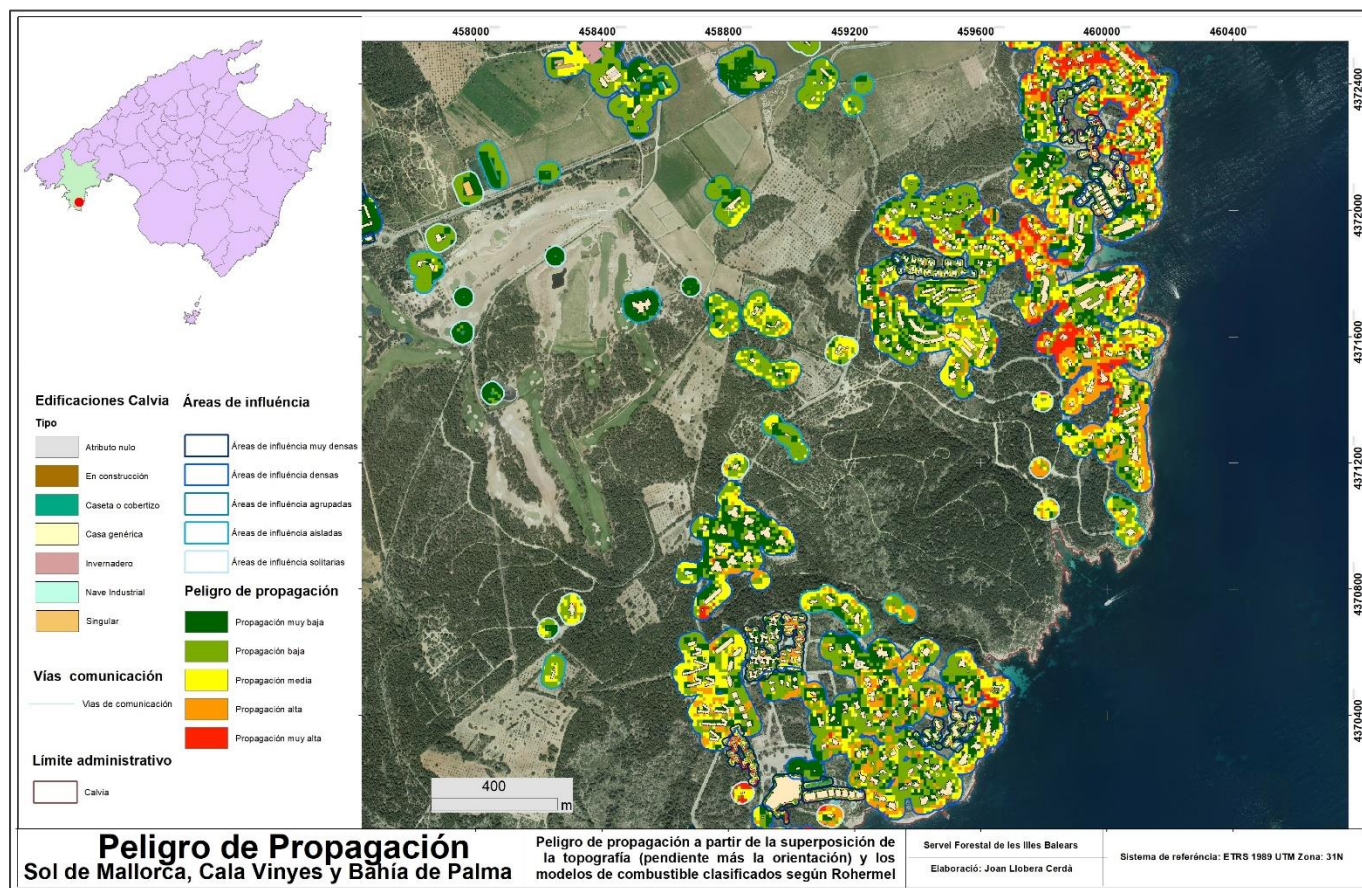


Figura 104. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en la zona costera de Sol de Mallorca, Cala Vinyes y Bahía de Palma.

La siguiente zona se considera una zona turística madura, donde se fraguó al inicio del *boom* del turismo en Baleares; se trata de Magaluf y Torrenova (Figura 105). La mayor parte de la superficie está en peligro muy bajo al tratarse de zonas incombustibles y la topografía es moderada y baja. Tan solo aparecen ciertas edificaciones en la parte Noroeste de punta Ballena, donde conviven con modelos de tipo 7 principalmente, seguido de tipo 2 y 5. No obstante, el hecho de ser zonas muy densas se trata de zonas incombustibles.

Al Norte de Magaluf se encuentra Palmanova, otra zona turística madura que se inició durante el primer boom del turismo en 1964 (Seguí, 2006) (Figura 106). Aquí también está caracterizada por una propagación en general baja. No obstante, aparece una propagación media en las zonas donde hay vegetación urbana vinculada con el modelo tipo 7 ya que, en el resto de la zona, ha sido marcada como incombustible y situada en un terreno relativamente llano. A pesar de esto, en la parte Noroeste de la aglomeración urbana de Magaluf aparece un área de influencia densa con ciertas masas forestales en su entorno que, junto a una topografía moderada intensifican el peligro de propagación en las proximidades de ciertas edificaciones.

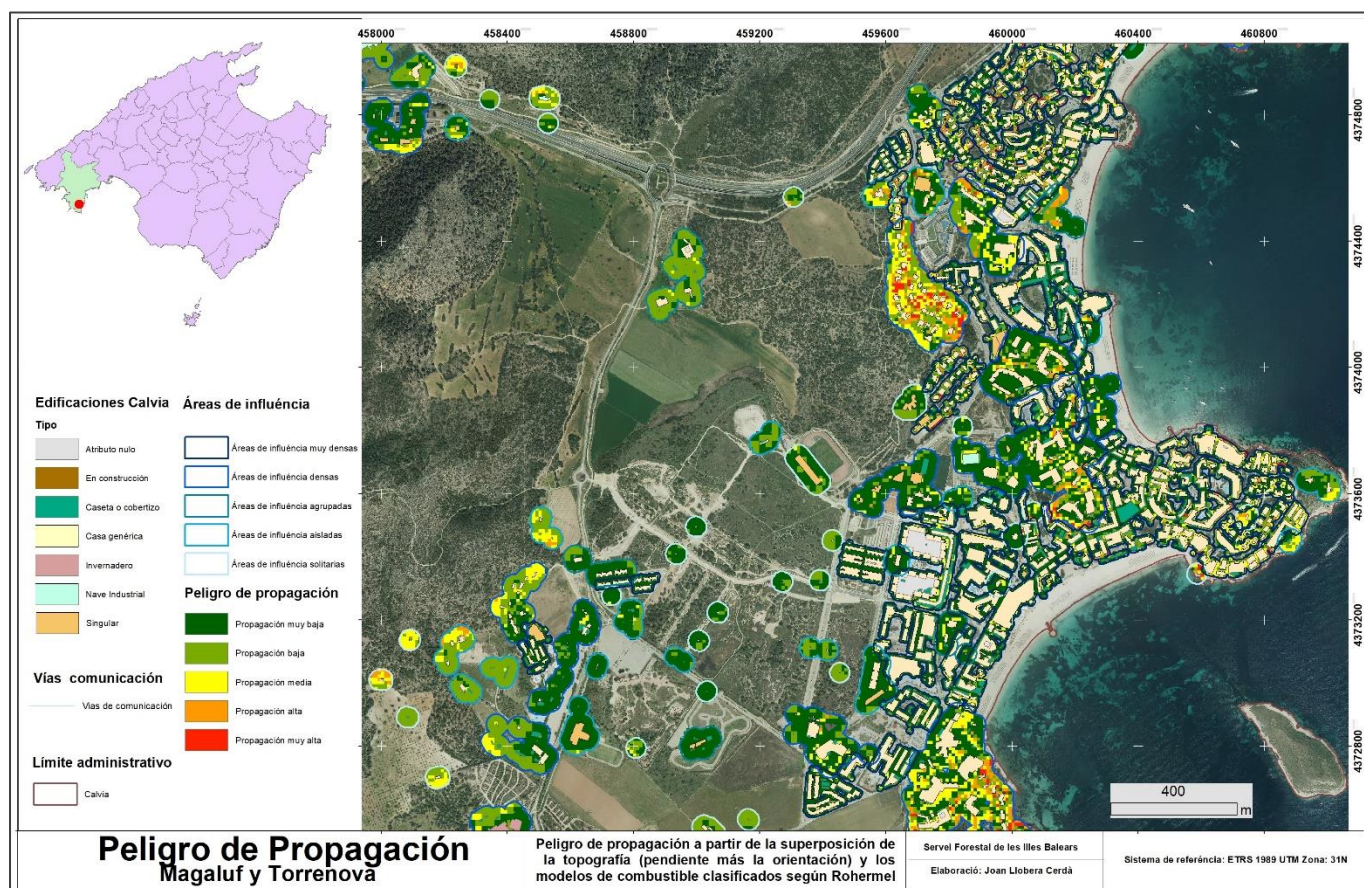


Figura 105. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Magaluf y Torrenova.

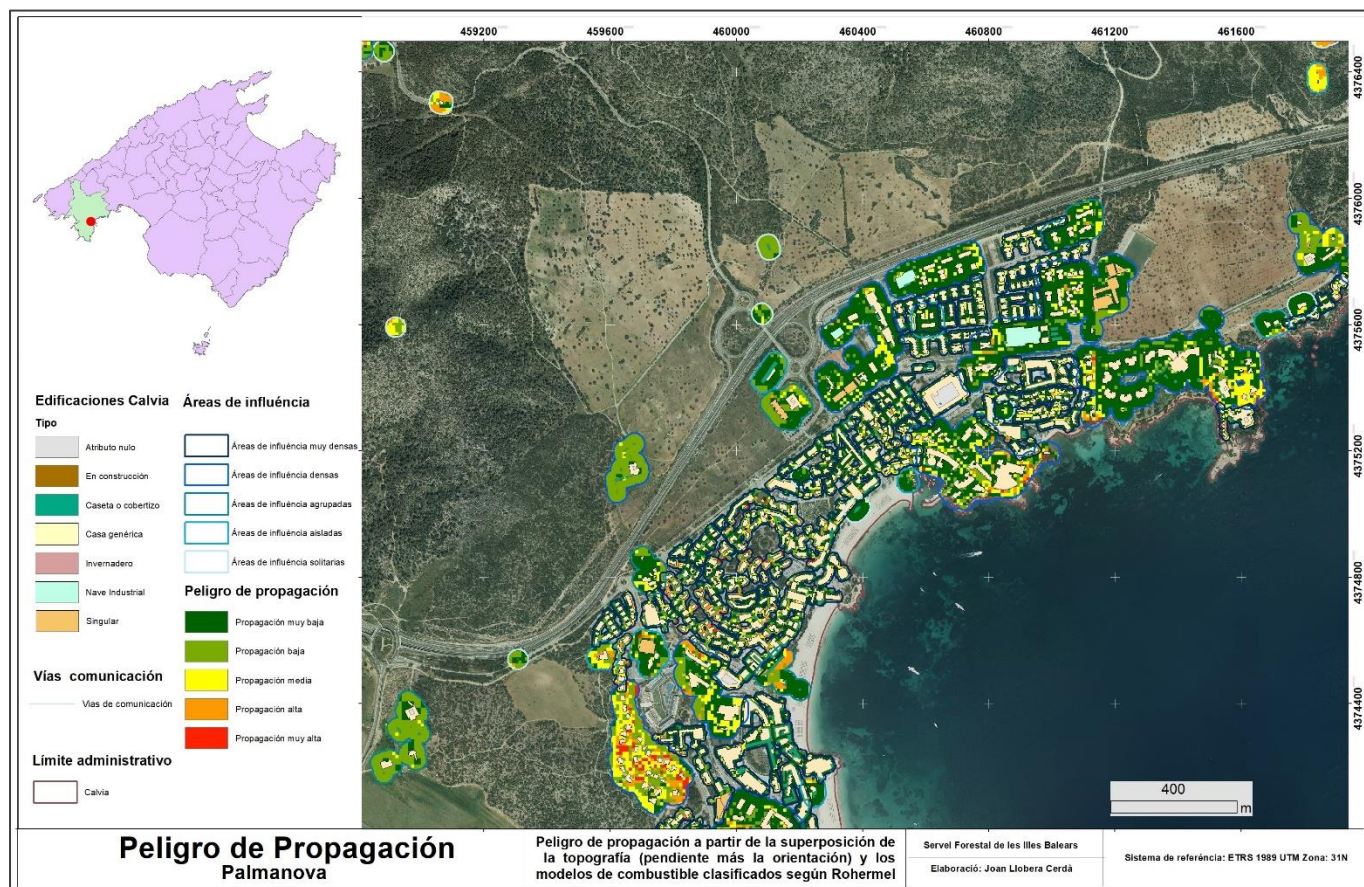


Figura 106. Peligro propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Palmanova.

En la parte más Oeste de Calvià aparece una de las zonas donde ha experimentado cambios en la edificación y que se localiza en una zona de alto peligro. Se trata de Costa d'en Blanes (Figura 107). Dentro de esta, la topografía en la que se construyeron las edificaciones está considerada como peligro muy alto ya que está situada en las proximidades de la Serra de Na Burguesa.

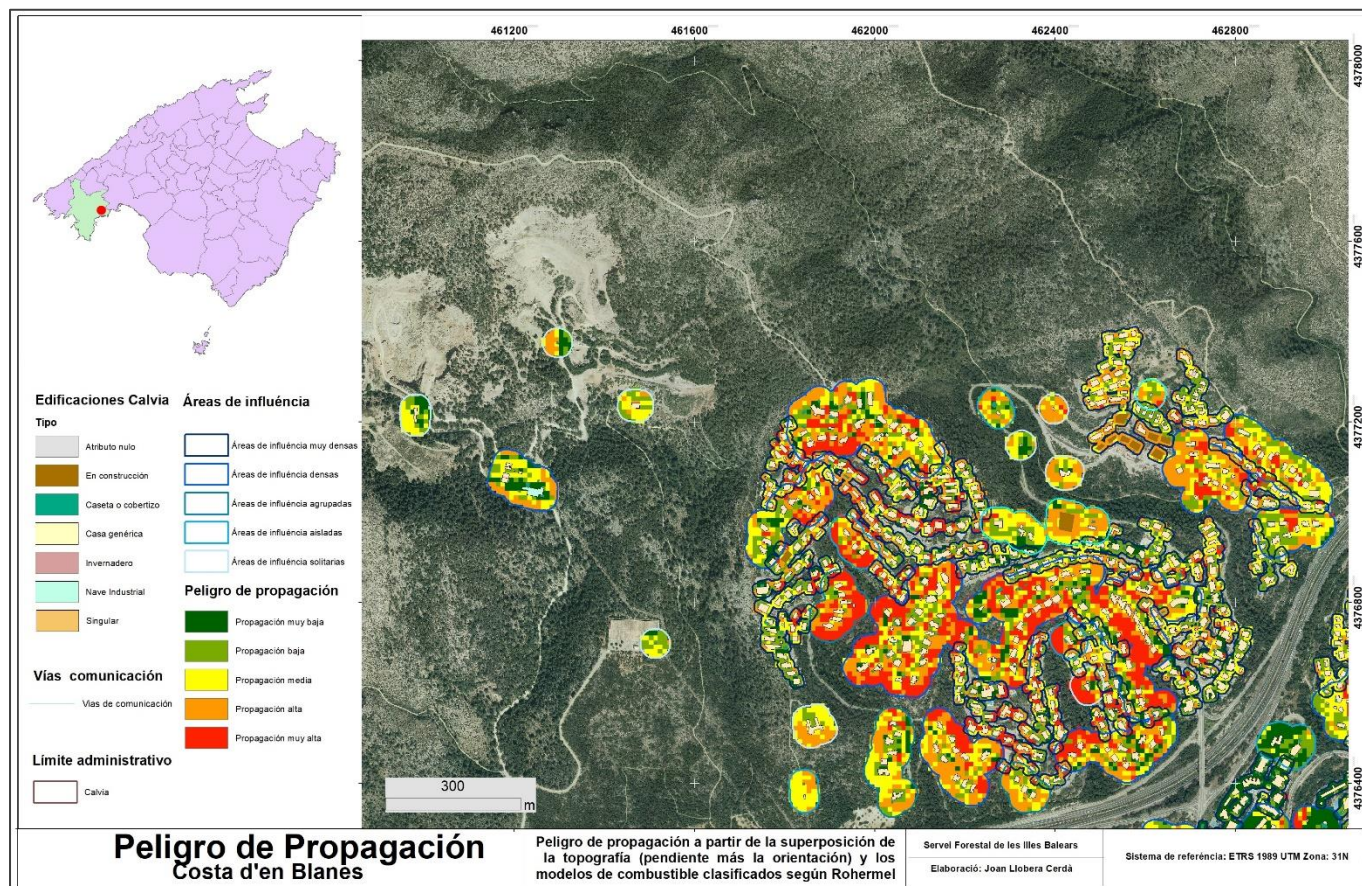


Figura 107. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en de Costa d'en Blanes.

Asimismo, la mayor parte de las edificaciones, conviven con todo tipo de modelos de combustible destacando los modelos 4 y 7. A pesar de observarse en menor medida un cortafuego en la parte Norte, generando una reducción de la vegetación, la mayoría de las edificaciones en sus alrededores tienen un peligro bastante elevado.

Otro hecho a destacar es que en muchas de las edificaciones no presentan más que una única vía de comunicación, es decir, que no tienen salida, lo que hace que en caso de incendio las medidas de evacuación disminuyan. Por lo tanto, esta zona se trata de una masificación de edificaciones en medio del monte.

Terminando la zona costera aparecen 3 núcleos. Por un lado, se destaca la zona de Portals Nous y Castell de Bendinat (Figura 108). Como se puede apreciar, aparece una variedad en cuanto a la peligrosidad. La parte más central es donde está presente el modelo de tipo 7, por eso, la propagación aumenta. Si a esto se le añade que en este mismo sitio la topografía se intensifica hace que sea donde mayor peligro presente.

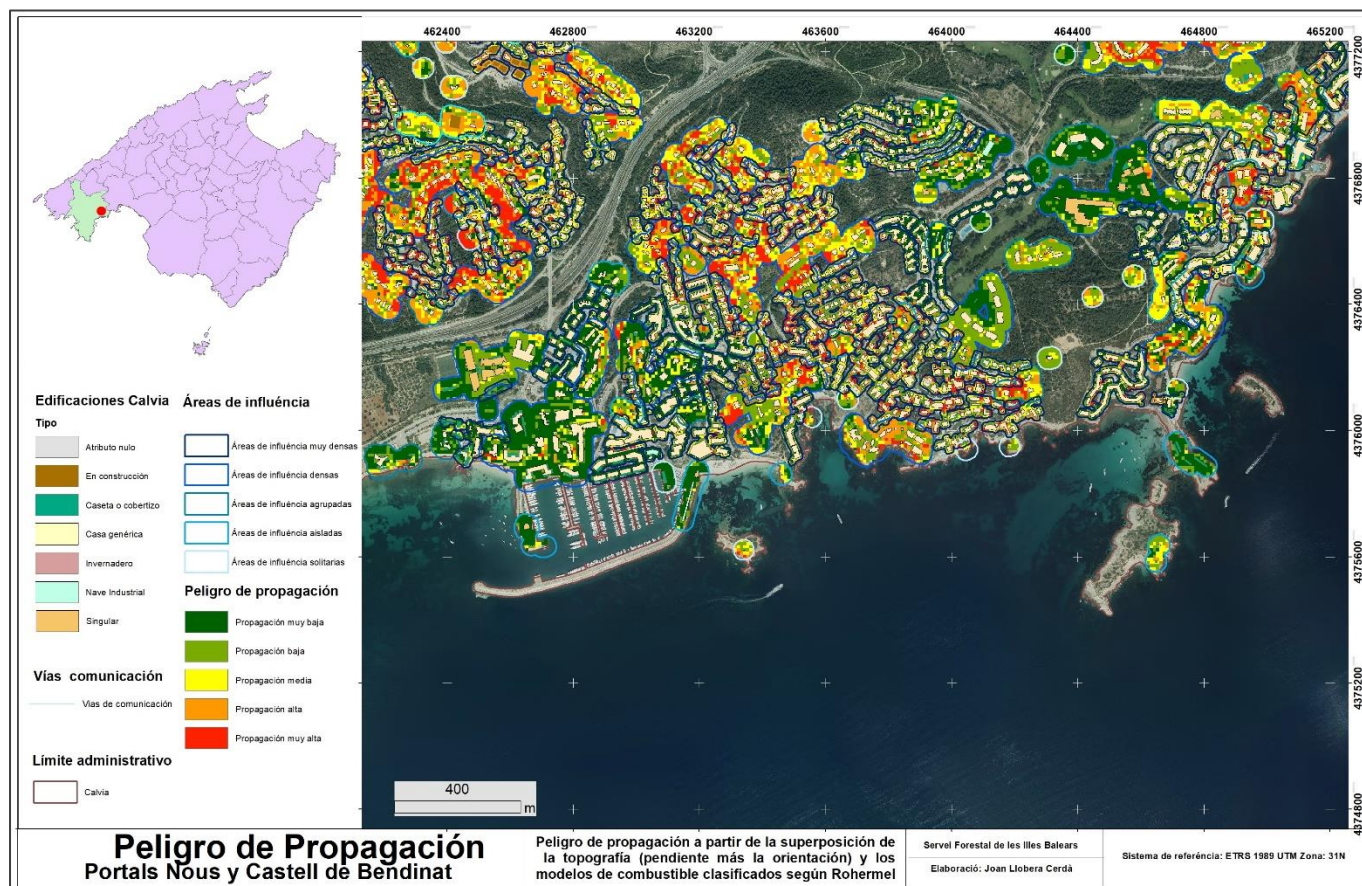


Figura 108. Peligro propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en Portals Nous y Castella de Bendinat.

En cambio, las demás se caracterizan como incombustibles donde el aumento de la edificación ha disminuido la superficie forestal disminuyendo el peligro. Más aún, si la mayoría de estas zonas se tratan de edificaciones muy densas.

Por otro lado, en Illetes y Cas Català (Figura 109), ocurre lo mismo que Portals Nous, tan solo aparece con mayor peligro la zona de Cas Català debido a que la orientación Sur predomina y el porcentaje de pendiente es superior al 50% incrementando el peligro en caso de incendio.

Pasando a la zona Este de Calvià, atravesada por la Serra de Na Burguesa, tan solo aparecen ciertas edificaciones aisladas y agrupadas con un peligro elevado dada la localización sobre esta (Figura 110). Es más, aparece un peligro más bajo en las zonas del valle donde aparece en gran medida explotaciones agrícolas relacionadas con el modelo de combustible de tipo 1 y 2 y porque se ubican en topografía relativamente llana. Es decir, en las zonas de valle la topografía empieza a menguar y los modelos de combustibles son bajos en cuanto a la propagación.

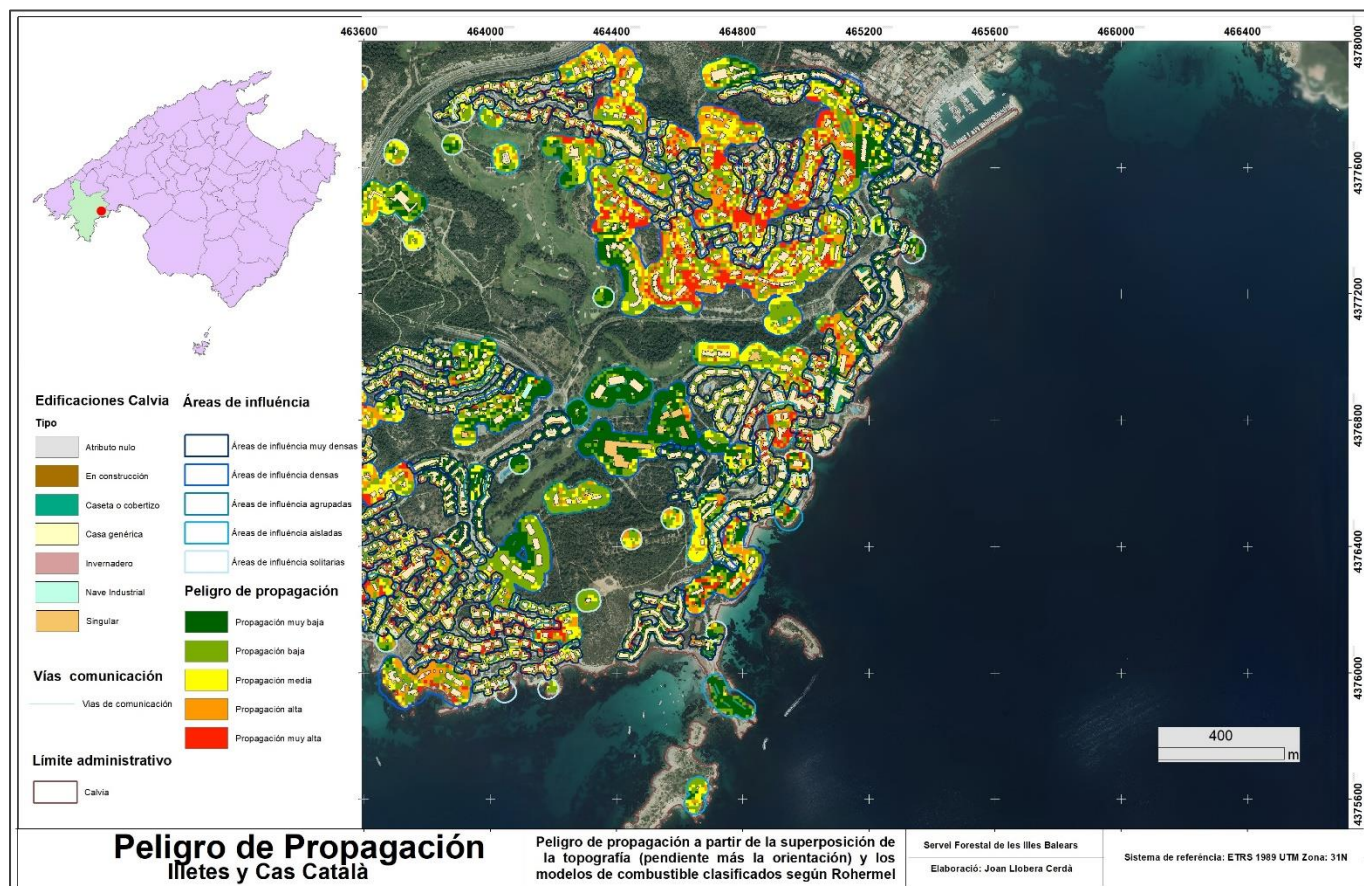


Figura 109. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– alrededor de Illetes y Cas Català.

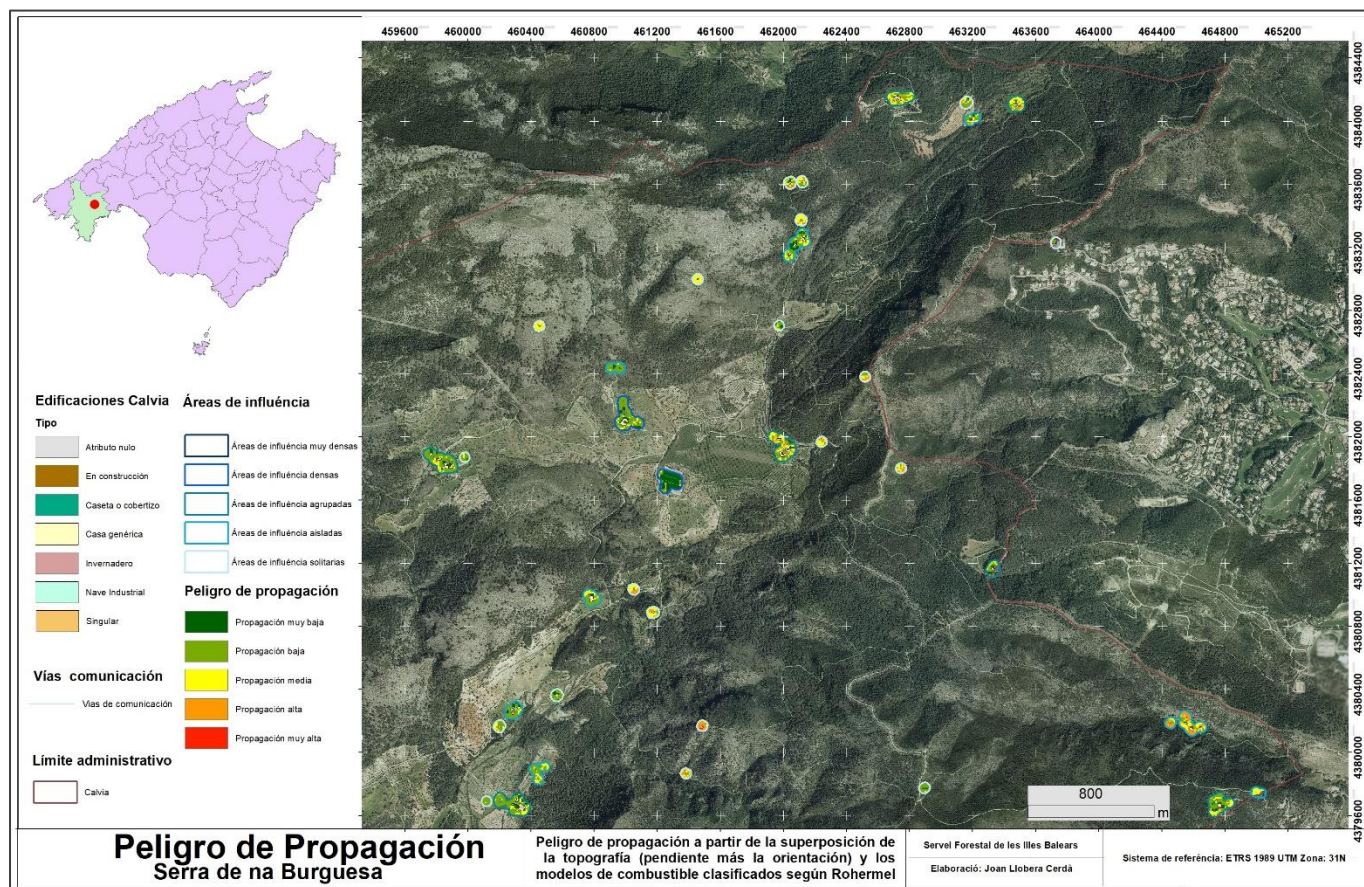


Figura 110. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el entorno de la Serra de Na Burguesa.

En la zona central del municipio se destaca el propio núcleo de Calvià. Dadas las actividades que se desarrollan en la periferia de Calvià la mayor parte de las edificaciones están con un peligro de propagación bajo. Además, el núcleo de Calvià se trata de una zona incombustible. Cabe recalcar que, aunque este localizada en un valle, la topografía que aparece no es del todo llana, es decir, predomina una pendiente moderada entre el 17% y el 46% y una orientación Norte y este dada la orografía. Como se observa en las Figuras 111 y 112 tan solo aparecen pequeñas masas forestales alrededor de las edificaciones que provocan el aumento del peligro hasta un nivel medio. Es decir, en la mayoría de casas aisladas o agrupadas el terreno está prácticamente despoblado en términos de vegetación, así hay mayor aprovechamiento para el cultivo.

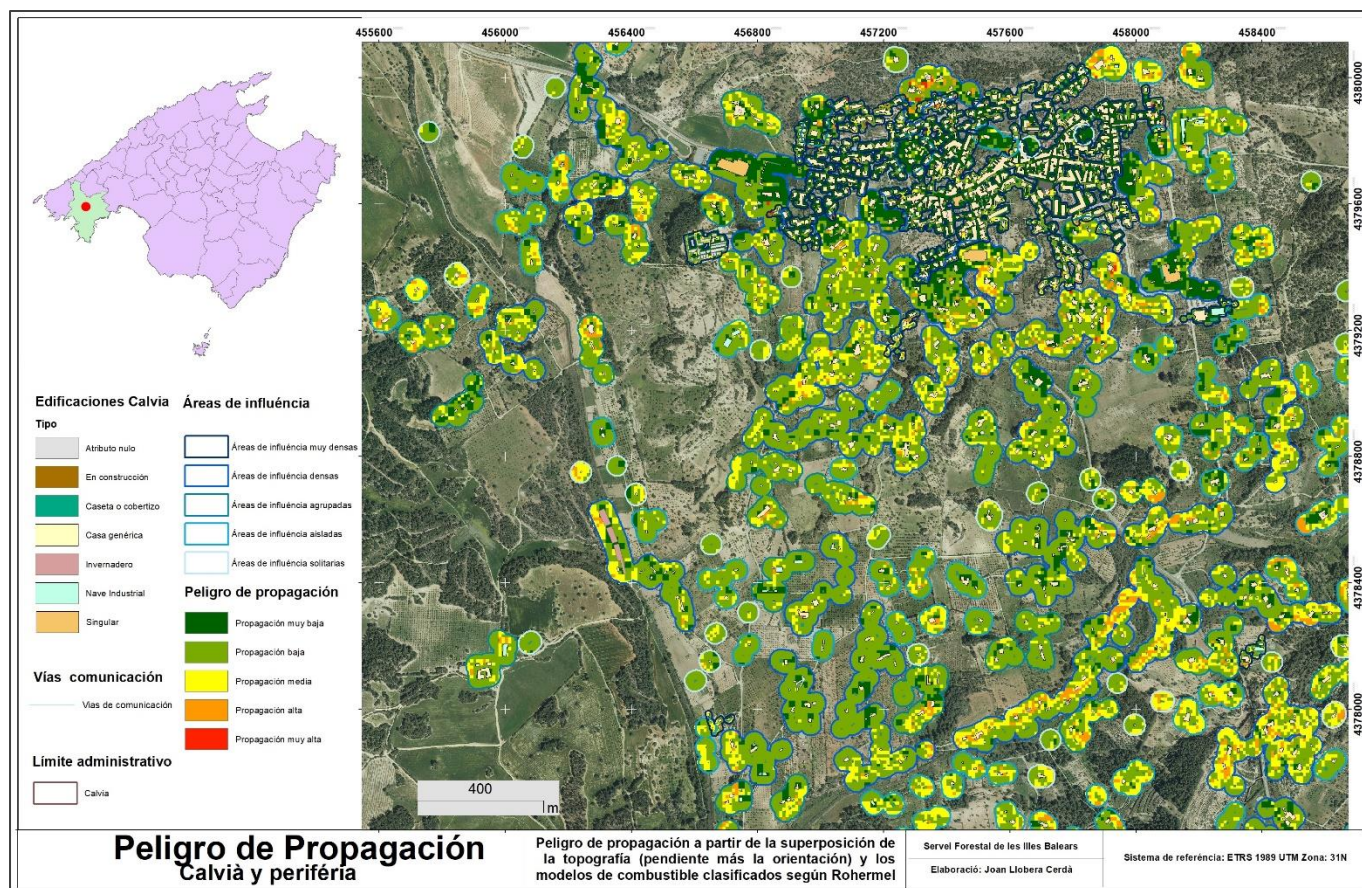


Figura 111. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el entorno de Calvià.

Por último, en la parte Norte de Calvià se encuentra el núcleo de Son Font, otro núcleo construido en el monte (Figura 113). A pesar de esto, hay ciertas zonas consideradas incombustibles o de propagación media baja, en concreto en la parte Sureste y Sur. Analizando la imagen inferior se observa cómo hay lugares clave donde la propagación se considera alta.

Además, la mayor parte de las edificaciones se marcan como densas, siendo necesaria la actuación hacia un gran número de edificaciones en caso de incendio. La mayoría de estas es debida a la orientación Sur con una pendiente abrupta y unos modelos de combustible de tipo 4 y 7, entremezclados con modelos de tipo 1 y 5.

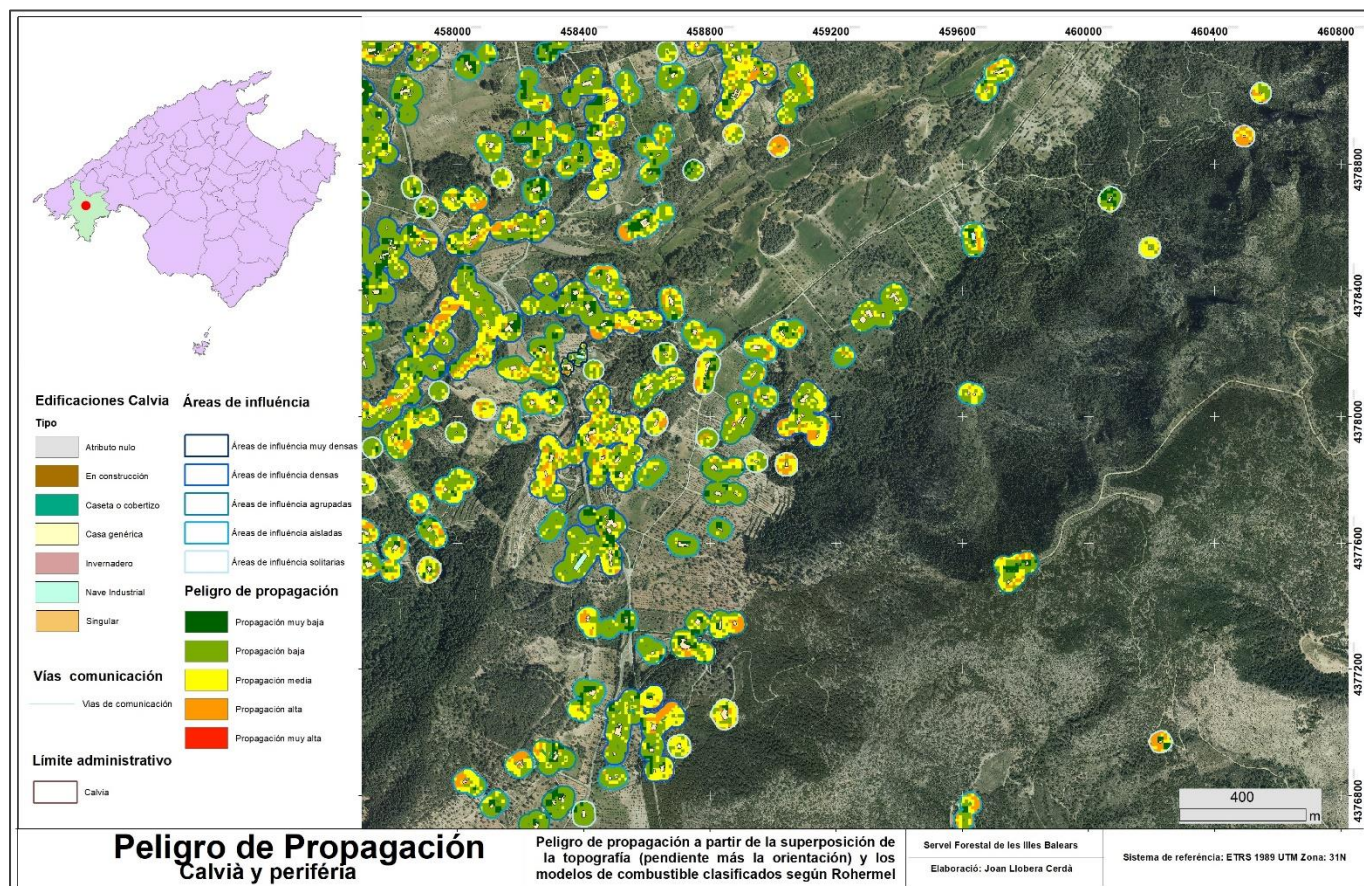


Figura 112. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en la periferia de Calvià.

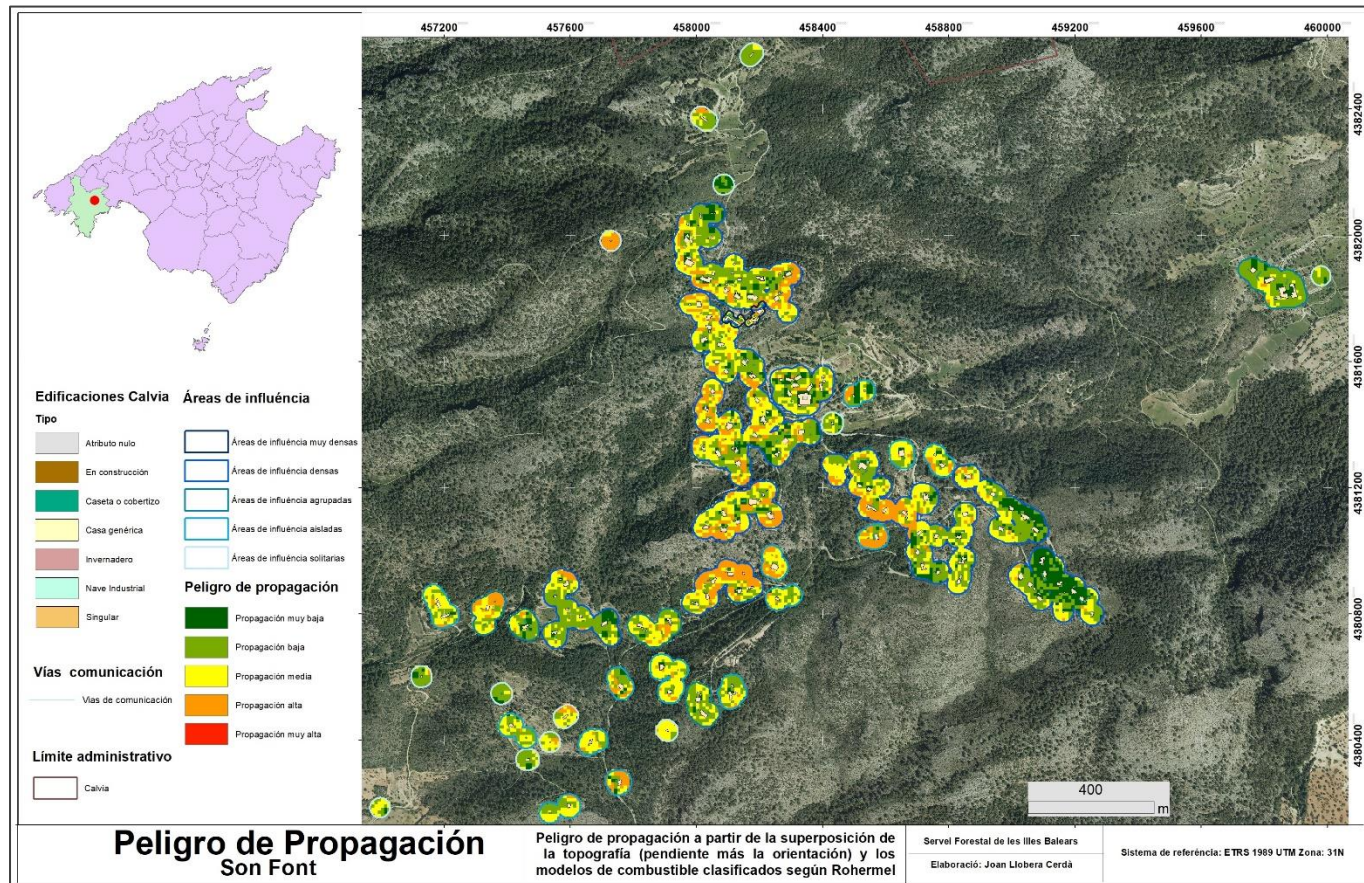


Figura 113. Peligro de propagación –por la topografía y los modelos de combustible– en el núcleo de Son Font.

En términos genéricos se ha observado cómo el núcleo que presenta mayor peligro de propagación es la zona de Costa d'en Blanes teniendo en cuenta el número de edificaciones y el número de celdas, es decir, teniendo en cuenta su conjunto (Figura 114). Entonces, se trata de una zona, en este caso densa, donde la mayoría de sus celdas tienen un peligro de propagación muy elevado. A pesar de esto, también aparecen ciertas zonas agrupadas, aisladas y solitarias en la zona de Costa de la Calma, Peguera y Santa Ponça. En otras palabras, se puede apreciar como aparecen 15 zonas que se corresponden con 206 edificaciones, donde el peligro de propagación es significativo por la localización y entorno en el que se presentan. Además, se puede observar cómo se corresponden con zonas IUF, dado que no aparece ninguna explotación agrícola a su alrededor.



Figura 114. Agrupación de edificios con peligro de propagación muy elevado.

Por otro lado, analizada cada zona de interfaz tanto urbano como agrícola se puede deducir que, en primer lugar, en las zonas muy densas predomina la propagación muy baja con un 50% (Figura 115). Tan solo hay un 3% de peligro de propagación muy elevado. Así, las zonas en las que confluyen mayor número de personas por el número de edificaciones, se constituyen con un peligro relativamente bajo.

Una de las posibles razones es que en estas zonas aparecen más superficies incombustibles con menos variedad de usos del suelo por el excesivo boom de la construcción y más aun teniendo en cuenta que el área de influencia es de 7,5 m. No obstante, aunque predomine el peligro bajo, hay un porcentaje de peligro alto y muy alto ciertamente importante sobre estas áreas de influencia, las cuales se caracterizan por un gran número de edificaciones y un radio entre ellas bastante reducido.

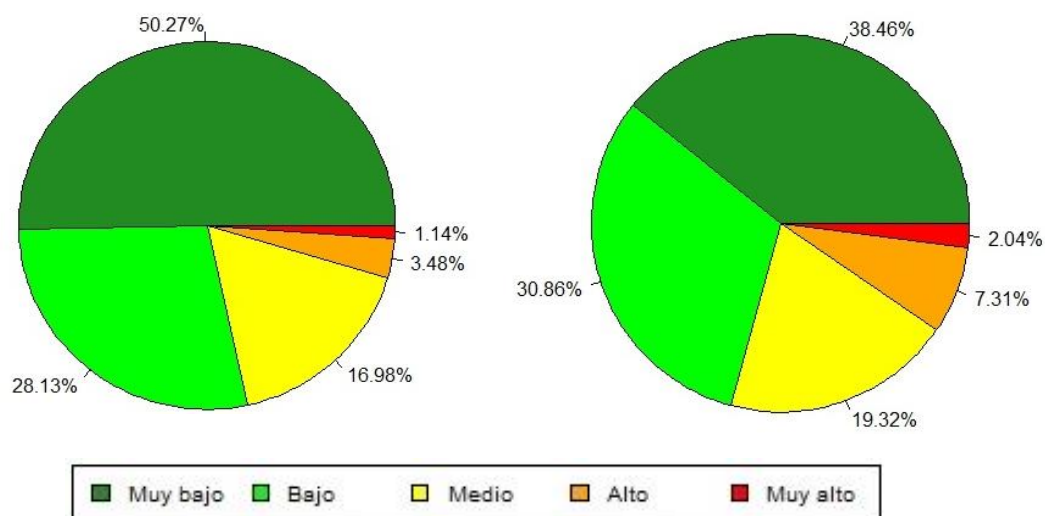


Figura 115. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF muy densas (izquierda) y en las zonas densas (derecha).

Respecto a las zonas densas el porcentaje de peligro muy bajo disminuye incrementando más respecto a las zonas muy densas. En concreto, desde el peligro medio hasta el muy alto. Posiblemente se dé esto por el aumento de la superficie enfrente a las zonas muy densas. Otra posible causa a este aumento de del peligro por propagación alto del 7% y del muy alto al 2% sea la gran cantidad de vegetación de tipo 7 que pueda aparecer en torno a todas las edificaciones sin mantenimiento a una distancia de 30 m entre cada tipo de edificación.

En las zonas agrupadas predomina el riesgo bajo con un 26%. No obstante, a medida que disminuimos el número de edificaciones y la localización de estas hacen aumentar el porcentaje de superficie con un peligro de propagación alto y muy alto, en este caso se corresponde con un 5,8% y un 1,57% respectivamente (Figura 116).

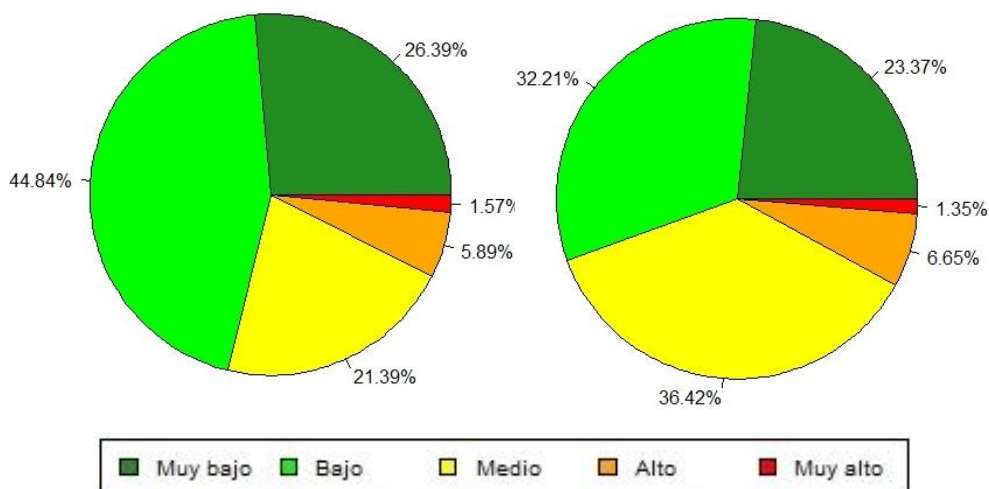


Figura 116. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF agrupadas (izquierda) y en las zonas aisladas (derecha).

En cuanto a las zonas aisladas muchas de estas ya se localizan entremezcladas con los macizos forestales aumentando así el peligro de propagación. Es más, aumentan un 2% del peligro frente a las agrupadas. Por último, las zonas solitarias son las que presentan mayor porcentaje de superficie con un peligro de propagación alto con un 9,43% y 1,62% muy alto (Figura 117). Además, se puede observar cómo el porcentaje con un peligro muy bajo es mucho menor que por ejemplo las zonas muy densas o densas.

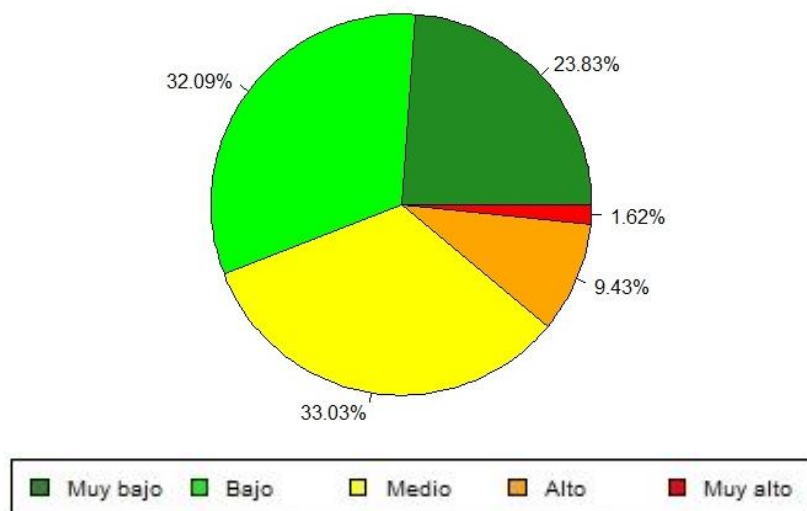


Figura 117. Distribución espacial del peligro de propagación en las zonas IUF/IAUF solitarias.

Muchas de estas edificaciones se localizan en la periferia de las grandes aglomeraciones urbanas conviviendo con las grandes masas arbóreas. Con frecuencia, la mayor parte de las edificaciones solitarias que aparecen en el municipio de Calvià muchas de esas están construidas en las proximidades de los montes y sin haber llevado a cabo ninguna medida de prevención alrededor de los 30 m de área de influencia que le corresponden. De este modo, se puede observar como el peligro de propagación medio hasta muy alto puede llegar a un 21% en las zonas muy densas, un 28,67% en las densas, un 28,85% en las agrupadas, un 44,42% las aisladas y un 44,04% en las zonas solitarias.

En definitiva, sin tener en cuenta el elevado porcentaje de peligro bajo, en el conjunto de la zona de estudio está influenciado por un porcentaje de peligro por propagación relativamente importante. Destacando, sobre todo, el porcentaje del peligro medio, el cual podría ser inferior con un posible mantenimiento a diario por parte de las personas implicadas.

6.2.5. Peligro (ignición más propagación)

Una vez analizado la propagación y la ignición, siguiendo la fórmula del riesgo, en primer lugar, se ha calculado el peligro para poder obtener el resultado del riesgo de incendio. Es decir, obtener el resultado cuando se inicia un incendio con los focos o principales causantes y que este se propague (Figura 118).

Como se puede apreciar presenta resultados similares entre ambas figuras analizadas anteriormente. Las zonas con mayor topografía y modelos de combustibles muy inflamables y con peligro de propagación son las que aparecen con mayor peligro, luego, en las zonas de menor topografía se reduce el peligro. A pesar de esto, en estas zonas el hecho de tener en cuenta ciertas explotaciones agrícolas y vías de comunicación propensas a iniciarse un incendio hace aumentar el peligro, sobre todo en las sendas.

Por otro lado, ocurre una situación parecida a la propagación, es decir, el hecho de añadir los factores de ignición hace que se analicen las zonas tanto IUF como IAUF para poder observar la superficie y la localización de las áreas de influencia y, en este caso, las edificaciones, que presentan mayor peligro. Es decir, tanto si se inicia un incendio como si se propaga.

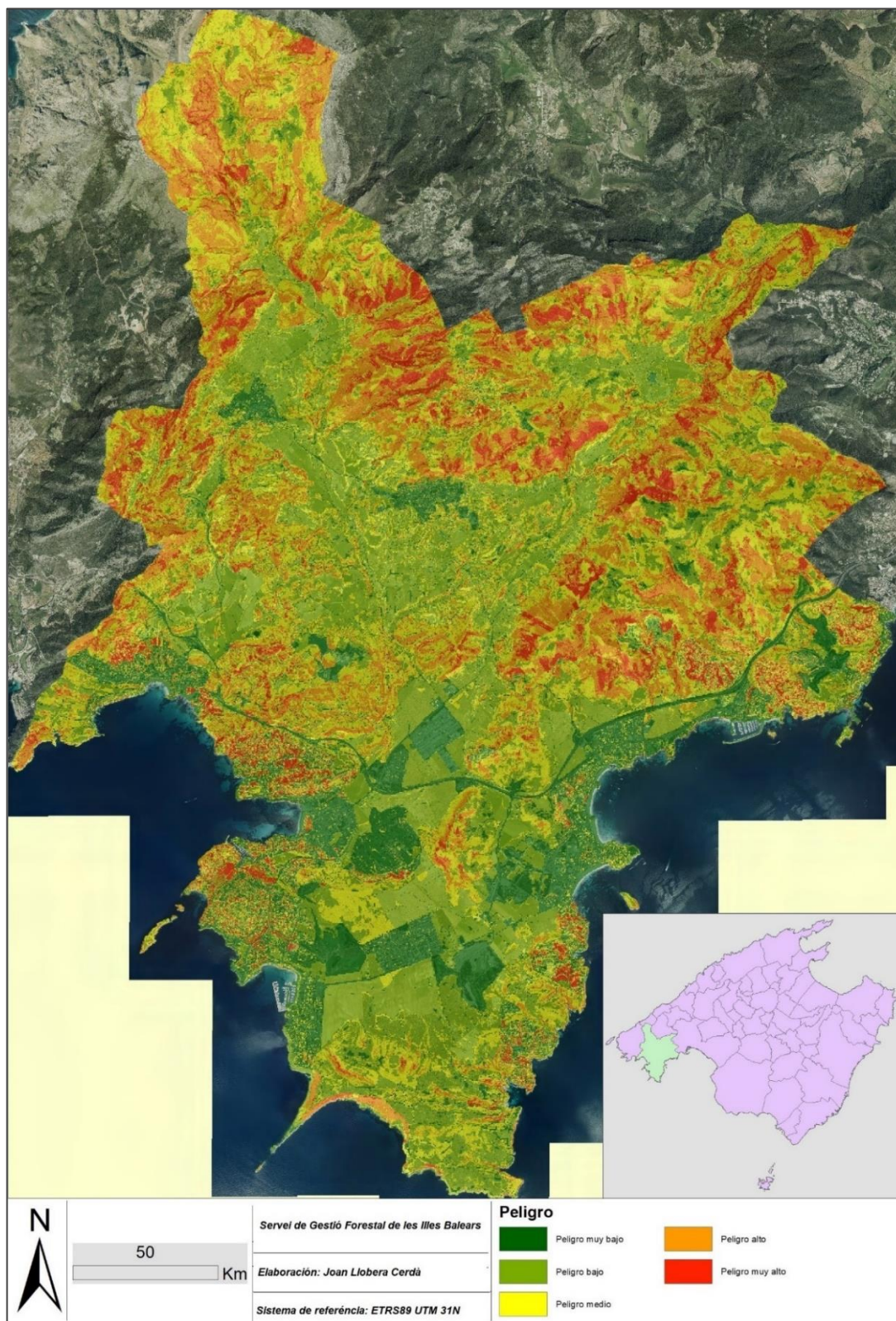


Figura 118. Peligro (ignición más propagación) en el municipio de Calvià.

Analizando de modo global el conjunto de zonas IUF/IAUF con los factores de la ocurrencia de incendios, aparecen 46 zonas, traducidas en 372 edificaciones con un peligro muy elevado (Figura 119). Muchas de estas están localizadas en aglomeraciones urbanas donde aparecen una gran cantidad de masas forestales y en las proximidades a las sierras. En cambio, aparece en menor medida en la zona del valle, no obstante, como bien se ha ido recalcando en el peligro de ignición, hay ciertos elementos como las vías de comunicación o explotaciones agrícolas que pueden aumentar el peligro hacia las edificaciones.

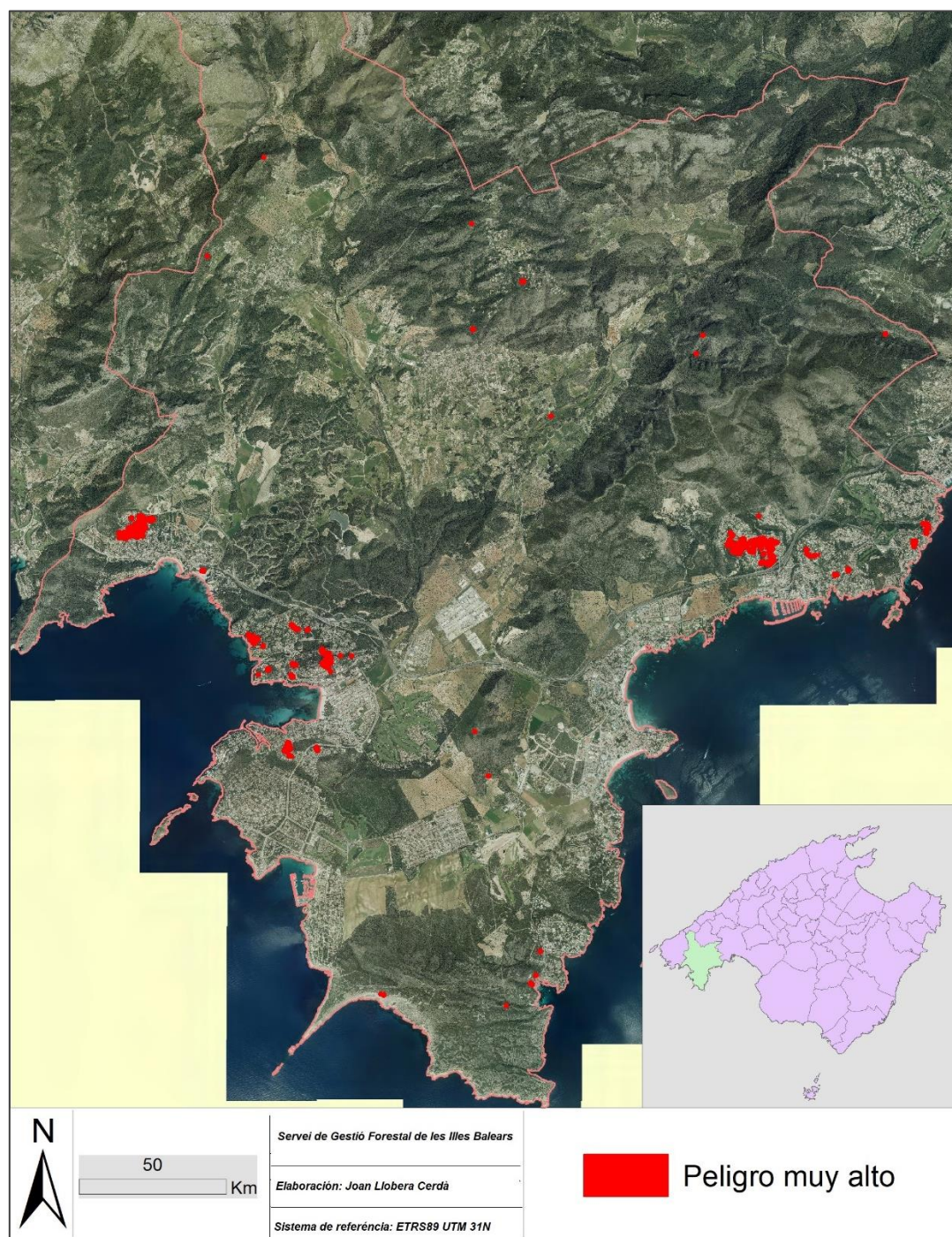


Figura 119. Agrupación de edificios con peligro muy elevado.

Yendo celda a celda sobre el conjunto de valores del peligro, se puede deducir que, cuanto menor sea el número de edificaciones mayor es el peligro. Asimismo, se puede apreciar cómo el porcentaje de superficie es más elevado a partir del peligro medio hasta alcanzar el muy alto por los grandes focos de ignición que pueden aparecer en Calvià. No obstante, todos estos focos son considerados como elementos genéricos.

En las zonas muy densas el porcentaje de peligro muy bajo aumenta un 1% respecto a la propagación, es decir, se sitúa en 51,60% (Figura 120). No obstante, el porcentaje de peligro muy alto incrementa llegando a un 4%. Las zonas densas sufren lo mismo que las muy densas. Sin embargo, en este caso el peligro alto se incrementa hasta un 11%. Por tanto, en las zonas densas donde aumenta el área de influencia hasta los 30 m si se le añaden focos de ignición el porcentaje de las zonas con peligro medio hasta muy alto se intensifican significativamente.

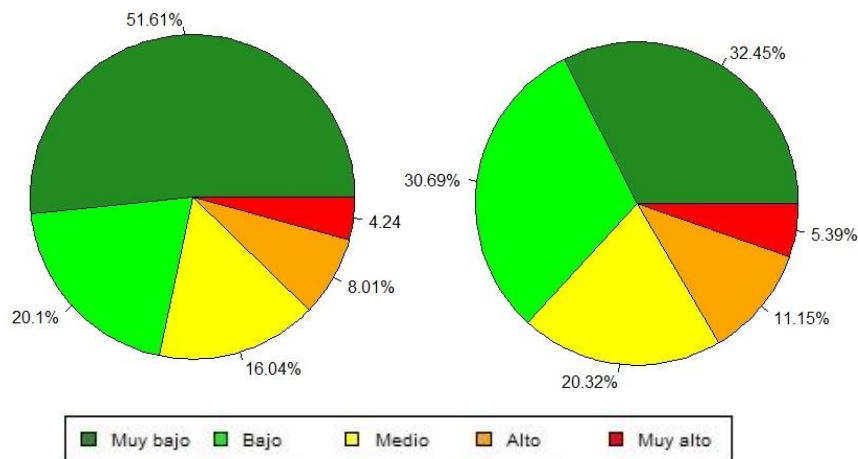


Figura 120. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF muy densas (izquierda) y en las zonas densas (derecha).

Por lo que se refiere a las zonas agrupadas y aisladas cabe destacar el aumento significativo en las zonas de peligro alto y muy alto. De hecho, en las zonas agrupadas el peligro bajo disminuye respecto a lo anterior, aumentando al peligro alto (Figura 121). En cuanto a las zonas aisladas ocurre un caso similar que el peligro por propagación. Es decir, pasa del 52% (bajo y muy bajo) a un 20% alto, teniendo en cuenta también el peligro medio con un 27,72%. Por último, en las zonas solitarias si presentaban el porcentaje más elevado en peligro por propagación alto con un 9,43% ahora presentan el peligro más elevado llegando hasta la categoría alta con un 17% y una muy alta del 6%, es decir, casi se asemeja el peligro muy alto con todo el peligro por propagación (figura 122).

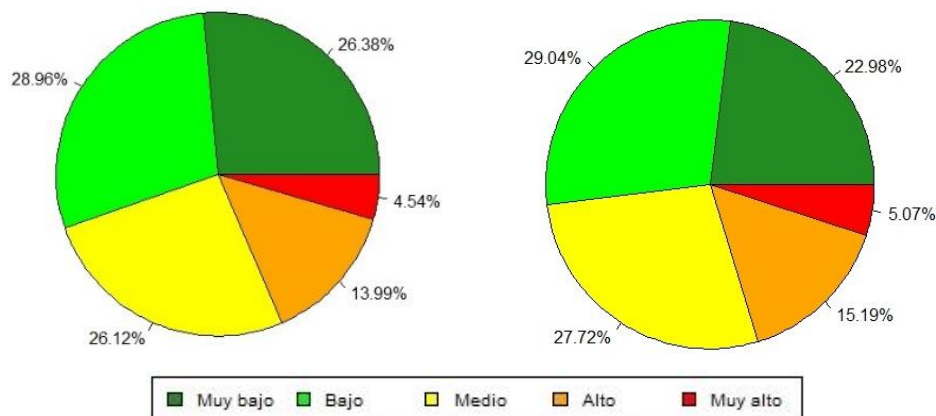


Figura 121. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF agrupadas (izquierda) y en las zonas aisladas (derecha).

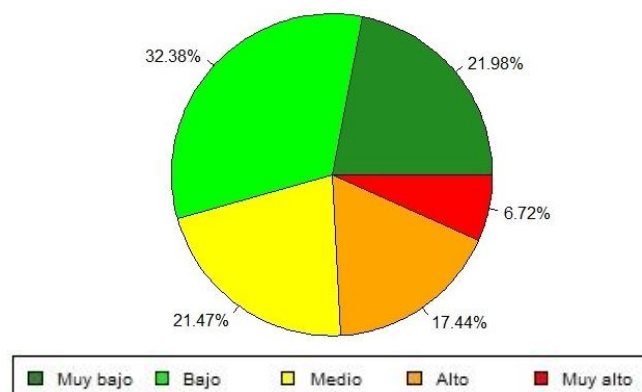


Figura 122. Distribución espacial del peligro en las zonas IUF/IAUF solitarias.

6.3. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad como bien se ha dicho, es la consideración del daño potencial o la pérdida que pueda causar el fuego. Como se ha visto, la vulnerabilidad viene inherente en los cálculos realizados anteriormente. Es decir, en términos de gestión forestal, para el Servicio Forestal, la vulnerabilidad sería cada una de las edificaciones expuestas al peligro. No obstante, se ha modelado la vulnerabilidad partiendo de tres aspectos, según el marco conceptual analizado con anterioridad (Figura 123).

Como puede observarse, cada agrupación de edificios, cada zona donde se ha construido una edificación, está definida como vulnerable. Luego, los puntos identificados como vulnerabilidad alta se tratan de las distintas viviendas o alojamientos turísticos de Calvià. Se tratan de zonas con este tipo de vulnerabilidad porque desconocen el territorio que les envuelve y no saben cómo actuar ante un fenómeno como son los incendios forestales. También se ha recalcado los centros educativos, sanitarios, deportivos y las naves industriales por el elevado número de personas que interactúan y las actividades que se desarrollan. Asimismo, en la parte central del municipio aparecen localizaciones con vulnerabilidad alta porque, dentro de los aspectos de producción, hay zonas de actividad ganadera activa consideradas también explotaciones agrícolas. Es decir, el hecho de haber disminuido el sector primario en las Baleares debido al auge del turismo, se han considerado oportuno diferenciar estos lugares por lo que supondría un incendio, es decir, el daño potencial hacia los propietarios del terreno. Por último, en la parte Norte y Sur de Calvià se caracteriza por las principales figuras de protección. En especial, en la zona Norte entra dentro de la Sierra de Tramuntana y en la parte Sur es una doble figura LIC y ZEPA. En este caso, puede que aparezcan edificaciones sin vulnerabilidad, ya que se ha realizado sobre estos tres aspectos. Una posible solución sería añadir el número de habitantes en cada tipo de vivienda. Sin embargo, es un aspecto complejo de modelar en el riesgo de incendio.

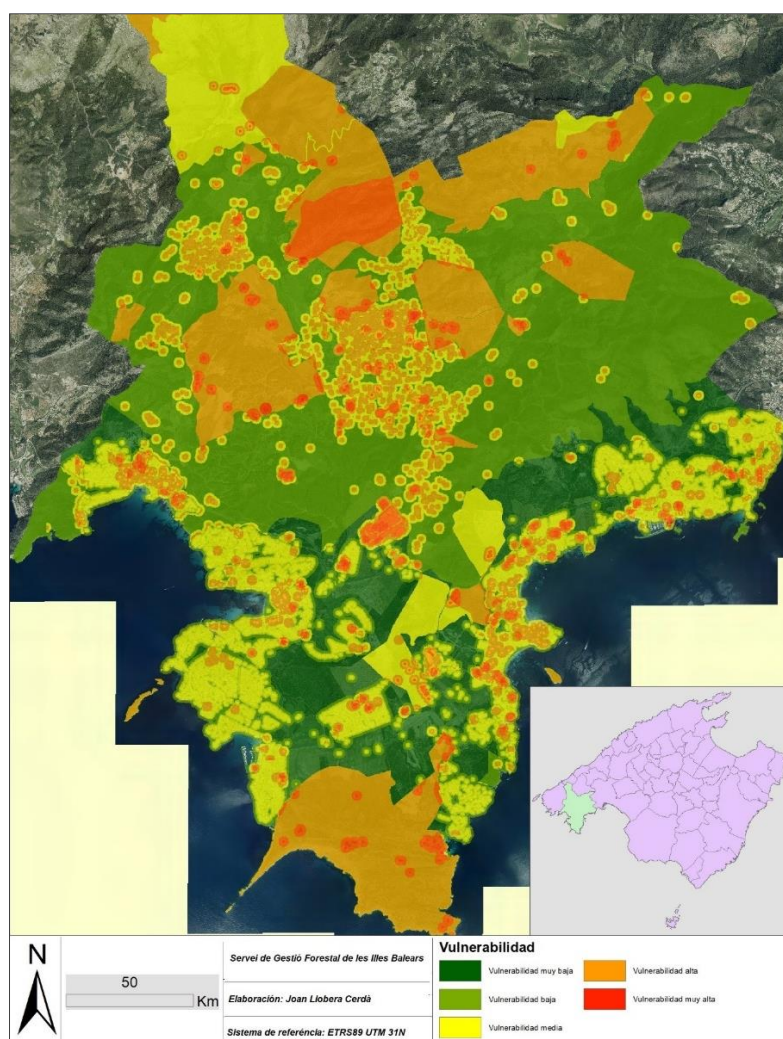


Figura 123. Vulnerabilidad en el municipio de Calvià.

6.4. Riesgo de incendio

Una vez calculado el peligro se le añade el factor de la vulnerabilidad para poder modelar el riesgo. Como se ha recalcado con anterioridad, en el peligro cualquier elemento puede ser causa de incendio o puede afectar a la propagación. En otras palabras, en el territorio insular muchas edificaciones se localizan en las proximidades a explotaciones agrícolas que, dependiendo de las actividades que se desempeñan, pueden presentar cierto peligro en propagación o ignición.

En la bibliografía utilizada y en los estudios previos realizados se habla de IUF como el contacto de las masas forestales con las edificaciones. No obstante, dadas las características del territorio insular, en este caso, Calvià, y el peligro analizado teniendo en cuenta las explotaciones agrarias, se ha considerado oportuno también identificar el riesgo en las distintas zonas de IAUF y en las zonas de IUF ya que aparecen ciertas zonas o explotaciones agrarias donde puede aparecer riesgo de incendio. Sobre todo, a consecuencia de las actividades que se desarrollan, el deterioro o abandono de estas zonas analizado con anterioridad.

No obstante, teniendo en cuenta las funciones que desempeñan el Servicio Forestal y las competencias que pueden tener en materia de gestión forestal tan solo se han analizado las parcelas de uso forestal exclusivo. Por eso, se han obviado las explotaciones agrícolas. Sin embargo, se han analizado para destacar aquellas edificaciones y la superficie que ocupa cada tipo de riesgo para que la Administración competente en materia de agricultura pueda llevar a cabo sobre las edificaciones las medidas de prevención.

6.4.1. Riesgo de incendio en la interfaz agro y urbano-forestal

A diferencia de la IUF, la IAUF se caracteriza como aquellas zonas que están en contacto con cultivos agrícolas ya sean en uso o abandonados (Vélez, 1986).

El hecho de haber modelado el riesgo teniendo en cuenta las particularidades de la agricultura como un foco de ignición y, en cierto modo, como foco de propagación, hacen que la superficie que se marque con mayor riesgo aumente frente a las superficies o zonas de IUF (Figura 124). Además, muchas edificaciones recogidas sobre terreno agrícola se marcan con una categoría de riesgo, aumentando así el daño potencial hacia las edificaciones (Figuras 125 a la 146, en Anexo).

Como se observa en la Figura 124, la mayor parte de las zonas agrícolas presentan un riesgo relativamente bajo. No obstante, al haber modelado el peligro de ignición con distintas actividades que se desempeñan, es útil que cada agricultor conozca el peligro que supone realizar sus respectivas actividades cerca de terreno forestal y más aún en esos 30 m alrededor de la edificación, como por ejemplo actividades con vehículos de motor o quema de matorrales. Asimismo, este tipo de modelado también es útil a la hora de tener en cuenta las zonas exclusivas de uso forestal ya que, si se produce un incendio en alguna explotación agrícola, el Servicio Forestal reconoce el terreno sobre el que se actúa y puede condicionar la velocidad de propagación.

Es por esto que, debe haber trabajo detrás para poder actualizar o renovar las distintas parcelas agrícolas, sobre todo, por el deterioro o abandono de gran parte de estas o el cambio de actividad. De ser así, se intensifica el riesgo al haber más carga de combustible para un incendio.

Otro hecho a recalcar, es que gran parte de las edificaciones localizadas especialmente en la periferia de Calvià, en la zona del valle, aunque estén sobre terreno de cultivo, muchas de estas se han transformado en viviendas vacacionales sin el reconocimiento por parte de los propietarios a las administraciones pertinentes. Por eso, sin entrar en ningún tipo de cuestión sobre este tipo de acontecimientos, es necesario modelar, a día de hoy, cualquier tipo de edificación en el territorio insular.

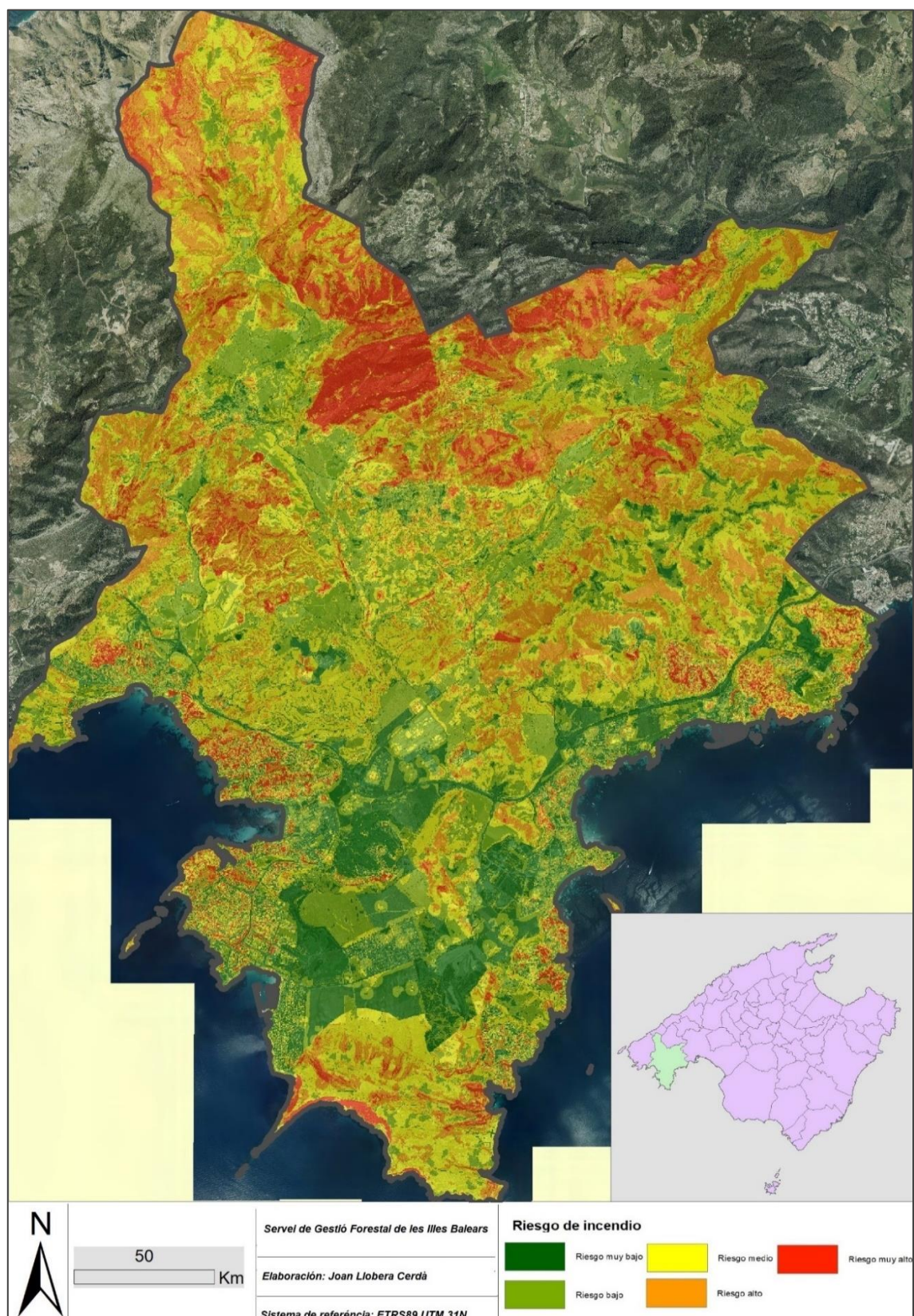


Figura 124. Riesgo de incendio en el municipio de Calvià.

Por otro lado, el hecho de haber tenido en cuenta las casetas o cobertizos en estos lugares, cabe la posibilidad que haya algún tipo de material que pueda intensificar el peligro tanto de ignición o de propagación. Por lo general, en términos de localización espacial, dentro del riesgo de incendio en las IUF/IAUF están constituidas por un total de 72 zonas de distinta tipología, donde la totalidad de las celdas dentro de las áreas de influencia presentan mayoritariamente riesgo alto y muy alto (Figura 147). Esto, traducidas en número de edificaciones, son un total de 344 edificaciones.

No obstante, evitando las edificaciones dentro de las zonas muy densas dadas las características (dotaciones) de las edificaciones y el área de influencia de 7,5 m se han obviado para una futura prevención a largo plazo en caso de incendio. De este modo, obviando las edificaciones muy densas (145 edificaciones) se han considerado un total de 199 edificaciones (43 zonas) con riesgo muy alto. Es decir, el centroide de las edificaciones, independientemente del tamaño se sitúa sobre una celda de riesgo muy alto. Como ya se ha recalcado, no todas las edificaciones tienen el mismo tamaño variando el riesgo conjunto alrededor de cada edificación y más aún, teniendo en cuenta los 30 m de radio alrededor de todas ellas.

Por lo que respecta la figura, se observa cómo hay una variedad en términos de interfaz, es decir, aparecen zonas IUF e IAUF. A pesar de esto, dichas zonas deben considerarse como IUF dado que en muchas de estas zonas no aparece ningún tipo de explotación agraria en su entorno, sino que hay vegetación urbana mayoritariamente. Por tanto, las zonas que hay que tener en cuenta con las superficies agrarias son las zonas IAUF aisladas y agrupadas situadas en el valle, por ejemplo, en la periferia de Calvià, en las proximidades a la zona de Es Capdellà o en la parte central entre Es Capdellà y Peguera.

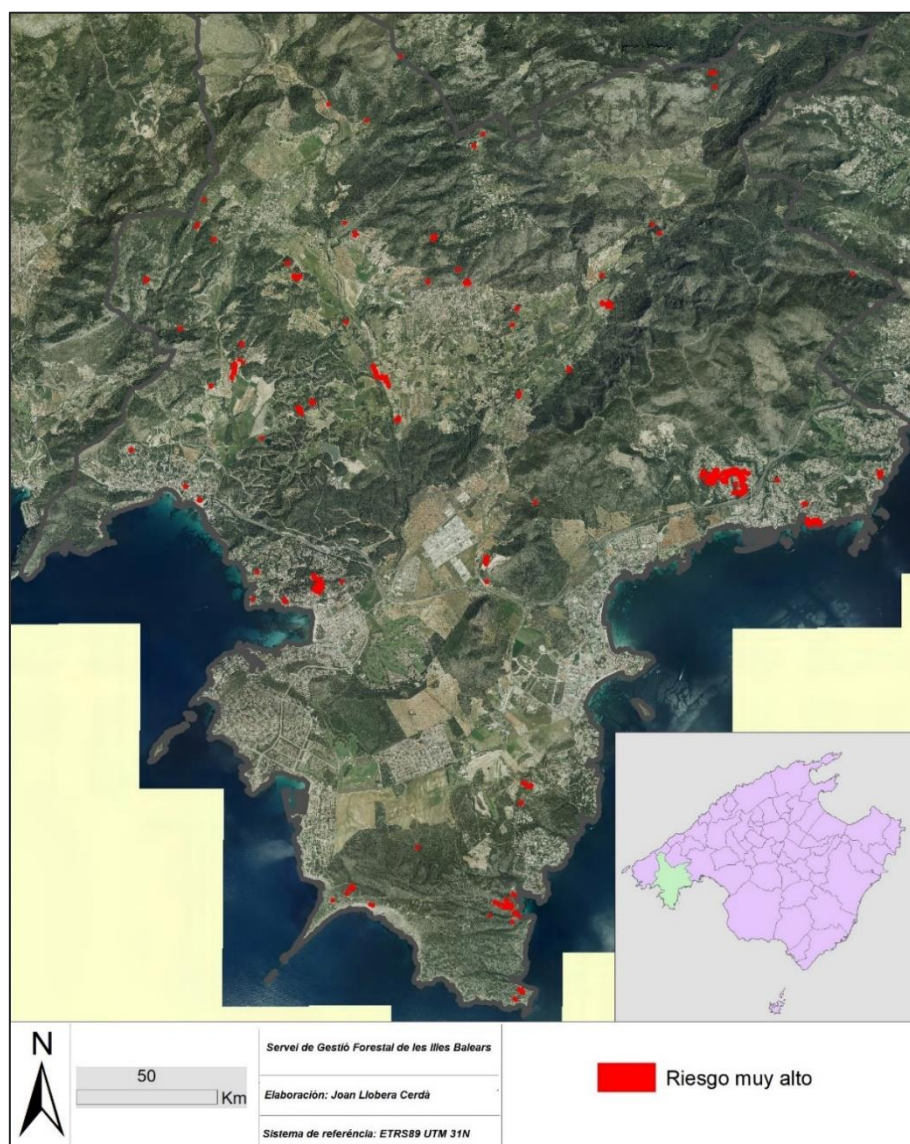


Figura 147. Agrupación de edificaciones con mayor riesgo de incendio.

Teniendo en cuenta la superficie que ocupa cada categoría de riesgo en las distintas zonas se puede deducir que, a consecuencia de haber tenido en cuenta las explotaciones de uso exclusivo agrícola el porcentaje en todas las categorías del riesgo predomina el bajo o muy bajo, ya que hay más predominancia de explotaciones que, en términos generales, no pueden ser causa de ignición.

En primer lugar, en las zonas muy densas, como ya se ha ido recalando a lo largo de este trabajo, es donde predomina mayoritariamente el riesgo muy bajo con un 47% (Figura 148). Es más, se observa cómo el porcentaje de riesgo medio hasta el muy alto no alcanza ni un cuarto del riesgo genérico en dichas zonas, 23%. En las zonas densas ocurre lo mismo, es decir, muchas de estas zonas se asemejan en cierta parte a las zonas IUF porque pocas veces aparecen explotaciones agrícolas en estos dos tipos. No obstante, cabe decir que el riesgo se intensifica respecto a las muy densas alcanzando un 13%. Es decir, conviven muchas aglomeraciones de edificaciones con grandes cantidades de vegetación a su alrededor que agravan el riesgo de incendio, ya que presenta el porcentaje de zonas muy altas de riesgo alcanzando el 1,97%.

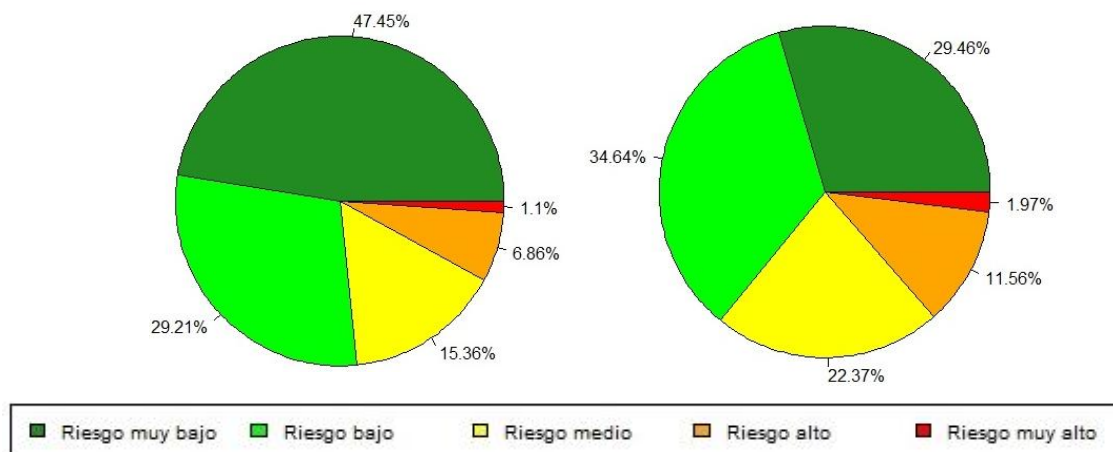


Figura 148. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF muy densas (izquierda) y zonas densas (derecha).

En cuanto a las zonas agrupadas, ocurre un caso diferente. El hecho de haber modelado en las zonas urbanas la vegetación urbana hace que aumente el riesgo frente a estas. Además, como ya se ha dicho, muchas de estas zonas se corresponden con el bajo riesgo localizado en las proximidades de ciertas explotaciones agrícolas que, a su vez, han sido modeladas con un peso bajo de propagación por el tipo de modelo de combustible. Por lo tanto, el riesgo alto frente a las edificaciones densas es inferior con un 11% (Figura 149). En cambio, en las zonas aisladas, se empieza a notar el aumento del riesgo por la localización de estas con grandes superficies forestales y en ciertas zonas con explotaciones agrícolas, las cuales pueden ser susceptibles de ignición y con arbolado a su alrededor. En estas, predomina el riesgo medio con un 30%, por tanto, hay una gran cantidad de zonas IAUF que requieren su atención. Es más, hay ciertas zonas con un riesgo alto del 10%. Otro hecho que cabe recalcar es que tan solo aparecen 0,9% de celdas con un riesgo muy alto.

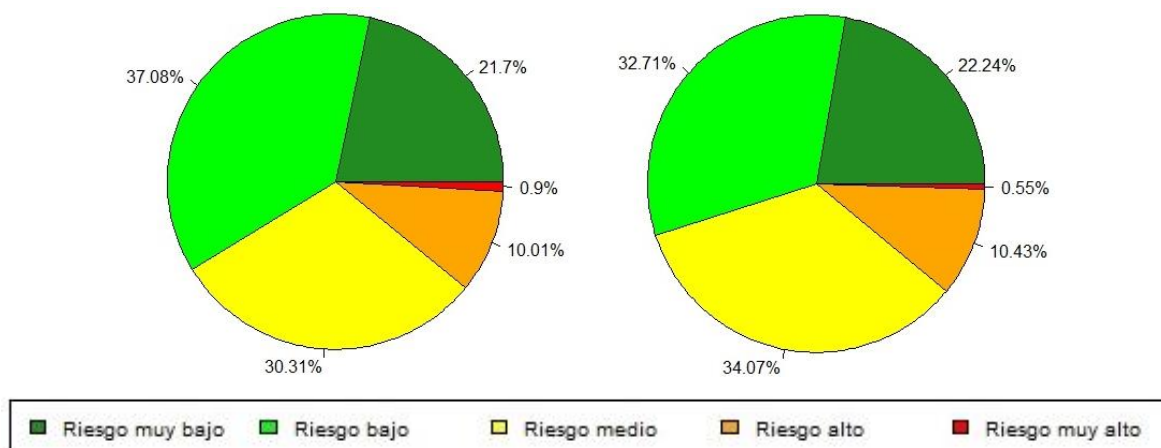


Figura 149. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF agrupadas (izquierda) y en las zonas aisladas (derecha).

Por último, en las zonas solitarias el riesgo bajo disminuye frente a todos los anteriores y las categorías de medio hasta muy alto se intensifican hasta alcanzar un total del 46% (Figura 150). Por este motivo, las edificaciones solitarias son una de las que sufren mayor riesgo en el conjunto de la zona de estudio, donde se pueden llevar a cabo mayores acciones de prevención alrededor de las edificaciones.

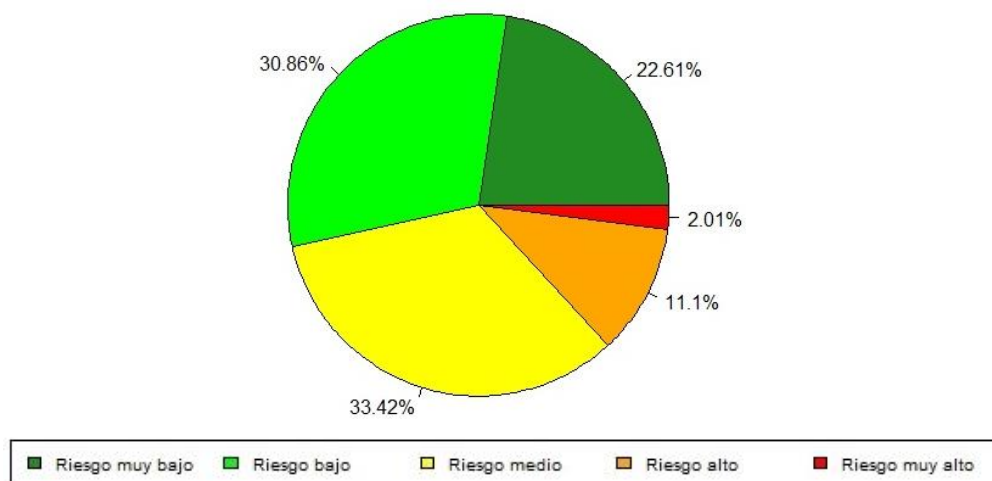


Figura 150. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF solitarias.

6.4.2. Riesgo de incendio en la interfaz urbano-forestal

Como se ha ido diciendo, las zonas de IUF son aquellas en las que la edificación convive con las masas forestales. Para el procedimiento del análisis de los resultados se ha utilizado una metodología similar al análisis del peligro por propagación, pero solo se ha analizado todas las zonas IUF que tienen contacto con zonas forestales obviando las explotaciones agrícolas principalmente. De este modo, aparecen edificaciones las cuales no tienen riesgo por no considerar las superficies agrarias (Figura 151).

Por otro lado, para poder evaluar el riesgo en las viviendas es útil considerar la agregación de las mismas con la vegetación interior y exterior de dichas edificaciones. Para ello, se ha utilizado la fracción de cabida cubierta (FCC) ya que por definición el cambio de un incendio vendrá determinado por los siguientes valores (Cuarto Inventario Forestal Nacional, 2012):

- FCC <20%: incendio fácilmente atacable, riesgo casi nulo.
- 20%=< FCC < 60%: fuego de superficie, dentro de capacidad de extinción.
- FCC >= 60%: fuego de copas, fuera de capacidad de extinción.

Cabe recalcar que, a diferencia de los modelos de combustible, el IFN 4 está a una escala superior lo que hace que los valores de FCC se generalicen frente al peligro de propagación por modelos de combustible. A pesar de esto, se ha tenido en cuenta sobre el valor que ocupa sobre cada tipo de edificación.

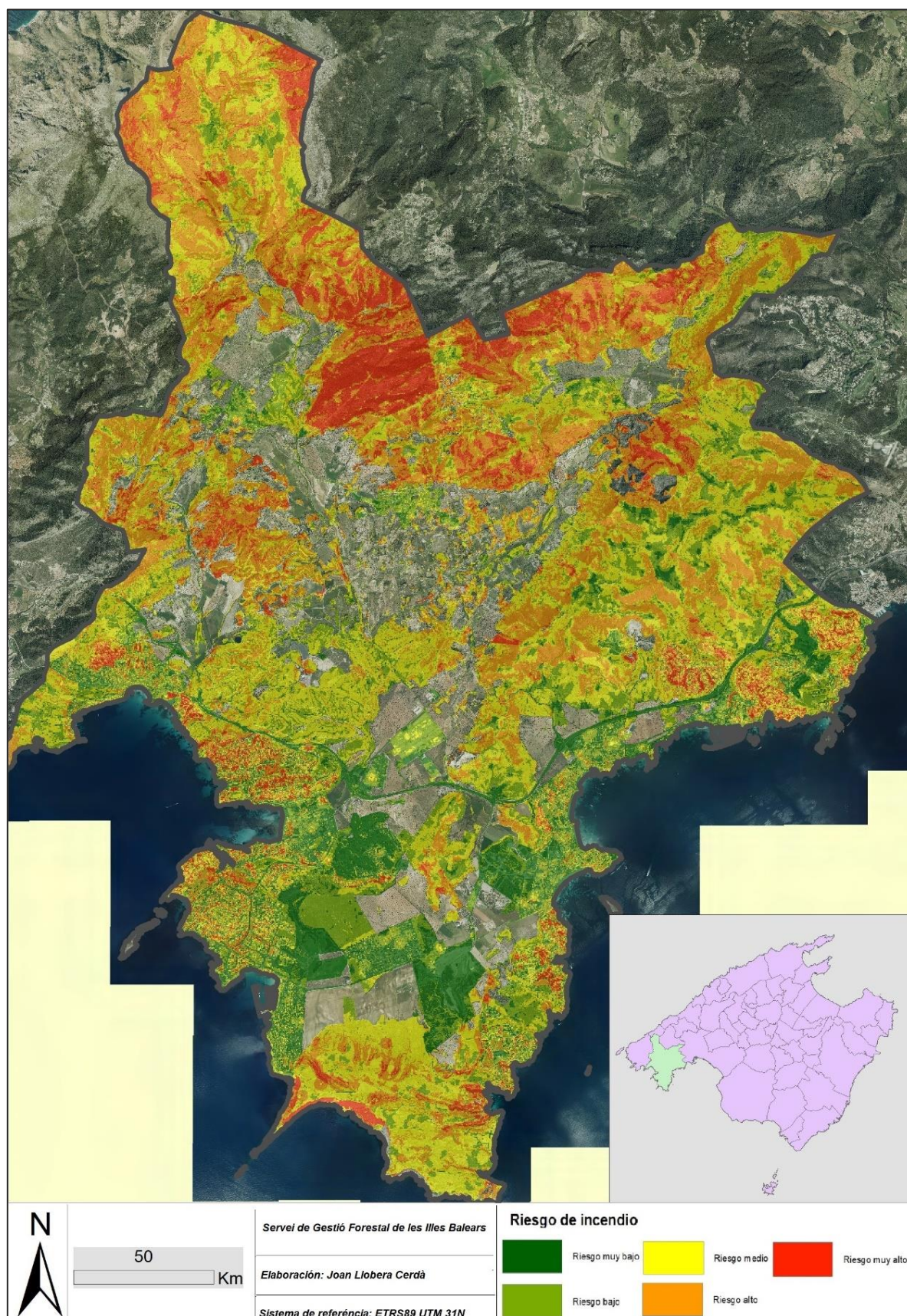


Figura 151. Riesgo de incendio en el municipio de Calvià sin tener en cuenta las explotaciones agrícolas.

En primer lugar, en el Galatzó el mismo terreno de la finca posee zonas agrarias, a pesar de esto, en la zona Norte de la edificación hay masa forestal con una categoría media de riesgo (Figura 152). Luego, en la parte Norte de la zona de estudio aparecen mayoritariamente edificaciones solitarias y aisladas con un riesgo alto y medio respectivamente.

En especial, todas las edificaciones con un riesgo alto y muy alto se caracterizan por tener un modelo de combustible elevado en propagación y de ignición. Es más, la edificación situada al Este de la finca del Galatzó presenta un FCC entre el 20% y el 60% y una pendiente moderada, de ahí su riesgo tan elevado. El resto de edificaciones con un riesgo alto y medio su FCC se caracteriza inferior al 20%, es decir, es atacable llegando a un riesgo casi nulo, el riesgo lo marca la topografía.

Por otro lado, se puede observar cómo ciertas edificaciones en la finca del Galatzó se conforman como zona agraria según el SIGPAC lo que provoca que no aparezca riesgo. De este modo, en torno a la edificación o más bien, posesión la parte central es la que está ocupada por una masa forestal.

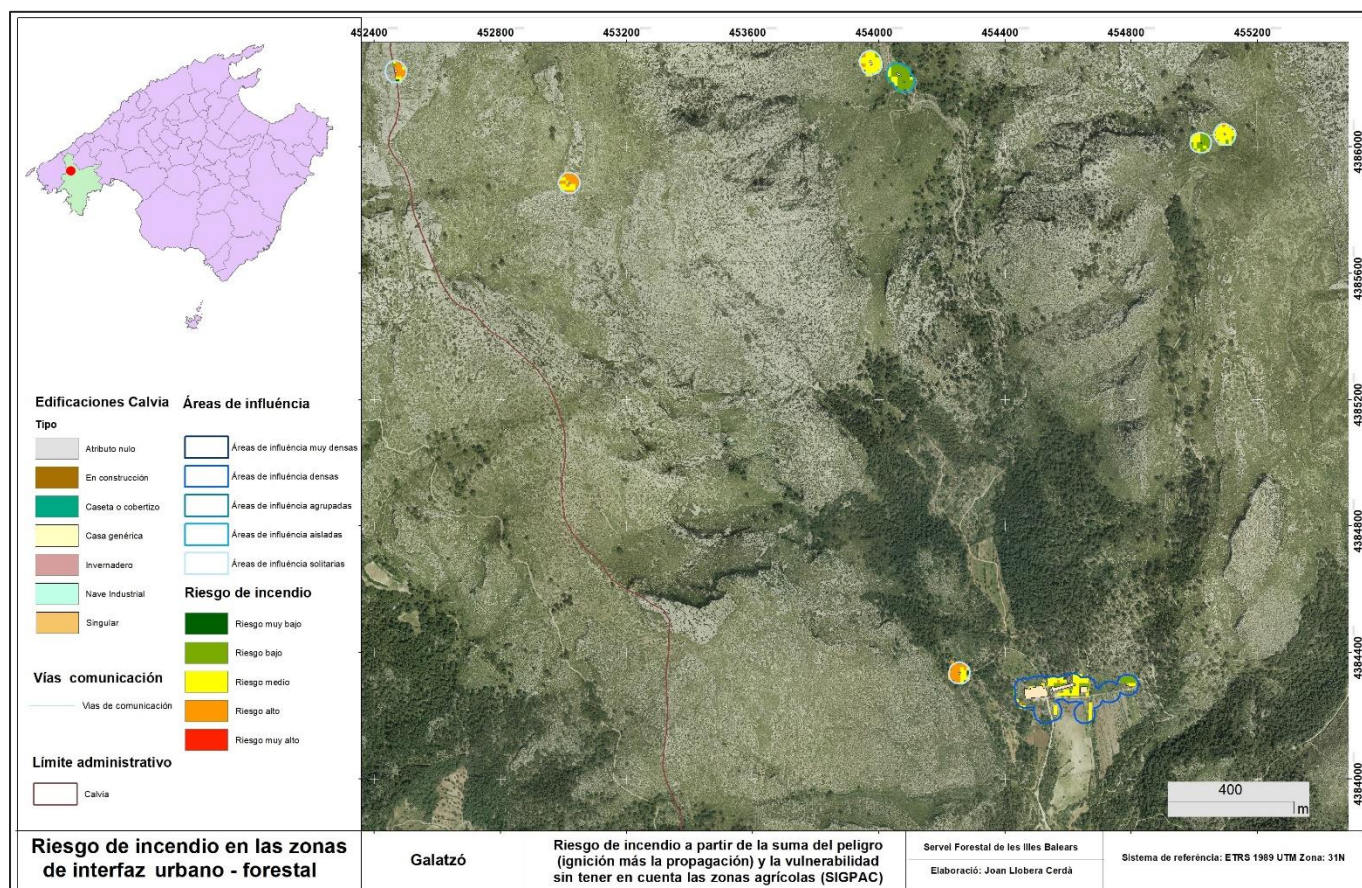


Figura 152. Riesgo de incendio en las zonas IUF en el Galatzó.

Luego, en la parte más al Sur del Galatzó, aparecen pequeñas edificaciones alrededor de zonas agrarias donde el riesgo no se evalúa (Figura 153). En cambio, aparecen ciertas edificaciones solitarias en las proximidades de las zonas montañosas con un riesgo alto y muy alto. De forma paralela, en la zona Sureste se observan edificaciones localizadas en explotaciones agrarias pero que convergen con masas forestales. En estas zonas el riesgo alto y muy alto está caracterizado sobre todo por la propagación de los modelos de combustible con un grado 4 y 5 respectivamente y una topografía severa. De hecho, en estas zonas según el IFN4 la FCC es mayor del 60%.

El resto de zonas su riesgo se intensifica por la tipología de edificación, identificadas como viviendas y debido a la topografía moderada combinada con los modelos de combustibles de propagación media. Asimismo, la mayoría de accesos a estas zonas son caminos sin revestimiento y con cables de tendido a su alrededor. Otro valor añadido es que esta zona se corresponde con una ANEI y ARIP. Por último, en la parte este, se caracteriza por la presencia de actividades activas en ganadería.

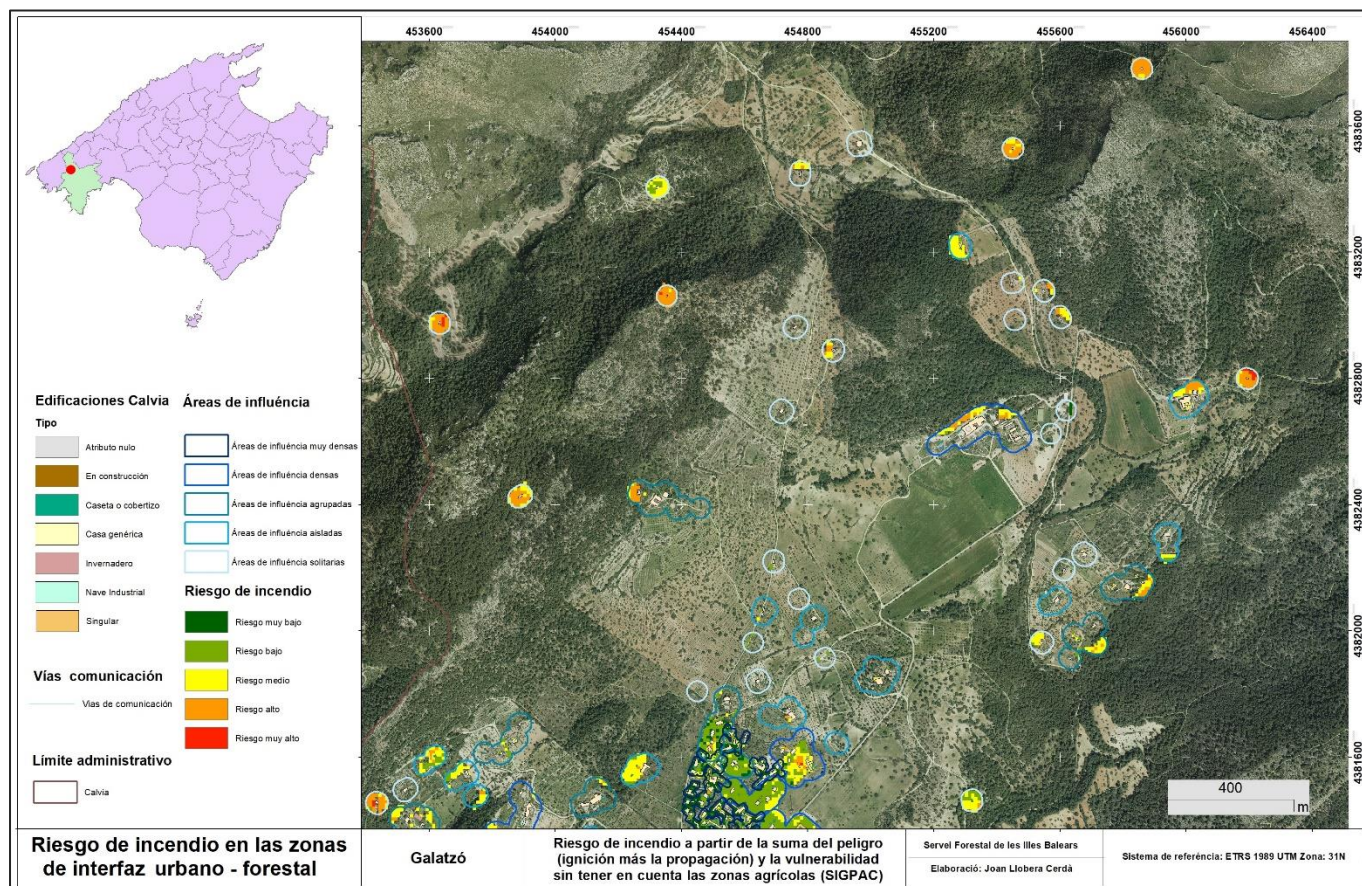


Figura 153. Riesgo de incendio en las zonas IUF en la parte Sur del Galatzó

En cuanto al núcleo Es Capdellà (Figura 154), como ya se ha analizado, la zona Norte está rodeada de explotaciones agrícolas sin riesgo. En la parte Este ocurre un caso similar entremezclándose con las masas forestales de la Sierra de Tramuntana. En las zonas IUF muy densas del propio núcleo el riesgo es bajo, siendo la mayoría del terreno incombustible.

No obstante, ciertas edificaciones están con un riesgo medio y alto al tratarse de instalaciones educativas y centros deportivos que convergen con masas forestales. Dichas edificaciones se localizan en la parte Noreste y Sur, mezcladas con explotaciones agrícolas en sus proximidades. Además, hay que añadirle el factor de la vegetación urbana lo que hace aumentar el riesgo.

Las demás edificaciones alejadas tienen un modelo de combustible alto en propagación, traducido en un 60% de FCC según el IFN4. Por este motivo, la parte situada en la zona Sur debido a la topografía, los modelos y el valor añadido de los tendidos y cableados eléctricos de media tensión hacen aumentar el riesgo de incendio. Por último, Es Capdellà es considerada una zona AAPI, aumentando el riesgo en las edificaciones ya que ambientalmente es vulnerable.

Yendo hacia la zona costera, entre medias aparecen ciertas edificaciones que convergen con las masas forestales. Por una parte, en el Noroeste aparecen edificaciones densas constituidas por ciertos hoteles rurales y casas genéricas donde el riesgo es elevado por su localización (Figura 155). De forma paralela, esta zona está considerada como ARIP. No obstante, aparece la vía de acceso MA-1012 en la parte Este de dicha zona, que facilita el acceso en caso de prevención y puede trabajar como cortafuegos. A pesar de esto, en las demás edificaciones priman los caminos sin revestimiento. Por otro lado, en la parte Sureste las edificaciones se encuentran entre masas forestales. En especial, en zonas de propagación elevada con una FCC identificadas mayoritariamente con un porcentaje del 20-60 hasta superior al 60% entremezcladas con cableado de media tensión.

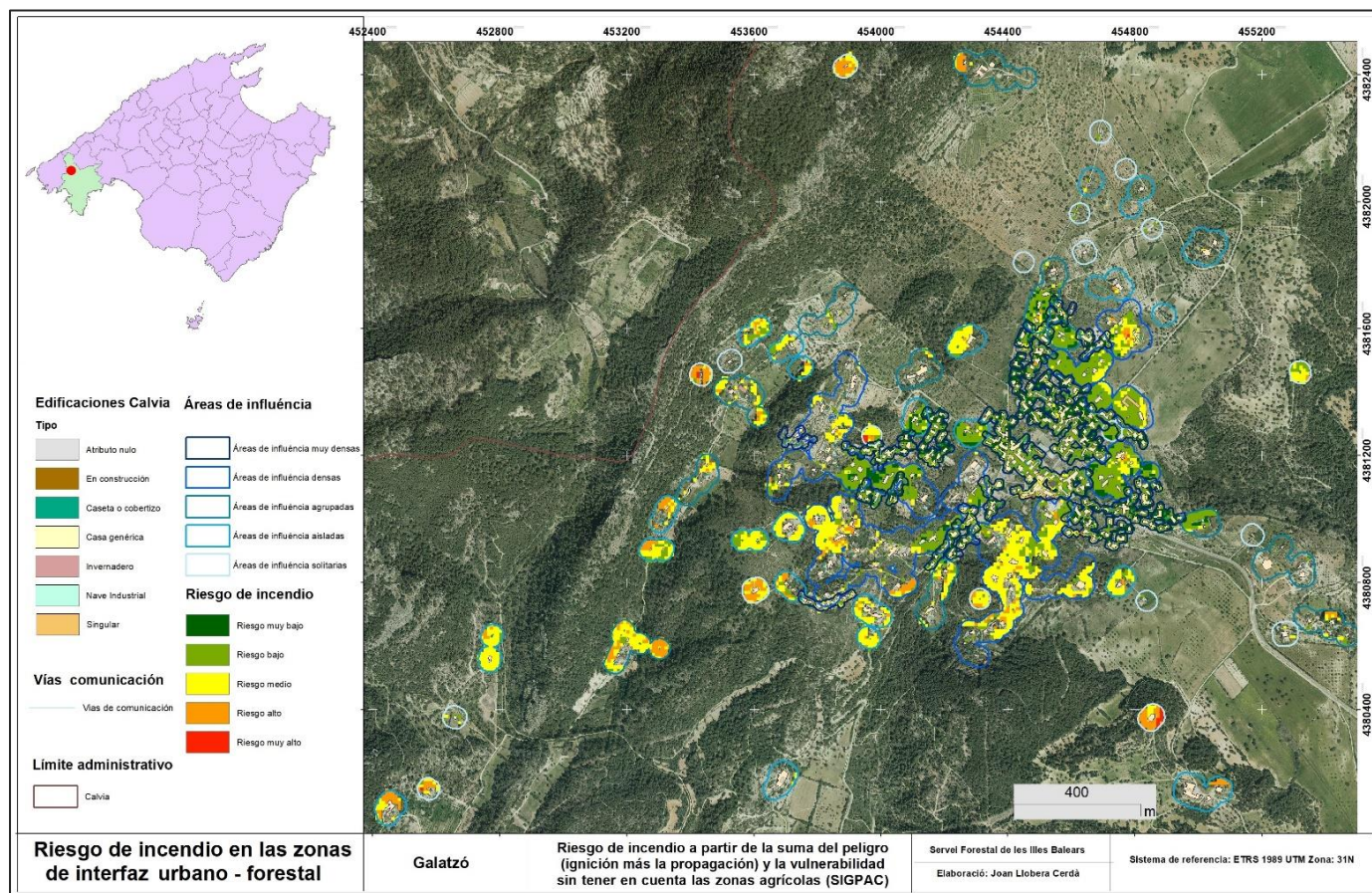


Figura 154. Riesgo de incendio en las zonas IUF en Es Capdellà.

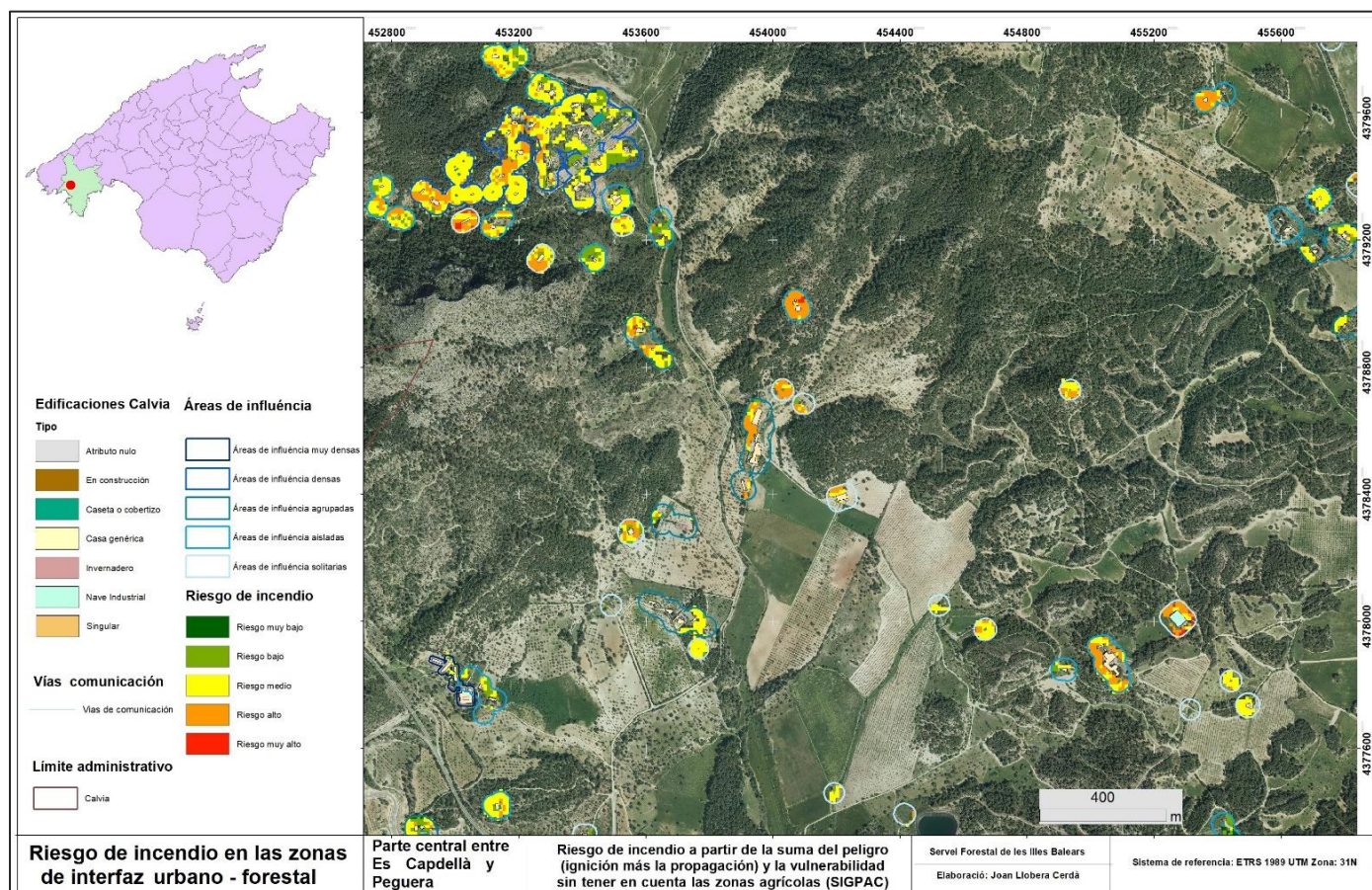


Figura 155. Riesgo de incendio en las zonas IUF en la zona Sur de Es Capdellà.

Respecto a la zona de Peguera, como ya se ha recalcado en la propagación, la parte Noroeste está caracterizada por zonas IUF de todo tipo y por edificaciones genéricas, es decir, viviendas con un riesgo muy elevado. Sobre todo, es porque hay modelos de combustible muy altos en propagación e ignición y por la topografía, a pesar de tener una FCC inferior al 20%. Ocurre la misma situación en la parte Sureste, especialmente por la orografía escarpada y la orientación Sur predominante. De esta forma, la mayoría de edificaciones localizadas en las proximidades de la costa, al tener una pendiente severa ya hacen aumentar el riesgo y más aún si en su entorno conviven masas de tipo 7.

A pesar de tratarse de superficie incombustible el propio núcleo, aparece una gran afluencia de personas al tratarse de instalaciones deportivas y viviendas turísticas, por eso, intensifica el riesgo (Figura 156). Cabe decir también, que en las proximidades de estas edificaciones ya aparece vegetación inflamable y con una alta propagación. A todo esto, hay que añadirle los postes y la línea eléctrica de media tensión entre medias.

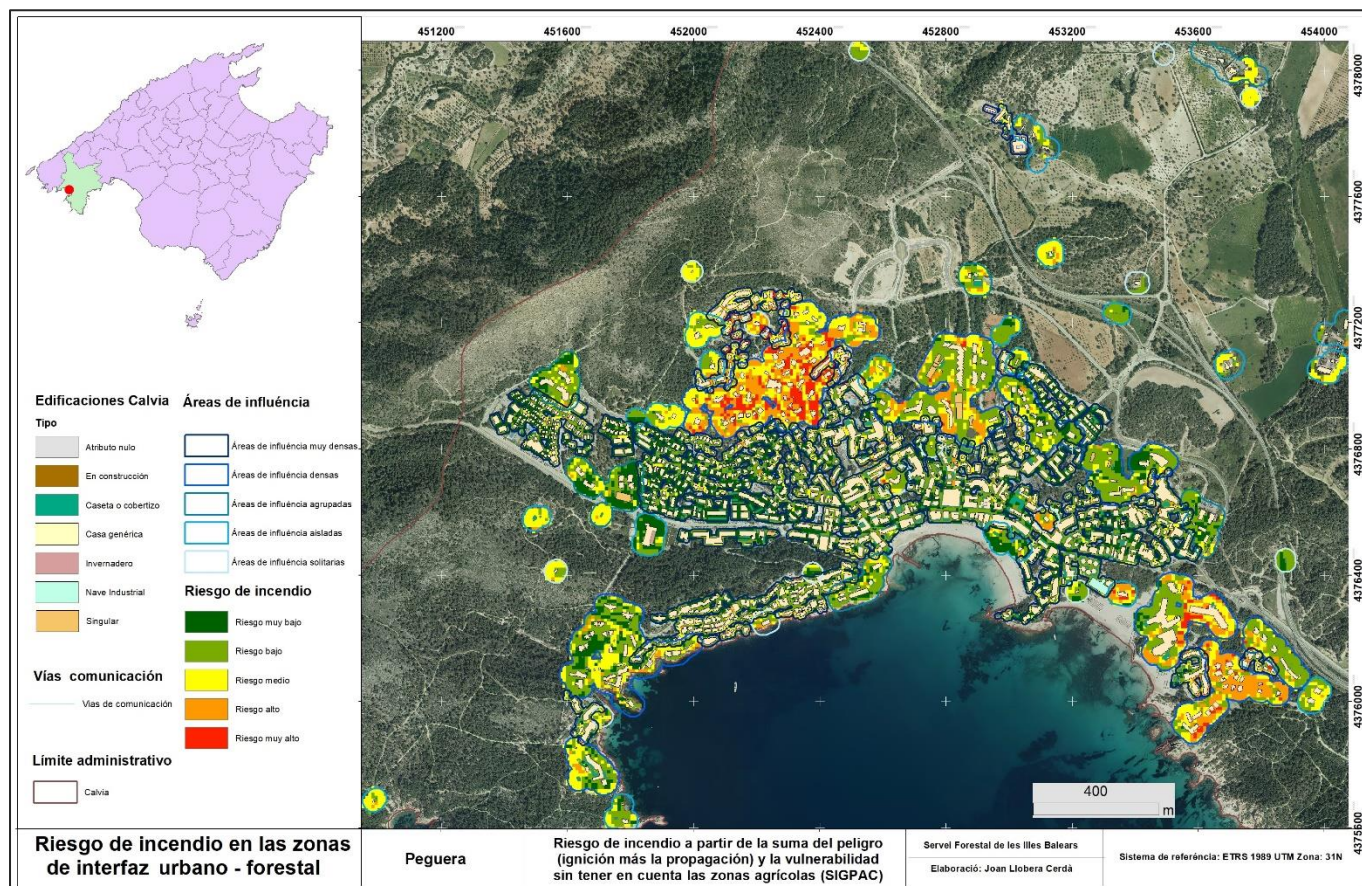


Figura 156. Riesgo de incendio en las zonas IUF en la zona de Peguera.

A continuación, la zona de Costa de la Calma y Rotes Velles se trata de dos núcleos donde la presencia de vegetación es abundante (Figura 157). Es más, incluso las zonas IUF muy densas tienen un porcentaje de riesgo muy alto. Los edificios con mayor riesgo se concentran en la parte central y noroeste. En concreto, están localizadas sobre una orografía severa o abrupta y orientación Oeste.

Sin embargo, ciertas edificaciones tienen la FCC inferior al 20%, por eso son fácilmente atacables, pero fáciles de controlar ya que carecen de combustible grueso a su alrededor (IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales). Ahora bien, tener este porcentaje en las zonas urbanas conlleva una vegetación urbana a nivel de parcela (identificada como tipo 7), por lo cual la cosa cambia porque pueden afectar a la propagación por puntos y comprometer a las viviendas. Por otro lado, el Servicio Forestal considera riesgo bajo si se localiza en ciudades pequeñas y medias compactas o, en este caso, aglomeraciones urbanas.

Por desgracia, en esta zona como ya se ha descrito en el apartado de los modelos de combustible, conviven gran variedad de tipos, lo que hace que aparezcan edificaciones que tienen entre 20% y 60% de FCC, dando problemas de humo pero sin penetración de las llamas. Por último, como ya se ha recalcado en el apartado de la vulnerabilidad en Costa de la Calma aparecen viviendas y alojamientos turísticos e instalaciones deportivas y sanitarias localizadas en la parte Noroeste que hacen aumentar el riesgo al presentar más vulnerabilidad.

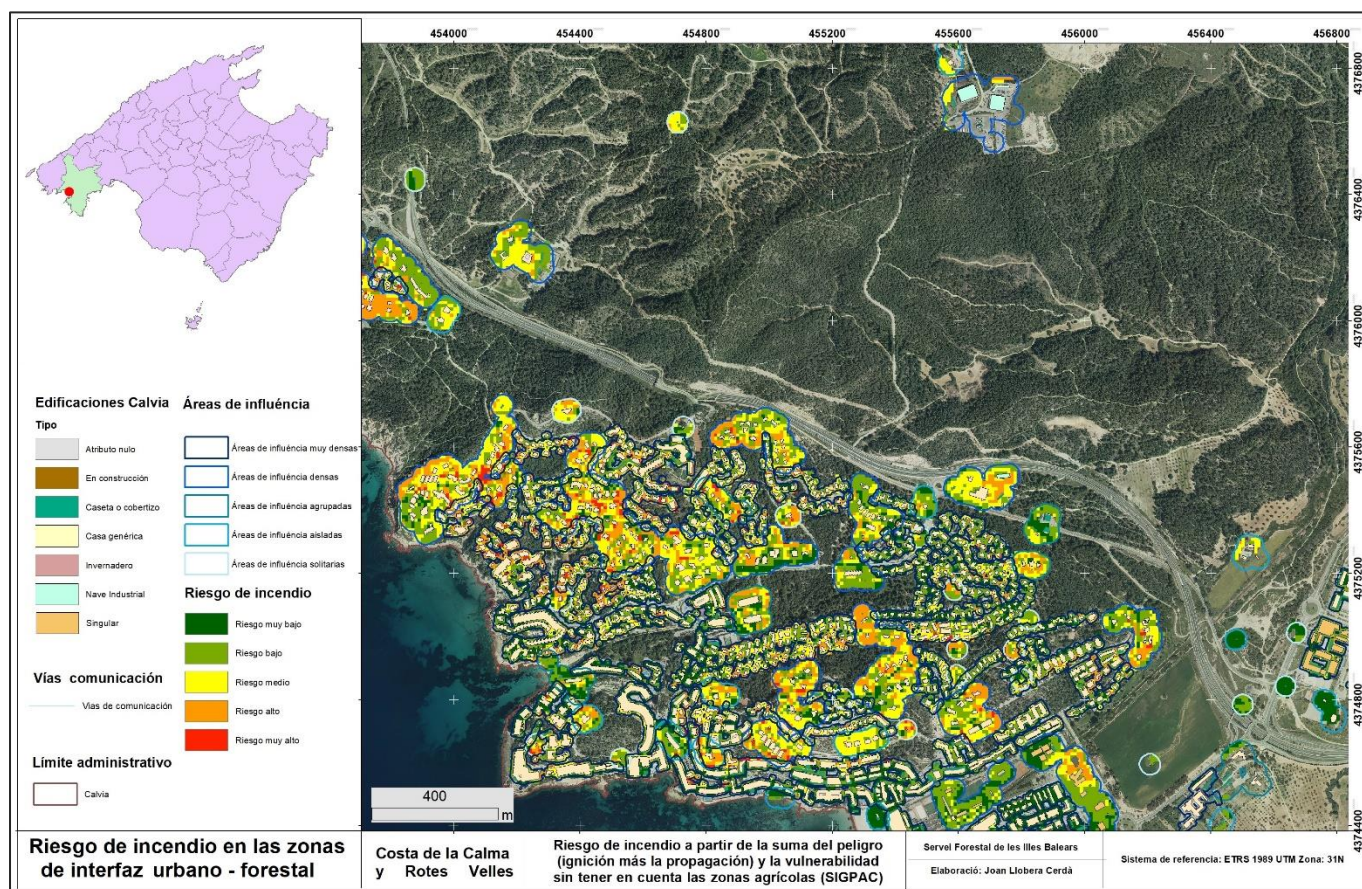


Figura 157. Riesgo de incendio en las zonas IUF en Costa de la Calma y Rotes Velles

Respecto a la primera zona de Santa Ponça y el golf, ocurre lo mismo que Costa de la Calma. Principalmente el riesgo se marca por las viviendas turísticas y una gran cantidad de instalaciones sanitarias y deportivas donde aparecen grandes cantidades de personas (Figura 158). Sin embargo, en esta zona el porcentaje de FCC es inferior al 20% que, añadiendo las condiciones de las infraestructuras y alojamientos turísticos, el riesgo disminuye. No obstante, en el Sur de la zona se observa cómo aparecen masas forestales que superan el 60%. Incrementando el riesgo. Por otro lado, en la zona del golf el riesgo disminuye por la topografía llana y porque la mayoría de edificaciones están situadas a 7,5 m, hecho que hace que a su alrededor esté sin ningún tipo de vegetación.

Luego, el propio núcleo de Santa Ponça muchas de las zonas son consideradas con la categoría medio hacia alto, caracterizado sobre todo por la propagación de la vegetación en su entorno (Figura 159). Por otro lado, se trata de una zona con muchos alojamientos y viviendas turísticas. No obstante, la mayoría de zonas IUF en Santa Ponça son muy densas, por lo que las infraestructuras en materia de incendios son bastante óptimas y están preparadas en caso de prevención. Como se ha observado en la figura de la evolución de las edificaciones, ocurre un paralelismo entre la evolución de las edificaciones y las zonas con mayor riesgo, es decir, se puede intuir cómo las condiciones anteriores en las que se construyeron las situaban con la vegetación urbana, en cambio las edificaciones construidas más recientemente, dotan de equipamientos con reducción de las masas arbóreas.

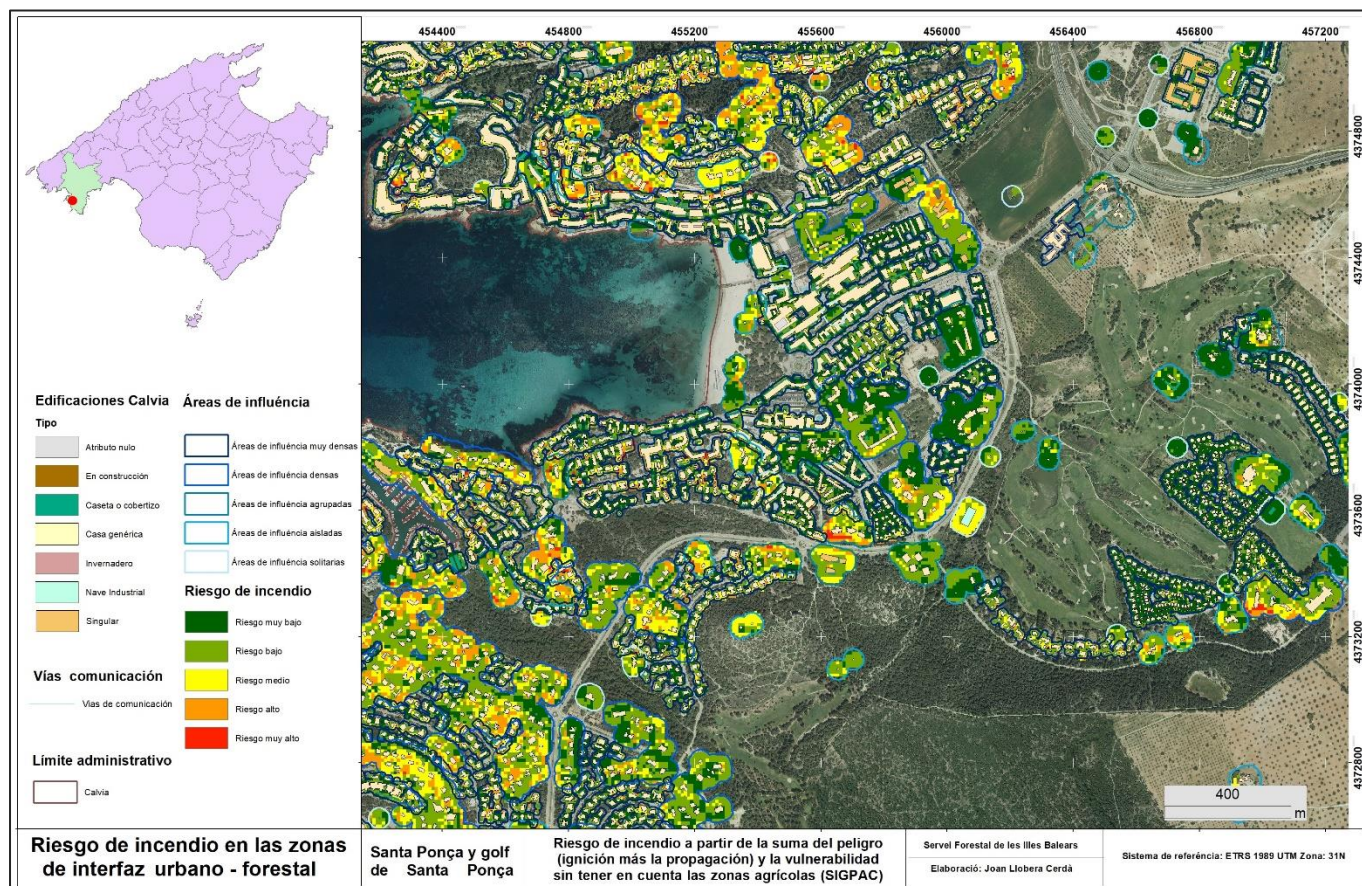


Figura 158. Riesgo de incendio en las zonas IUF de Santa Ponça y golf.

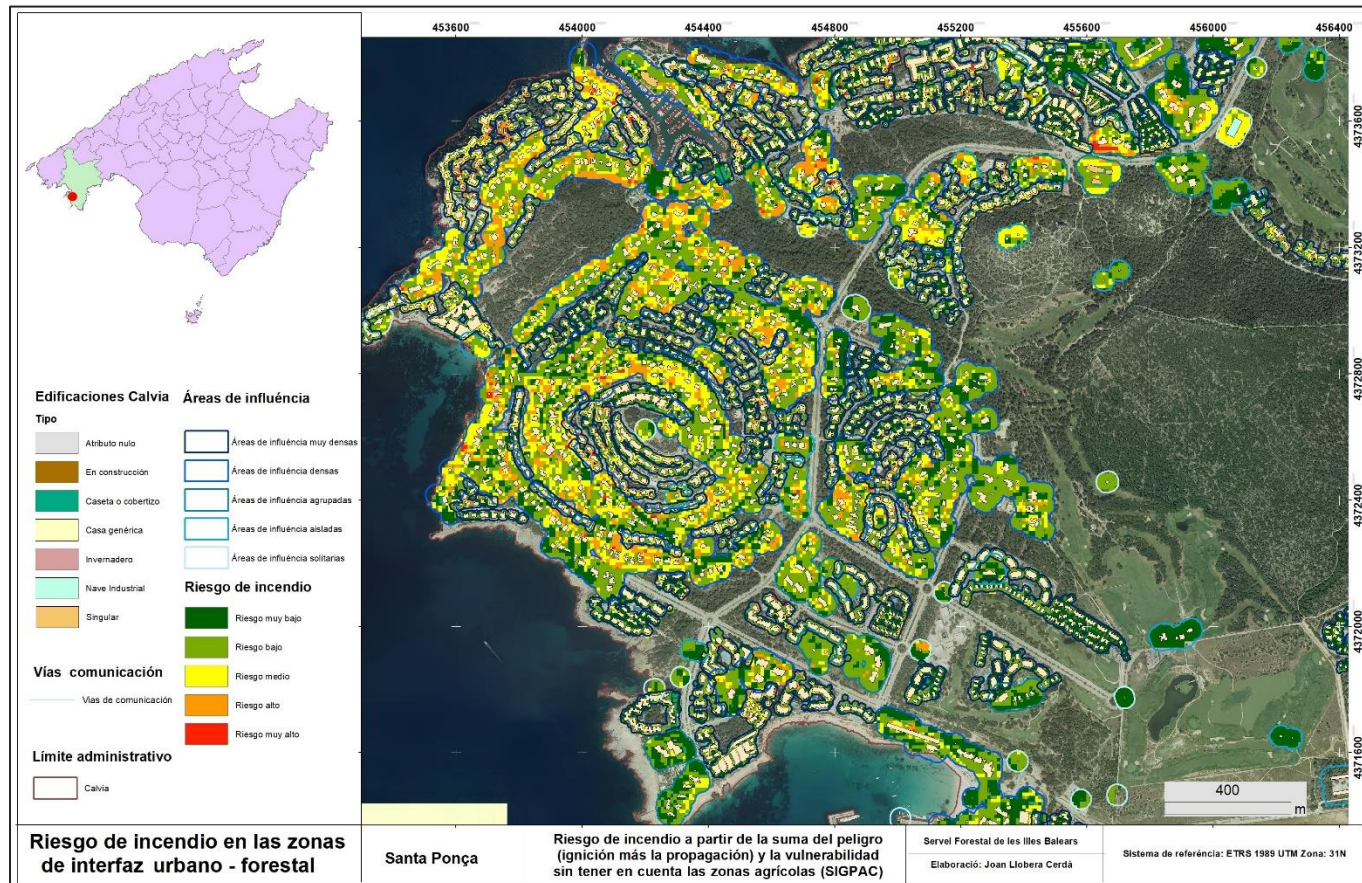


Figura 159. Riesgo incendio en las zonas IUF en Santa Ponça

Entrando en el interior de Calvià aparece el polígono de Calvià y la urbanización Galatzó (Figura 160). En estas dos zonas, generalmente, se caracteriza por un riesgo bajo y muy bajo. Los motivos son varios, por un lado, la mayoría de las edificaciones están situadas en zonas IUF muy densas, por tanto, el área de influencia es de 7,5 m y alrededor de estas edificaciones no aparece ningún tipo de característica que pueda suscitar riesgo. Es decir, en términos de modelos de combustible el polígono está considerado como incombustible y la vegetación a su alrededor es de tipo 1, por eso, tan solo aumentaría el riesgo medio. Además, debido a las actividades que se desempeñan en el polígono, aparece poca vegetación en su entorno. No obstante, se ha puesto riesgo bajo y no muy bajo por el hecho de tratarse de naves industriales, siendo muchas de ellas vulnerables.

En cambio, la urbanización del Galatzó a pesar de tener la misma situación que el polígono, en esta urbanización ya aparece cierta vegetación urbana incrementando hasta el grado medio ciertas edificaciones. Por otro lado, en términos de topografía ambos lugares se sitúan en topografía llana por lo que el riesgo lo recalca como bajo. Por esto, como se ha dicho anteriormente, estas dos zonas carecen de características para poder considerarse como zona IUF. Es decir, la construcción de dicha urbanización está situada en zona de poca vegetación urbana y el polígono de Calvià no presenta ningún tipo de vegetación que pueda provocar riesgo hacia las naves industriales.

En cuanto a las edificaciones situadas más al Norte, sin tener en cuenta las que están localizadas en superficies agrarias, las demás se localizan total o parcialmente en masas arboladas marcándolas con un riesgo medio. De hecho, muchas de estas su FCC es superior al 60% y además situadas en una topografía moderada o severa.

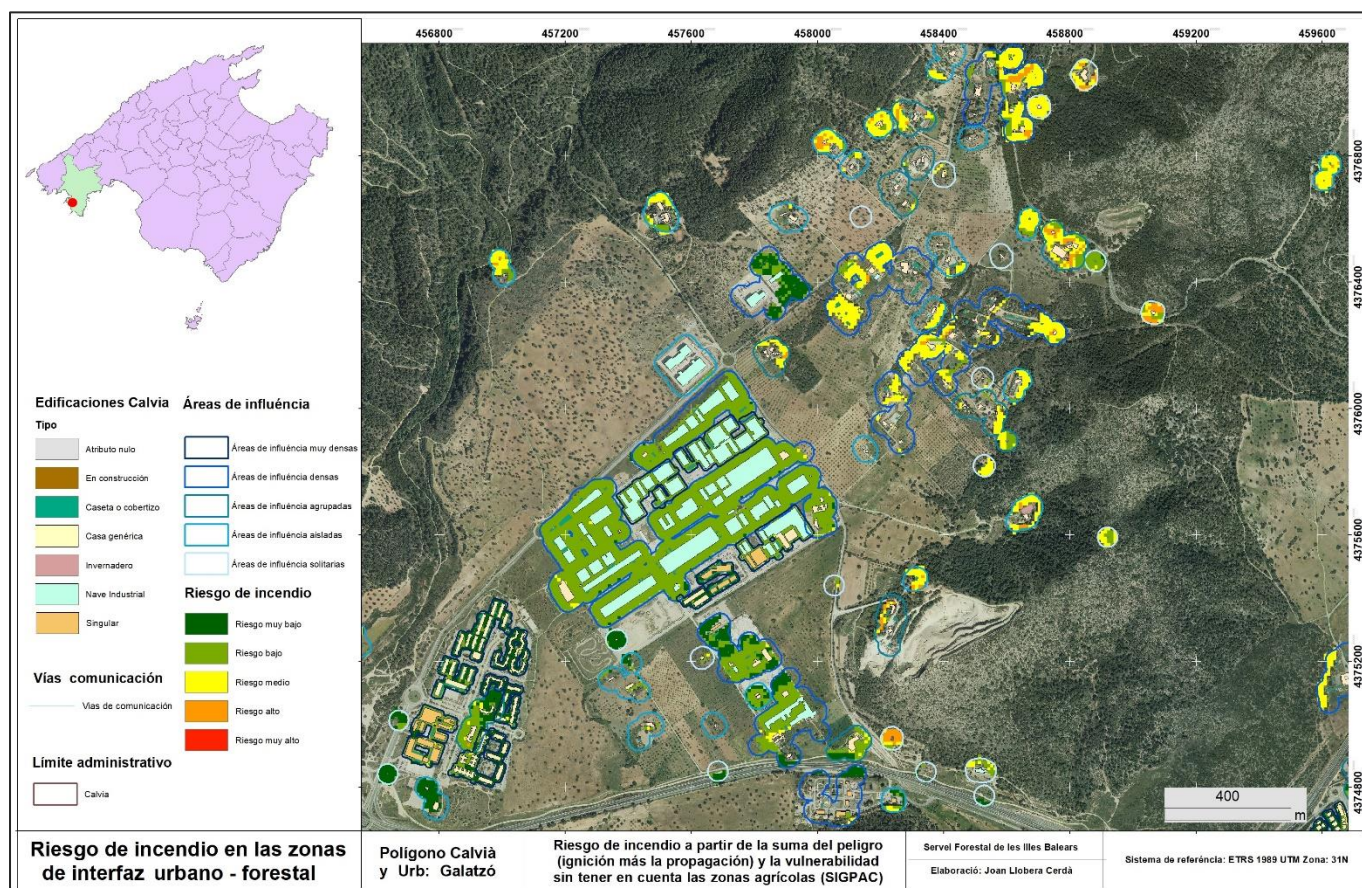


Figura 160. Riesgo incendio en las zonas IUF en el polígono de Calvià y de la urbanización Galatzó.

La otra zona en el interior de Calvià está el núcleo de Son Ferrer y Sa Porrassa (Figura 161). Estas zonas también convergen con zonas agrarias e incombustibles. En especial, la parte Norte y Este de ambos núcleos hay zonas de cultivo des pobladas de masas forestal.

En el mismo núcleo de Son Ferrer la mayoría de zonas IUF son muy densas, tan solo aparecen con riesgo medio la vegetación urbana alrededor de las edificaciones. En la parte Noreste aparecen ciertos edificios singulares reconocidos como instalaciones deportivas y educativas lo que incrementa en cierto modo el riesgo hasta el bajo ya que se ha considerado esta zona como incombustible. Asimismo, en la zona de Sa Porrassa predomina el riesgo bajo, en estas zonas son incombustibles y en topografía llana. No obstante, ciertas edificaciones confluyen con masas forestales aumentando a un riesgo medio, por lo que requieren cierto mantenimiento.

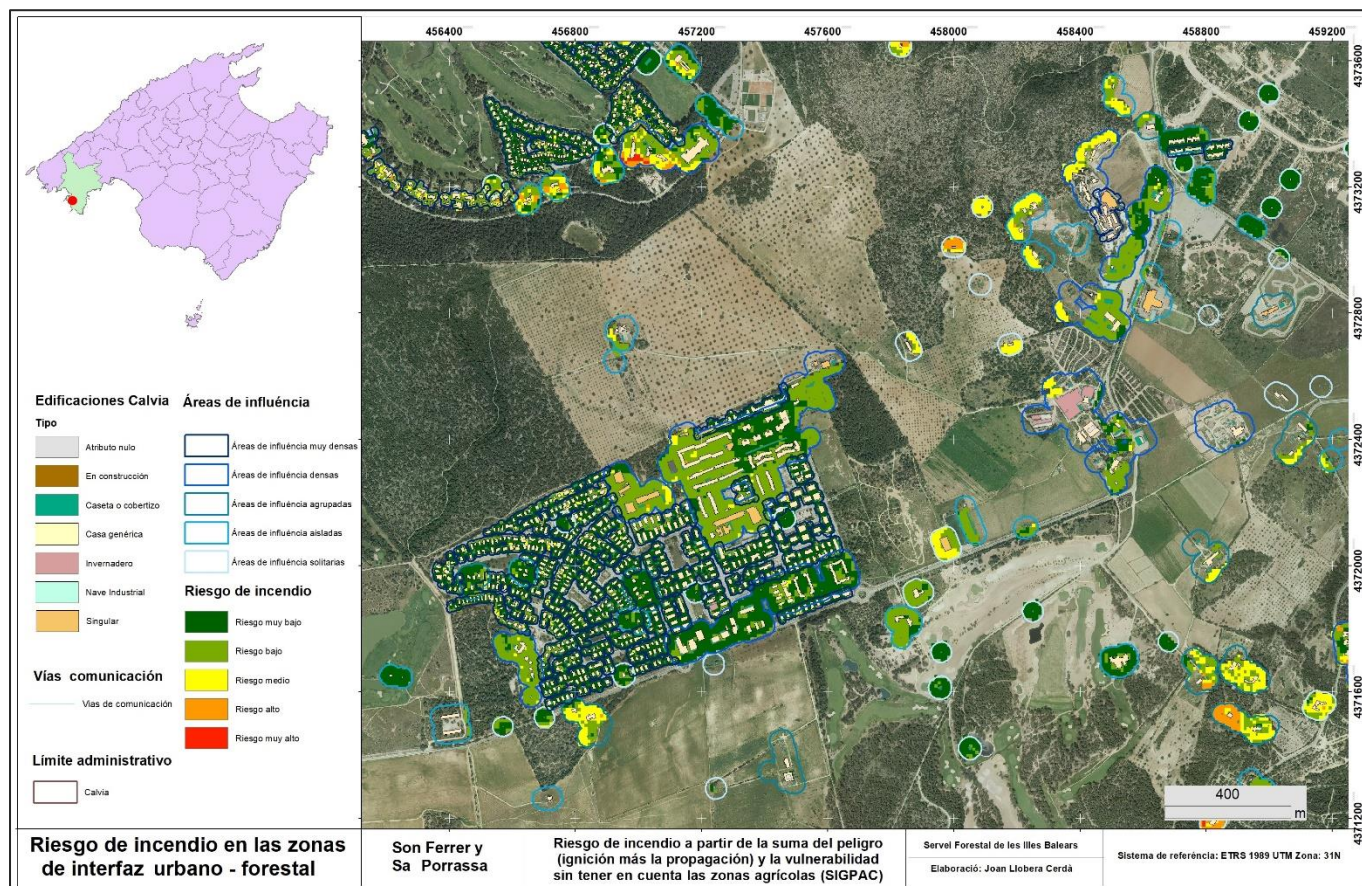


Figura 161. Riesgo incendio en las zonas IUF en Son Ferrer y Sa Porrassa

Continuando en la zona de costa está Es Toro (Figura 162). En esta zona ocurre una situación parecida a Costa de la Calma, la gran mayoría de las edificaciones están entremezcladas con vegetación urbana. Por tanto, se puede observar cómo la mayoría de zonas IUF muy densas y densas aparecen con un riesgo bajo excepto las distintas celdas con vegetación que hacen aumentar el riesgo hasta el grado medio. Por lo que respecta la zona Sur la gran mayoría de edificaciones presentan un riesgo alto debido a que están localizadas sobre zonas LIC y ZEPA. Por otro lado, la topografía es pronunciada a medida que se acercan a la costa y los modelos de combustible (tipo 4 y 7) hacen que se intensifique el riesgo. Por tanto, se puede relacionar los tipos de combustible con el FCC (superior al 60%) lo que hace dificultar las tareas de extinción.

Por lo que se refiere al Sur de Calvià la mayoría de edificaciones se sitúan en riesgo alto a consecuencia de los espacios naturales protegidos. Otro motivo por los cuales las distintas edificaciones están en riesgo medio hasta alto es debido a la topografía severa. En concreto, en la parte Sur de Sol de Mallorca. En cuanto a la FCC, en las edificaciones predomina inferior al 20%, tan solo sube hasta superar el 60% en las proximidades de Portals Vells y en el Cap de Figuera (Figura 163).

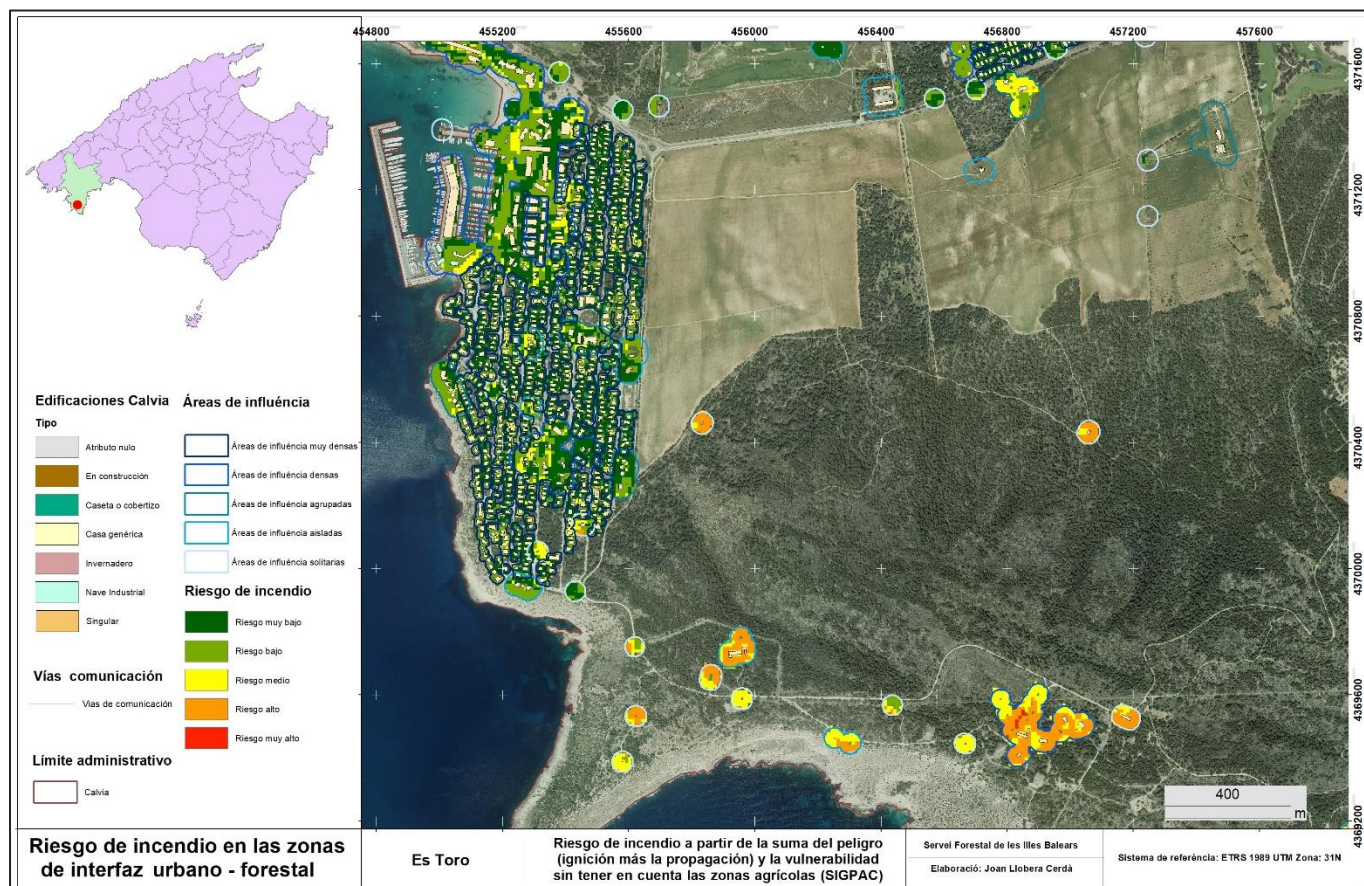


Figura 162. Riesgo incendio en las zonas IUF en Es Toro.

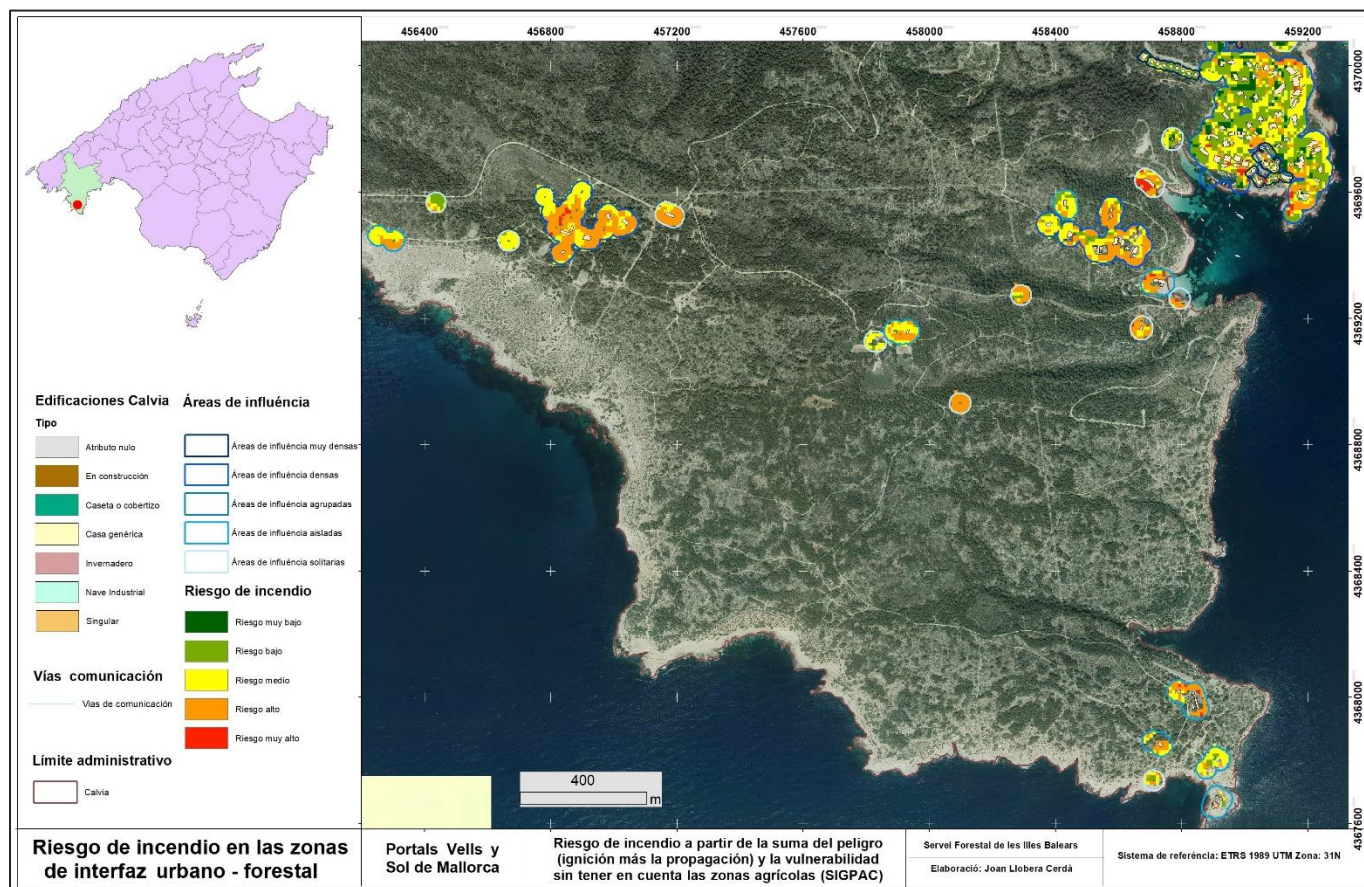


Figura 163. Riesgo de incendio en las zonas IUF de Portals Vells y Sol de Mallorca.

A partir de aquí, muchas de las zonas situadas en la costa están caracterizadas por alojamientos y viviendas turísticas siendo muchas de ellas más vulnerables a causa de la falta de conocimiento sobre tales eventos. Además, el hecho de aparecer una gran cantidad de alojamientos turísticos implica un aumento de infraestructuras destinadas a los servicios. Por eso, hay un gran volumen de personas en las edificaciones implicando mayor vulnerabilidad o daño potencial.

Como bien se ha dicho, alrededor de todas estas zonas costeras una gran cantidad de edificaciones están en superficie no combustible. Sin embargo, gracias al modelado de la vegetación urbana, junto a las demás variables, se han identificado aquellas edificaciones que tienen mayor riesgo. Asimismo, durante los primeros inicios del turismo, muchas de las edificaciones se construyeron en las proximidades a la costa entremezcladas con las masas forestales, es decir, se construyeron con menor planificación que en la actualidad. En la zona de Cala Vinyes y Bahía de Palma, su localización hace que el riesgo en caso de incendio sea elevado, sobre todo por la topografía (Figura 164).

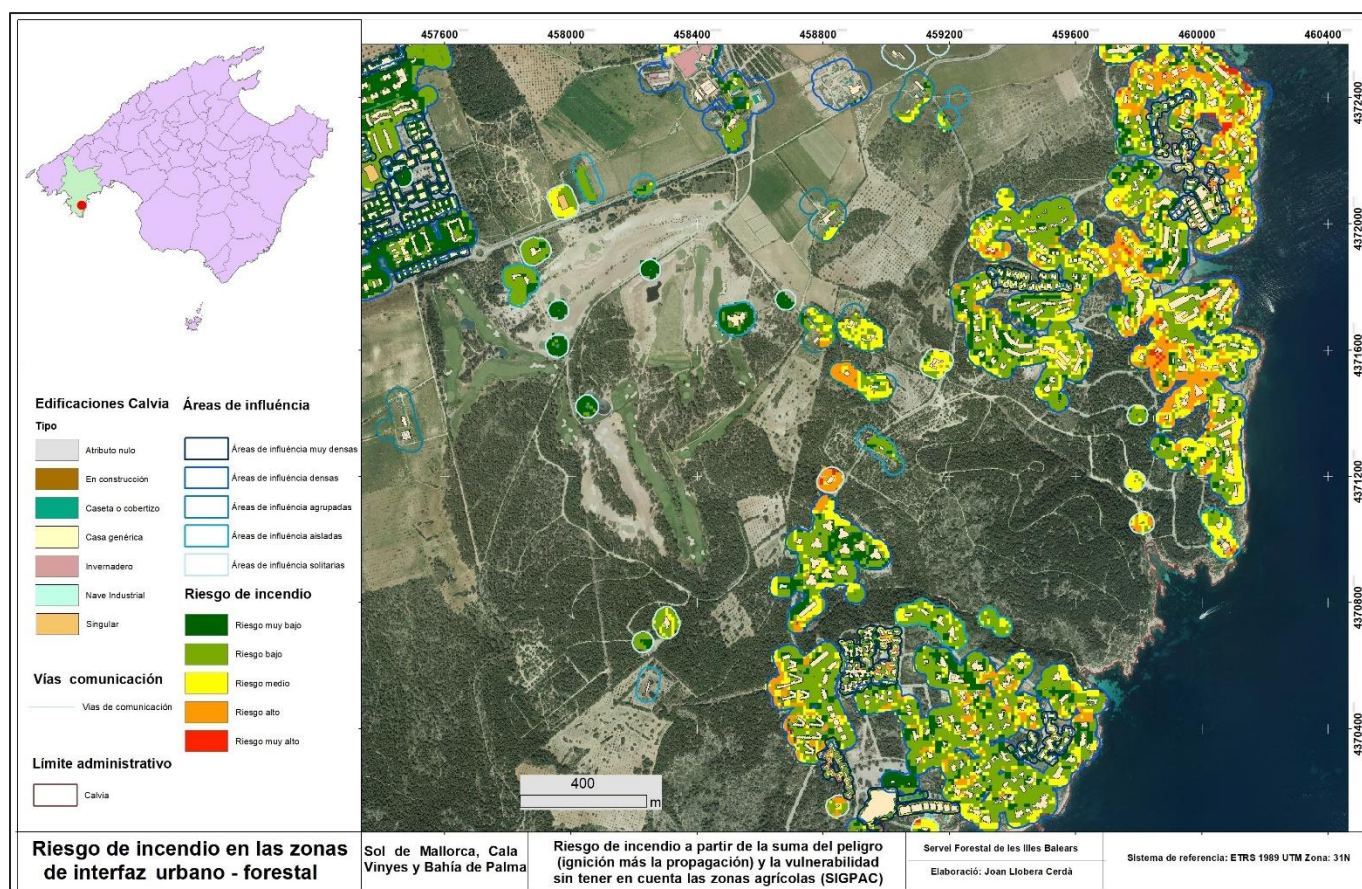


Figura 164. Riesgo de incendio en las zonas IUF en Cala Vinyes y Bahía de Palma.

Como se puede apreciar, las edificaciones situadas en las proximidades de la costa son las que predomina el riesgo en caso de incendio. Además, muchas de las edificaciones situadas en la periferia de las aglomeraciones urbanas son las que están más envueltas de materiales combustibles, sobre todo de tipo 7 y 4 con ciertas zonas de modelo 5. Es decir, la periferia a las zonas de costa son las que más riesgo tienen. Por otro lado, en las proximidades entre Sol de Mallorca y Cala Vinyes aparece una zona ANEI por lo que, si se tiene en cuenta los 30 m influye en el riesgo al presentar mayor vulnerabilidad. No obstante, la mayoría de edificaciones situadas en esta zona predominan el riesgo bajo, ya que no aparecen gran cantidad de cableados y tendidos eléctricos, las vías de comunicación son predominantemente vías urbanas.

En las proximidades a Magaluf y Torrenova ocurre un caso similar. El riesgo a tener en cuenta se sitúa en la parte Norte y Sur de punta Ballena (Figura 165). La zona Sur se corresponde con Sol de Mallorca analizado anteriormente donde el riesgo es principalmente debido a la topografía.

Luego, la zona IUF se sitúa en un área de influencia de 30 m envuelta de modelos tipo 7. Observando el porcentaje de FCC en la mayoría de edificaciones es inferior al 20%. Por tanto, en la mayoría de edificaciones el riesgo es bajo.

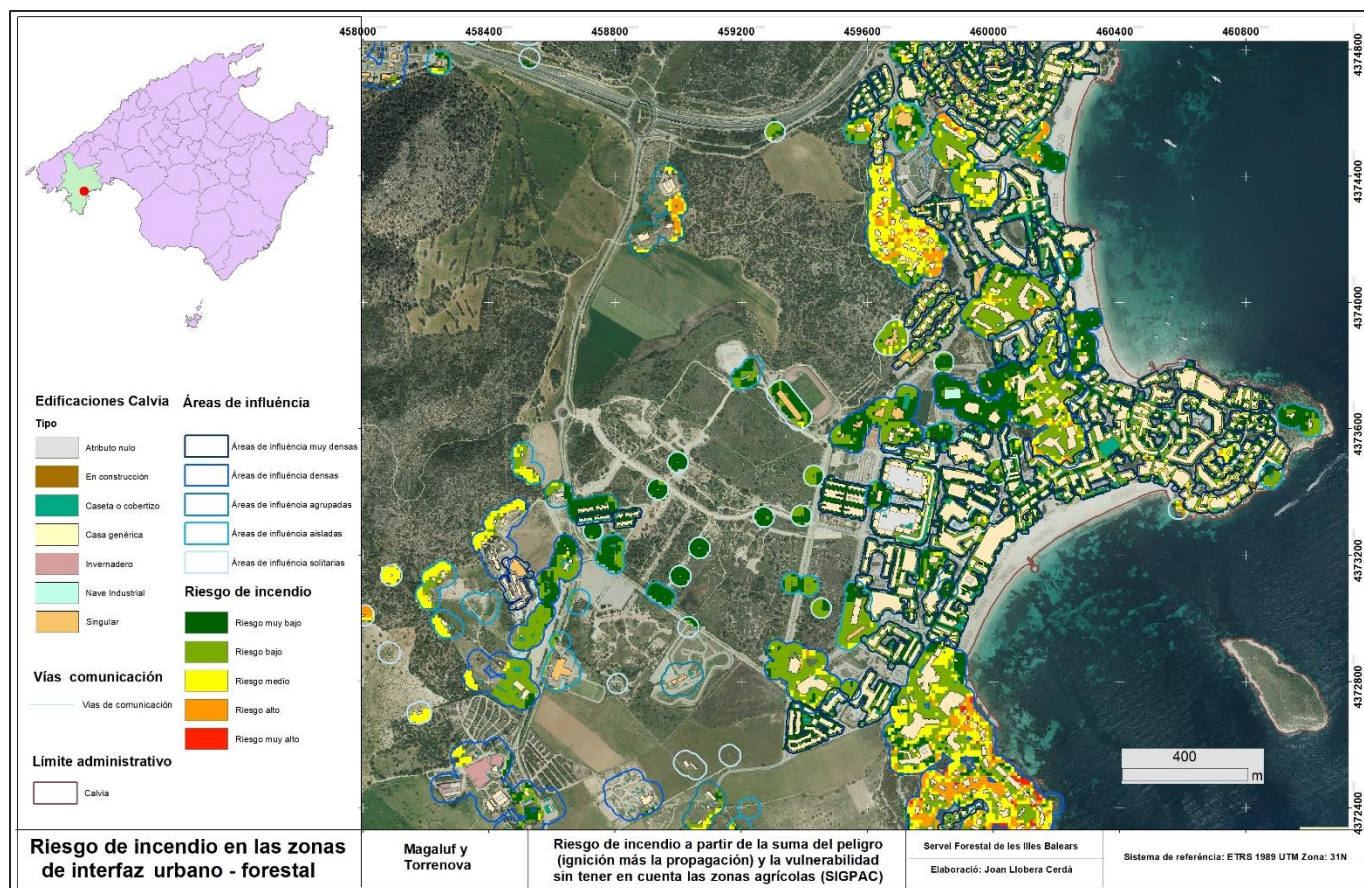


Figura 165. Riesgo de incendio en la zona IUF de Magaluf y Torrenova.

En Palmanova, muchas de las edificaciones situadas en la periferia presentan un riesgo bajo porque, por un lado, la mayoría de la superficie que las envuelve están cerca de la autopista M-1 catalogada como incombustible (Figura 166). Alrededor de esta se ha realizado un área de influencia a 5 y 10 m que presenta un peligro de ignición elevado. Sin embargo, a su alrededor aparecen zonas cultivadas lo que hace que el riesgo sea bajo o en este caso nulo. Por otro lado, esta aglomeración urbana se localiza en un terreno de topografía llana lo que hace que el peligro por propagación sea bajo. No obstante, aparecen ciertas infraestructuras y alojamientos turísticos donde confluyen bastantes personas aumentando la vulnerabilidad. Por último, en la mayoría de estas viviendas e infraestructuras tienen a su alrededor grandes cantidades de materiales combustibles de tipo 7, por ese motivo, hace que se aumente el riesgo. Sin embargo, comprobando la FCC en esta zona predominan el porcentaje inferior al 20%, de esta forma el peligro es bajo mayoritariamente.

Enlazando con Palmanova aparece la zona de Portals Nous y Castell de Bendinat (Figura 167). Estos núcleos se asemejan a la zona de Costa de la Calma, se tratan de aglomeraciones urbanas donde las edificaciones conviven con la vegetación de todo tipo, principalmente de tipo 4 y 7, es decir, vegetación urbana que es bastante inflamable y se propaga con facilidad.

En especial, observando la FCC la mayoría de edificaciones se sitúan entre un 20% y un 60%. Por eso, como se ha recalado en el peligro de la propagación la parte central es donde se concentran la mayor parte de la superficie forestal. Por otro lado, en las demás zonas aparecen instalaciones educativas y deportivas donde aparecen grandes masas forestales muchas de ellas sin mantenimiento lo que hace incrementar el riesgo si se produce algún tipo de siniestro.

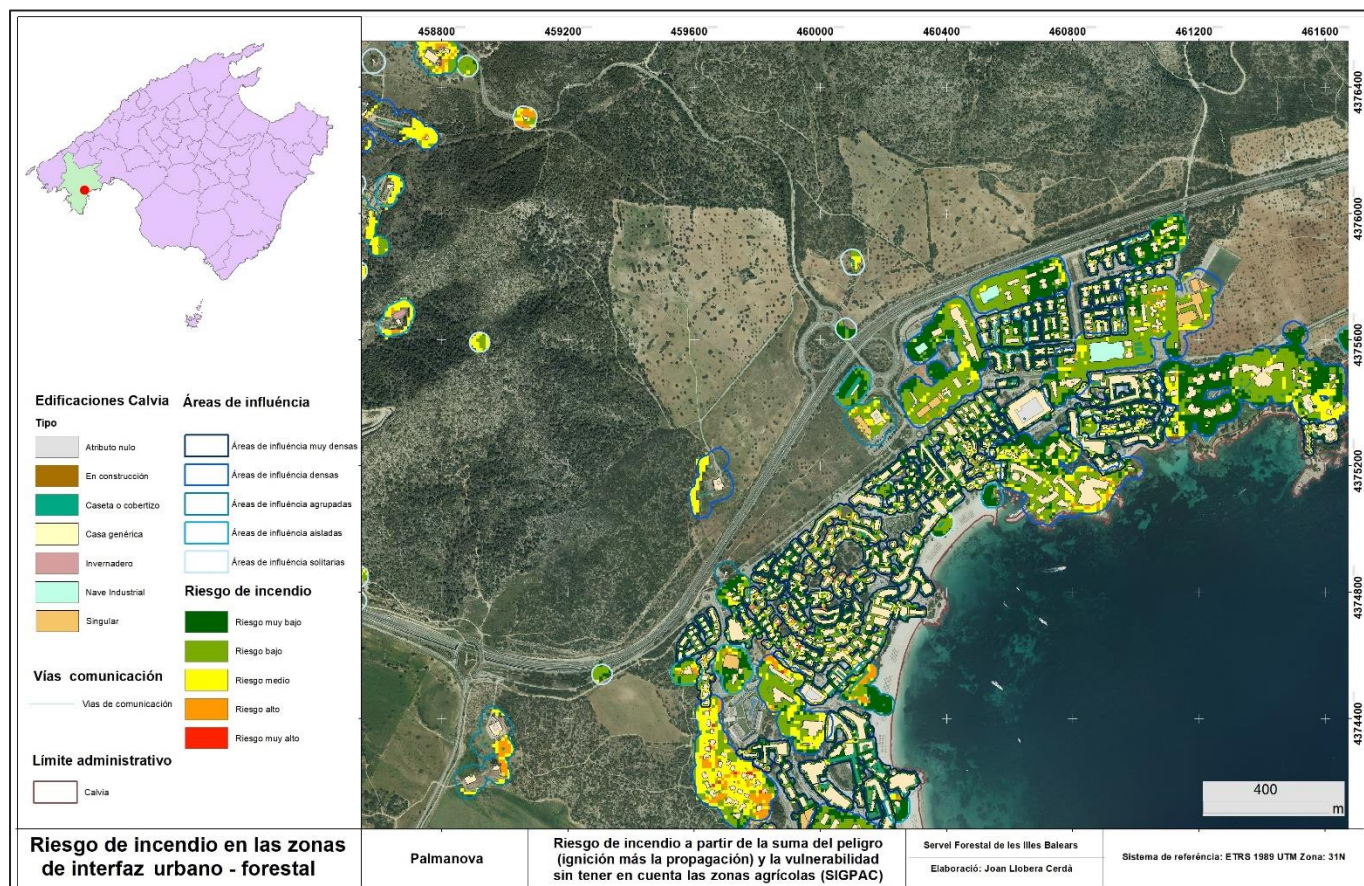


Figura 166. Riesgo de incendio en las zonas IUF de Palmanova.

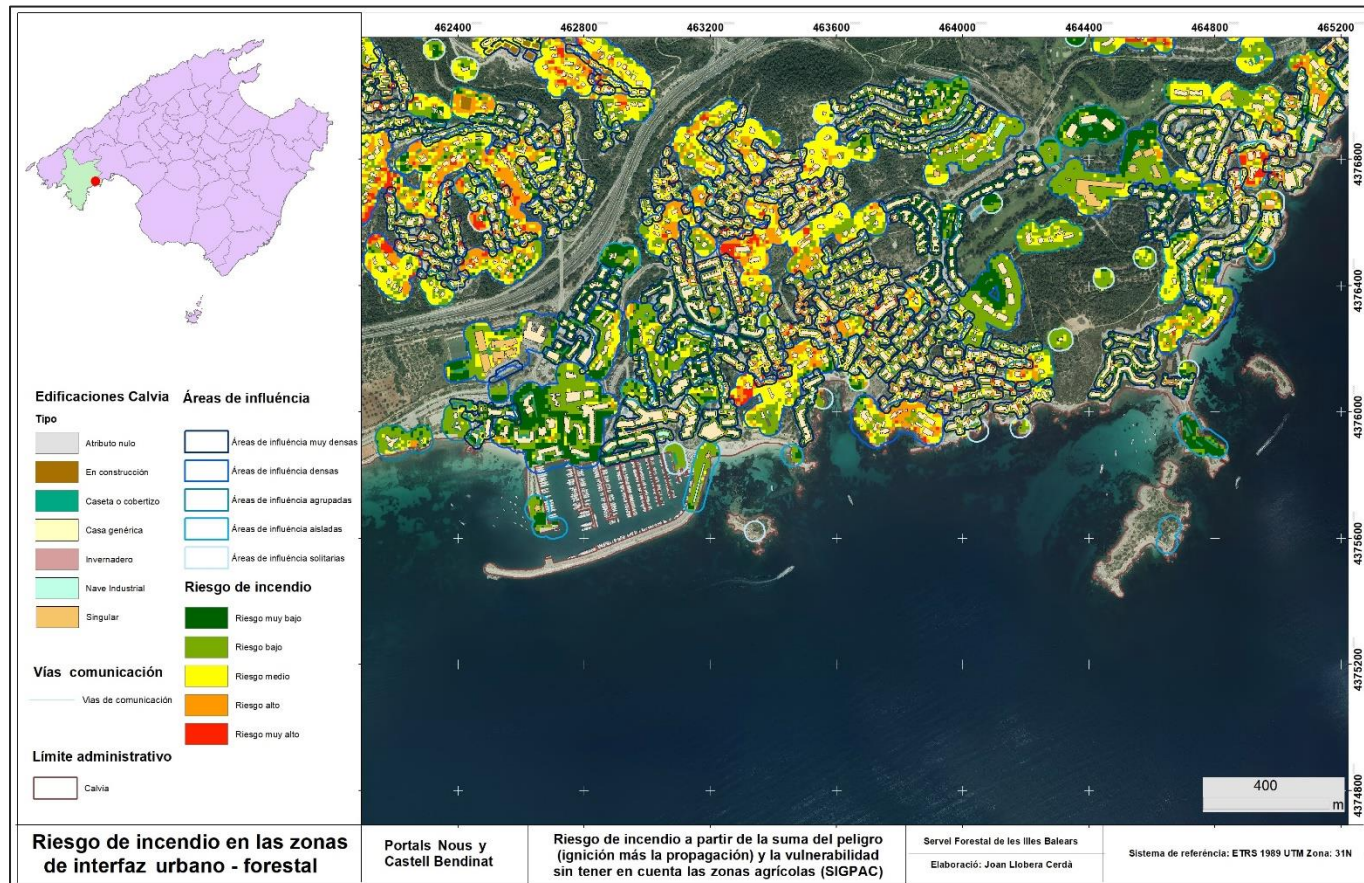


Figura 167. Riesgo de incendio en las zonas IUF en Portals Nous y Castell de Bendinat

Luego, inmediatamente al lado, aparecen Illetes y Cas Catala (Figura 168). Estas dos zonas también presentan una variedad en cuanto a los modelos de combustible variando el riesgo. En las zonas de costa hay alojamientos turísticos y ciertas instalaciones deportivas, monumentos e iglesias situados en topografía moderada incrementando el riesgo. La parte central, aparecen materiales combustibles de tipo 4 junto a otros modelos de tipo 2 y 5. Si se tiene en cuenta la FCC la mayoría de edificaciones están entre un 20% y un 60% predominantemente. A pesar de esto, muchas de estas edificaciones están en vías urbanas con muchos accesos en caso de incendio tratadas como zonas incombustibles.

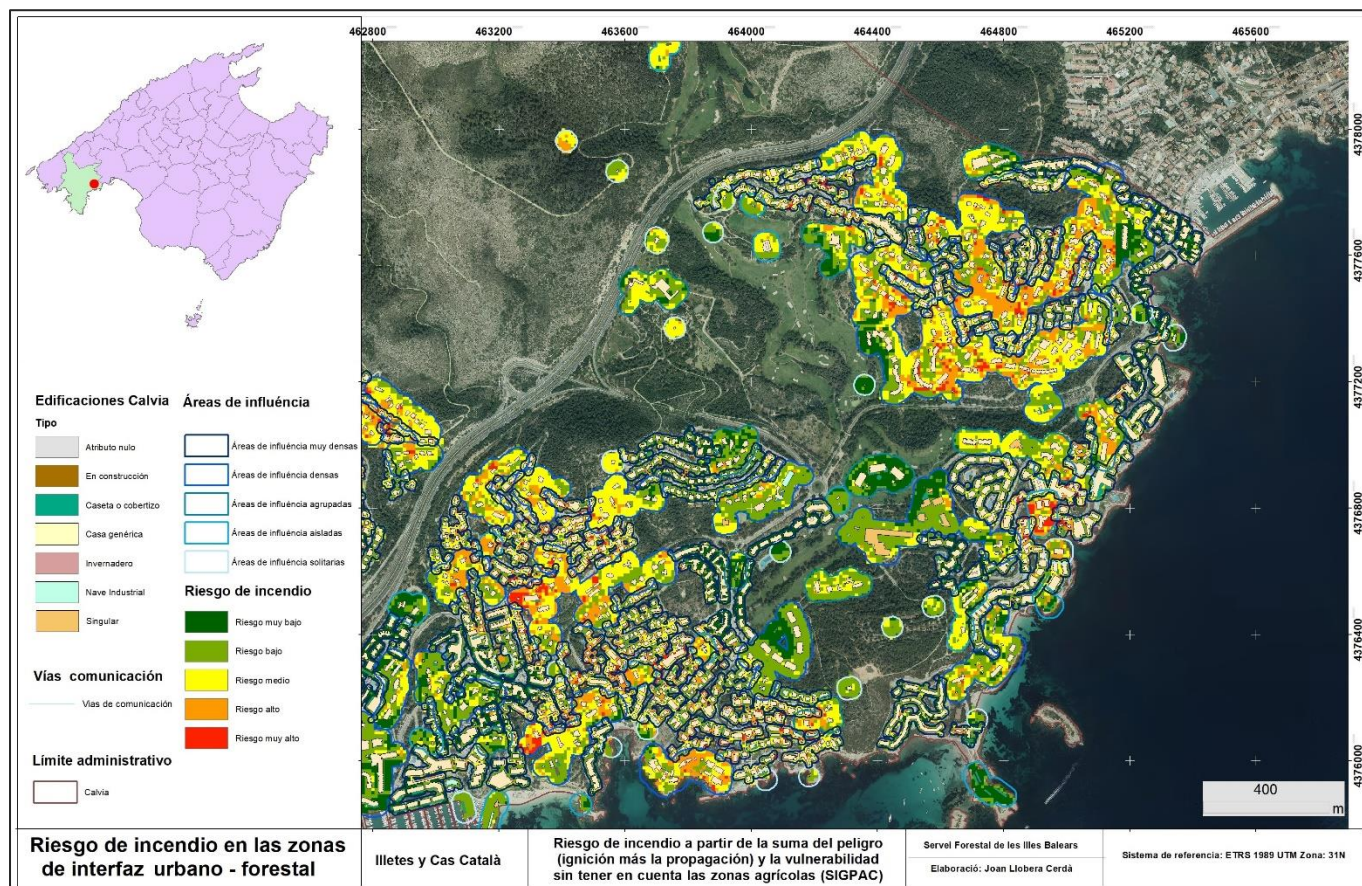


Figura 168. Riesgo de incendio en las zonas IUF de Illetes y Cas Català.

Esto es, un claro ejemplo de la evolución de las edificaciones en el territorio insular sobre las distintas masas forestales a su alrededor, la poca inversión de las administraciones pertinentes de limpiar las zonas comunes sobre todo de plantas invasoras que ocupan la superficie de manera exponencial. Además, en muchas ocasiones hay poca preocupación por el territorio deteriorando las zonas agrarias o las proximidades a las edificaciones sin ser conscientes de lo que le envuelta.

Adentrándose hacia la Sierra de Na Burguesa atravesando la autopista M-1 se encuentra Costa d'en Blanes, una de las zonas de Calvià con mayor riesgo (Figura 169). Como se puede apreciar, la gran mayoría está en riesgo medio hasta llegar al muy alto. No aparecen demasiadas zonas con riesgo bajo a diferencia de las anteriores figuras. Asimismo, se puede observar cómo el número de celdas con un riesgo muy alto ha disminuido frente al peligro por propagación. Es más, las edificaciones situadas en la periferia del cortafuegos su riesgo no es tan elevado bajando hasta el riesgo bajo. En la parte Oeste se observan ciertas edificaciones situadas bajo terreno incombustible. Dentro de costa d'en Blanes en la parte Oeste, la zona IUF densa tiene un riesgo muy alto dentro de los 30 m de radio.

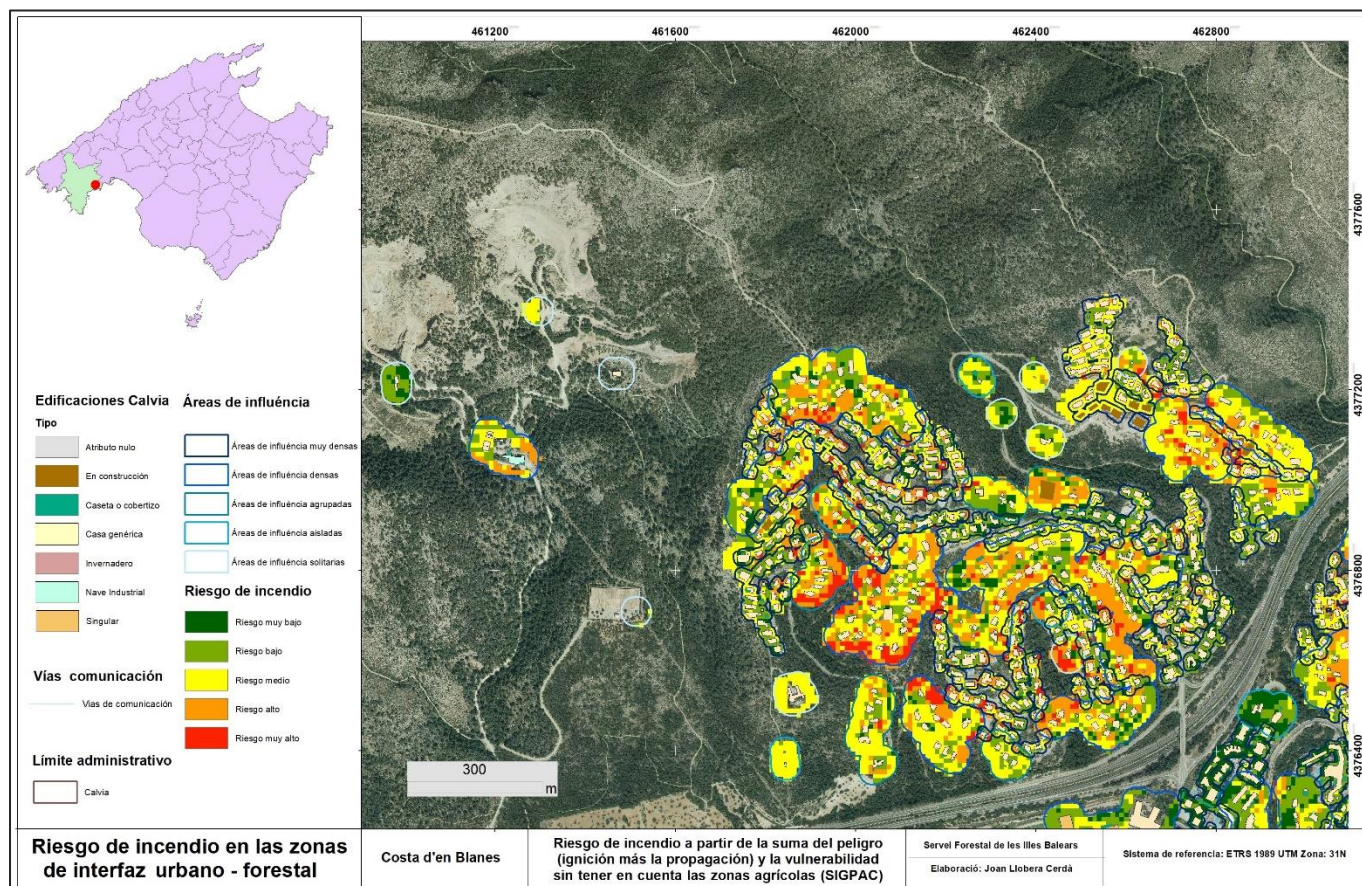


Figura 169. Riesgo de incendio en las zonas IUF de costa d'en Blanes.

Por otro lado, las causas por las que presentan este tipo de riesgo son principalmente por la orografía, es decir, por la edificación en terreno abrupto. Por otro lado, la mayoría de la FCC alrededor de las edificaciones se sitúa en torno al 20–60%, sin embargo, al tratarse de un radio de 30 m también coinciden la FCC superior al 60% agravando el riesgo. Es más, en las cercanías a las edificaciones aparecen explotaciones forestales y pasto con arbolados siendo grandes focos de ignición. También, en la parte Norte de la aglomeración se ha construido tendidos y cableados eléctricos de media tensión que, al producirse cualquier evento de meteorología adversa puede ser un detonante y originar un incendio. Luego, las edificaciones tienen distintas vías de acceso en caso de incendio. En primer lugar, dentro de la propia aglomeración hay de tipo urbanas. En cambio, para poder acceder allí se puede hacer por un vial encima de la autopista M-1 o a partir de caminos sin revestimiento.

Por último, todas estas edificaciones se tratan de edificios genéricos y una gran cantidad de viviendas turísticas lo que provoca el aumento del riesgo dadas las características en las que se encuentran. No obstante, se puede observar cómo en la parte Noreste, recientemente se están construyendo más edificaciones. Probablemente, la fecha en la que se cartografiaron las edificaciones y la elaboración de este trabajo ya estén construidas.

Lo que conviene destacar es la tala de toda la vegetación transformándolo en terreno incombustible con el fin de aprovechar al máximo el terreno edificable. Es decir, la solución no se basa en reducir la vegetación con el objetivo de poder edificar más y aumentar el riesgo en las zonas colindantes. Sin embargo, estos problemas de construcción o permisos de construcción sean más cuestión de otras temáticas de estudio (políticas de concienciación, constructoras, administraciones pertinentes, etc.) aunque resultaría muy útil que la gente viese la situación en la que se encuentran si decidieran vivir en esa zona. Por desgracia, la construcción en el territorio insular es hablar con otras palabras.

En las proximidades al valle de Calvià en la parte este del municipio aparece la Serra de na Burguesa donde hay una heterogeneidad en cuanto al riesgo (Figura 170). En la parte este en las proximidades a la sierra, la mayoría de las edificaciones presentan un riesgo significativo, sobre todo por la topografía severa, registrando material combustible con una alta inflamabilidad y propagación. De hecho, la mayoría de edificaciones están bajo superficies de FCC superior al 60%.

En cambio, en la zona este de la figura inferior, se puede apreciar como al situarse en la parte del valle la mayoría de edificaciones se convergen en superficie agrícola. No obstante, se puede apreciar como algunas edificaciones tienen cierto porcentaje de masa forestal con un riesgo de incendio alto. Por otro lado, las edificaciones localizadas más al norte, aparte de tener un riesgo elevado por la topografía (pendiente significativo y orientación norte predominante) se tratan de edificaciones donde la cantidad de cableados y tendidos eléctricos para dar luz a estas edificaciones más las otras son importantes.

Por último, estas edificaciones aparte de localizarse en las cercanías a explotaciones agrícolas muchas de ellas se tratan de edificaciones ubicadas en superficies forestales lo que hacen intensificar el riesgo, ya que mucho de los incendios que se han producido en el municipio de Calvià se sitúan sobre esta figura.

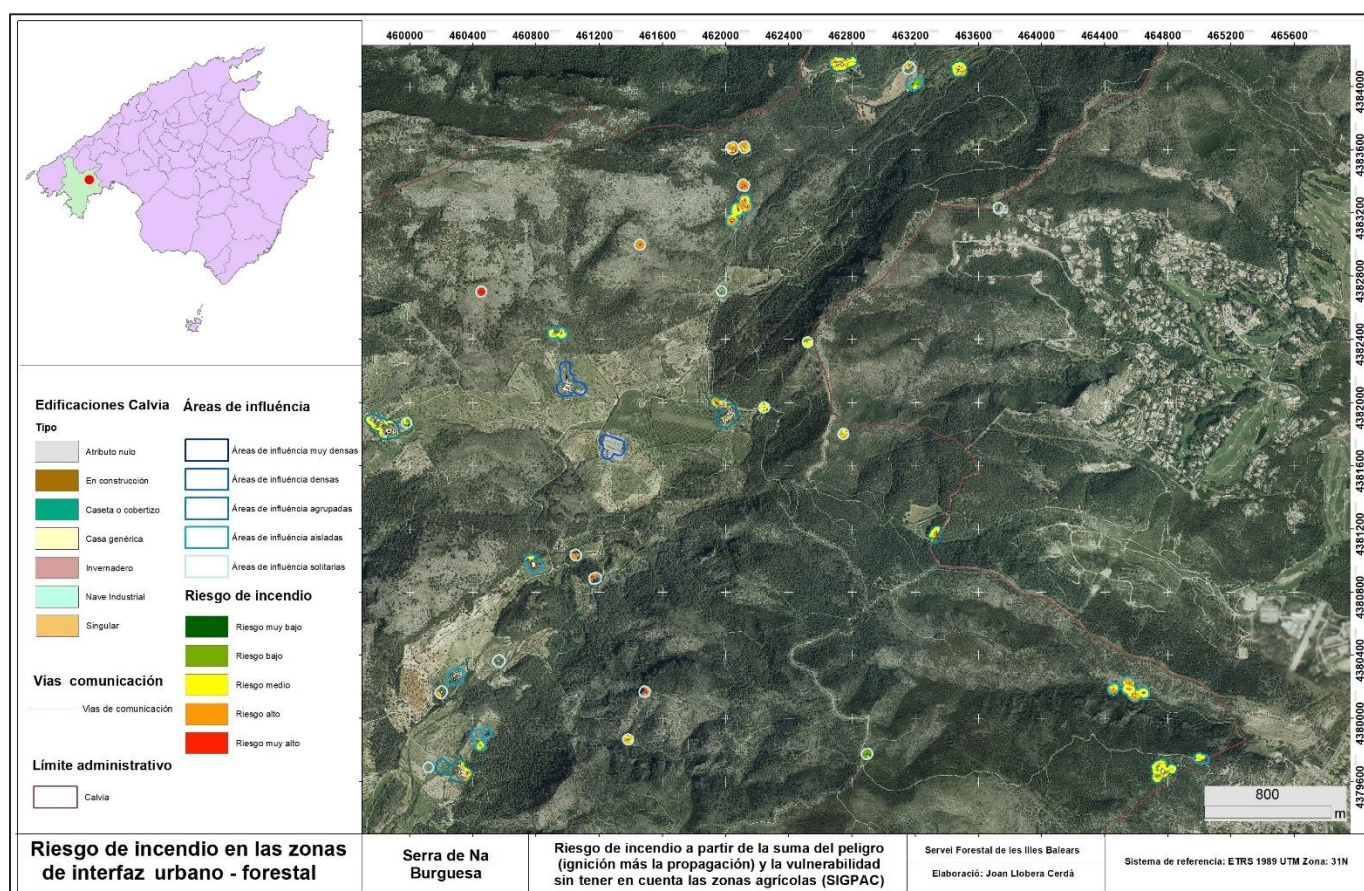


Figura 170. Riesgo de incendio en las zonas IUF de la Serra de na Burguesa.

Adentrándose en el valle del límite administrativo aparece el propio núcleo de Calvià junto a su periferia (Figuras 171 y 172). Es donde aparecen la mayoría de explotaciones agrícolas que desempeñan distintas actividades que pueden ser fuente o no de ignición. Por este motivo se puede observar en la parte inferior cómo la gran mayoría de edificaciones situadas en la periferia no presentan ningún tipo de riesgo, ya que es donde mayoritariamente son explotaciones agrícolas. Tan solo aparecen ciertas edificaciones dentro de las IUF las cuales están con cierto porcentaje de masa arbórea y que presentan riesgo. Sobre todo, se destaca por el tipo de modelo de combustible de tipo 4 en ciertas zonas con un FCC inferior al 20% y entre el 20% y 60%. A pesar de esto, el SIGPAC cataloga el uso que se desempeña sobre los cultivos.

No obstante, como ya se ha dicho, a día de hoy muchas de estas edificaciones ya no son consideradas como edificaciones para uso agrícola. Más bien son segundas residencias de las personas que viven en los núcleos urbanos o viviendas turísticas. Por eso, estas superficies agrícolas que no presentan ningún riesgo son abandonadas aumentando el material combustible y así el riesgo. Por otro lado, en el propio núcleo de Calvià la mayoría tiene riesgo bajo al tratarse de incombustible, solo aparecen con riesgo medio aquellas edificaciones consideradas como más vulnerables (instalaciones educativas, sanitarias o viviendas turísticas) y que tienen vegetación urbana a su alrededor.

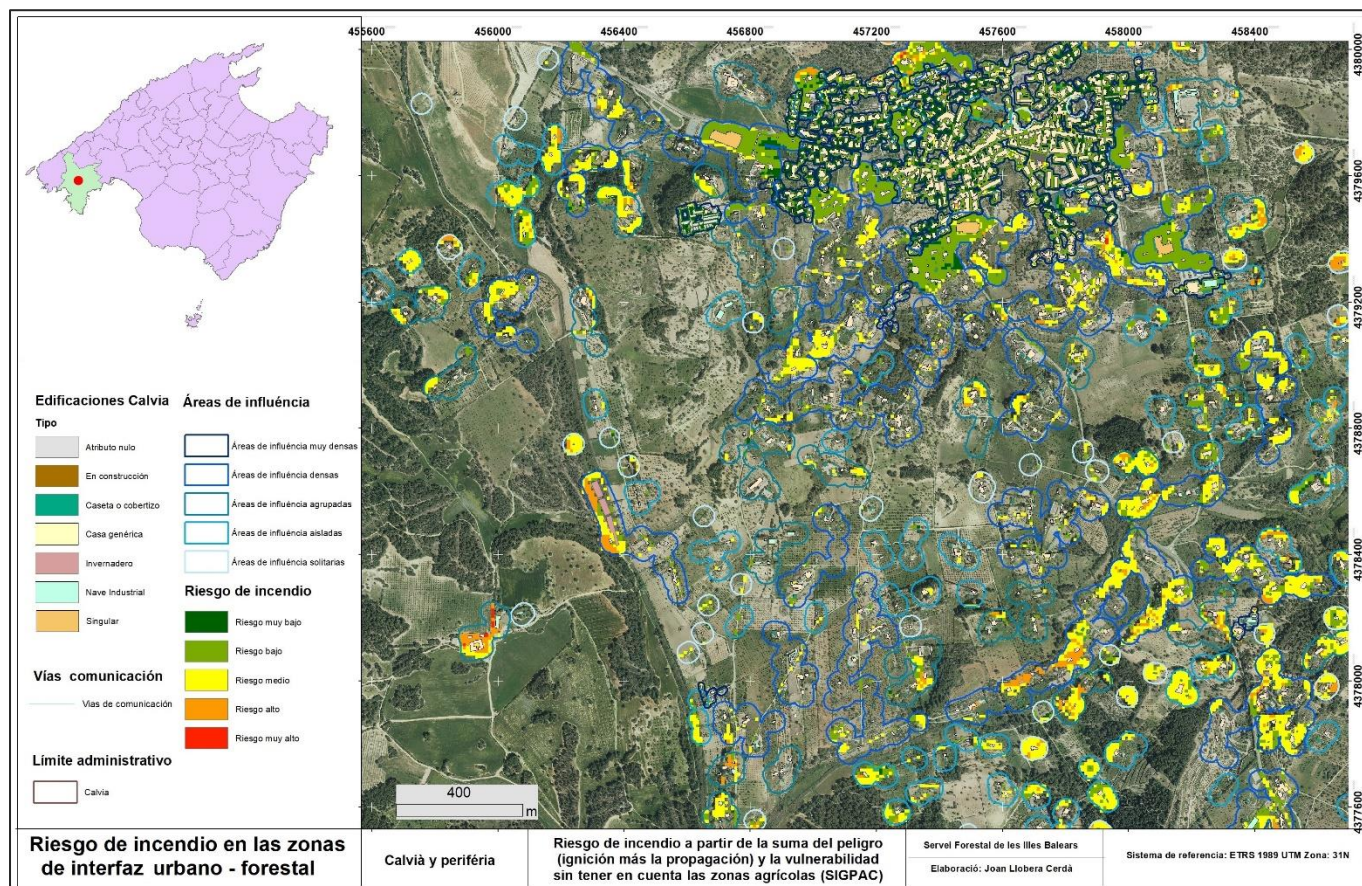


Figura 171. Riesgo de incendio en las zonas IUF de Calvià y su periferia

En cambio, en la Figura 172 se puede observar cómo a medida que se aleja del núcleo urbano aumenta la masa forestal. En la parte central y Este son unas de las zonas donde las IUF aisladas y agrupadas principalmente tienen más riesgo. De hecho, su FCC es superior al 60% en las proximidades de las edificaciones situadas en la parte de la Sierra. En las demás zonas de la parte central con un riesgo medio su FCC es entre el 20% y 60%. Además, a pesar que estas zonas posiblemente sean edificaciones de explotaciones agrícolas, a día de hoy, muchas de estas se tratan de viviendas turísticas por lo que sería útil advertir a cada una de ellas para la posible prevención. Es decir, esa reconversión de IUF a IAUF sería útil en términos de prevención. Sin embargo, realizar este tipo de cambios implicaría una inversión elevada por parte de la administración ya que debería haber bastantes cambios en los usos del suelo. Una posible solución sería tratar este tema con catastro y con el propietario/os de la edificación y modificarlo. Por desgracia, la evolución de los usos de la edificación en el territorio insular es casi diario, lo que implicaría cambios constantes en la cartografía.

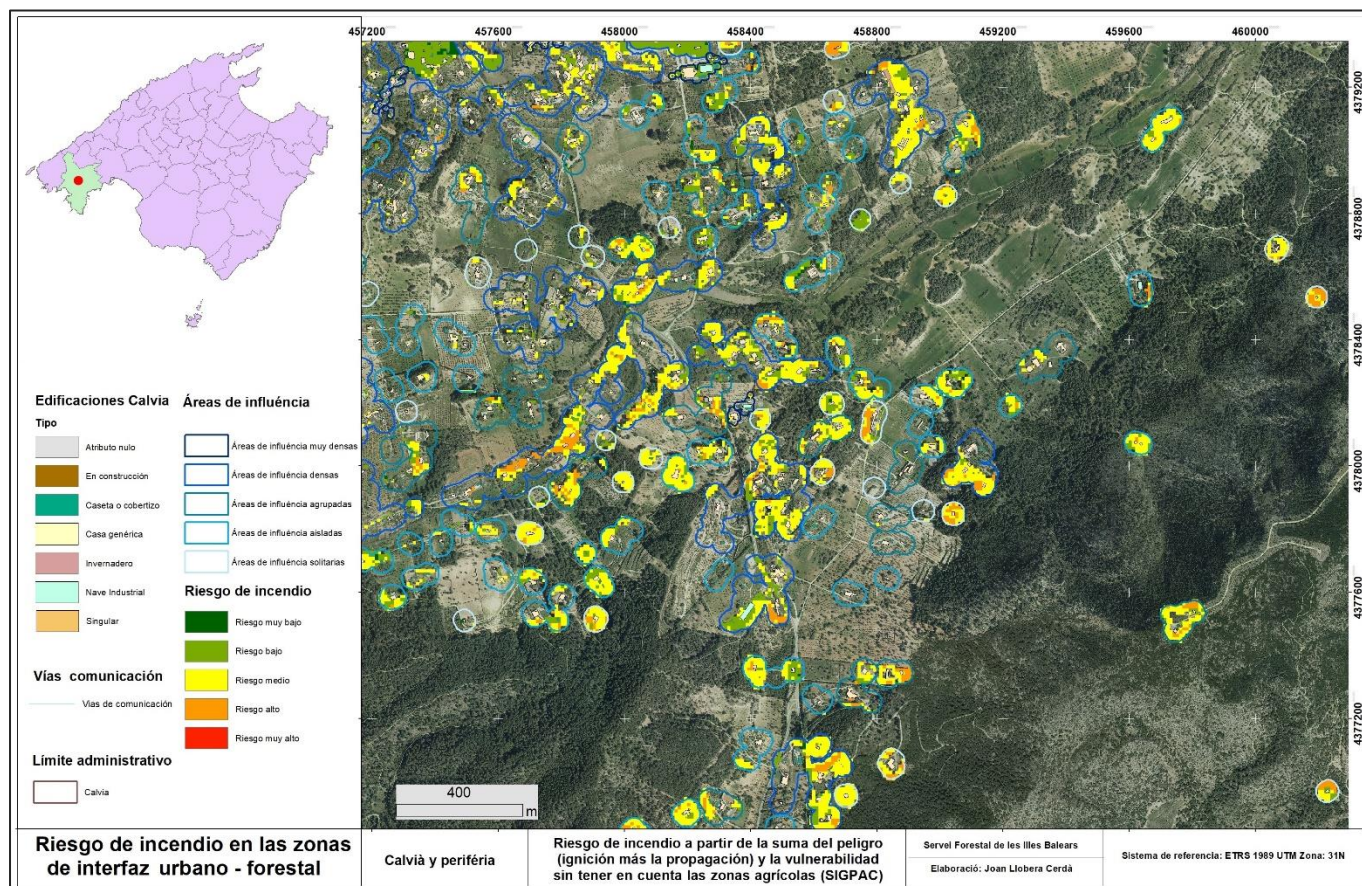


Figura 172. Riesgo de incendio en las zonas IUF en la periferia de Calvià

Por último, en la parte Norte se sitúa el núcleo de Son Font (Figura 173). La mayoría de zonas IUF tienen un riesgo medio, alrededor de las áreas de influencia ya que en su interior hay pequeñas parcelas agrícolas. De forma paralela, en la parte Sureste aparecen IUF agrupadas con un riesgo bajo con ciertas zonas sin riesgo a consecuencia de las explotaciones agrícolas a su alrededor y porque son consideradas zonas incombustibles.

En términos de modelos de combustible, en Son Font convergen una gran cantidad de modelos, donde principalmente aparecen el de tipo 4 y 7, seguido del 5 en el Este. Además, la FCC del IFN3 se caracteriza entre el 20% y 60%. No obstante, en el IFN4 ha aumentado hasta un porcentaje superior al 60% intensificando el riesgo. Probablemente, por el abandono de las tierras agrícolas y la tala controlada al situarse en zonas protegidas.

Por otro lado, Son Font está catalogada como AAPI tratándose de una zona vulnerable en aspectos ambientales. Asimismo, en dicha zona la topografía es severa intensificando el riesgo, donde solo se puede acceder por vías convencionales en caso de evacuación. En cuanto a las edificaciones aisladas situadas en la parte Noreste presentan un riesgo muy elevado a causa de las explotaciones forestales como foco de ignición donde se le añade explotaciones ganaderas.

Es más, sobre estas edificaciones, sobre todo la edificación solitaria con riesgo muy alto son zonas ANEI con material muy combustible. A pesar de esto, esta edificación, observando su estado está abandonada, por lo cual el riesgo se reduce. Finalmente, las edificaciones situadas en las proximidades a la parte Norte de Calvià, las edificaciones aisladas tienen riesgo medio sobre todo por la topografía severa con predominancia de orientación Oeste.

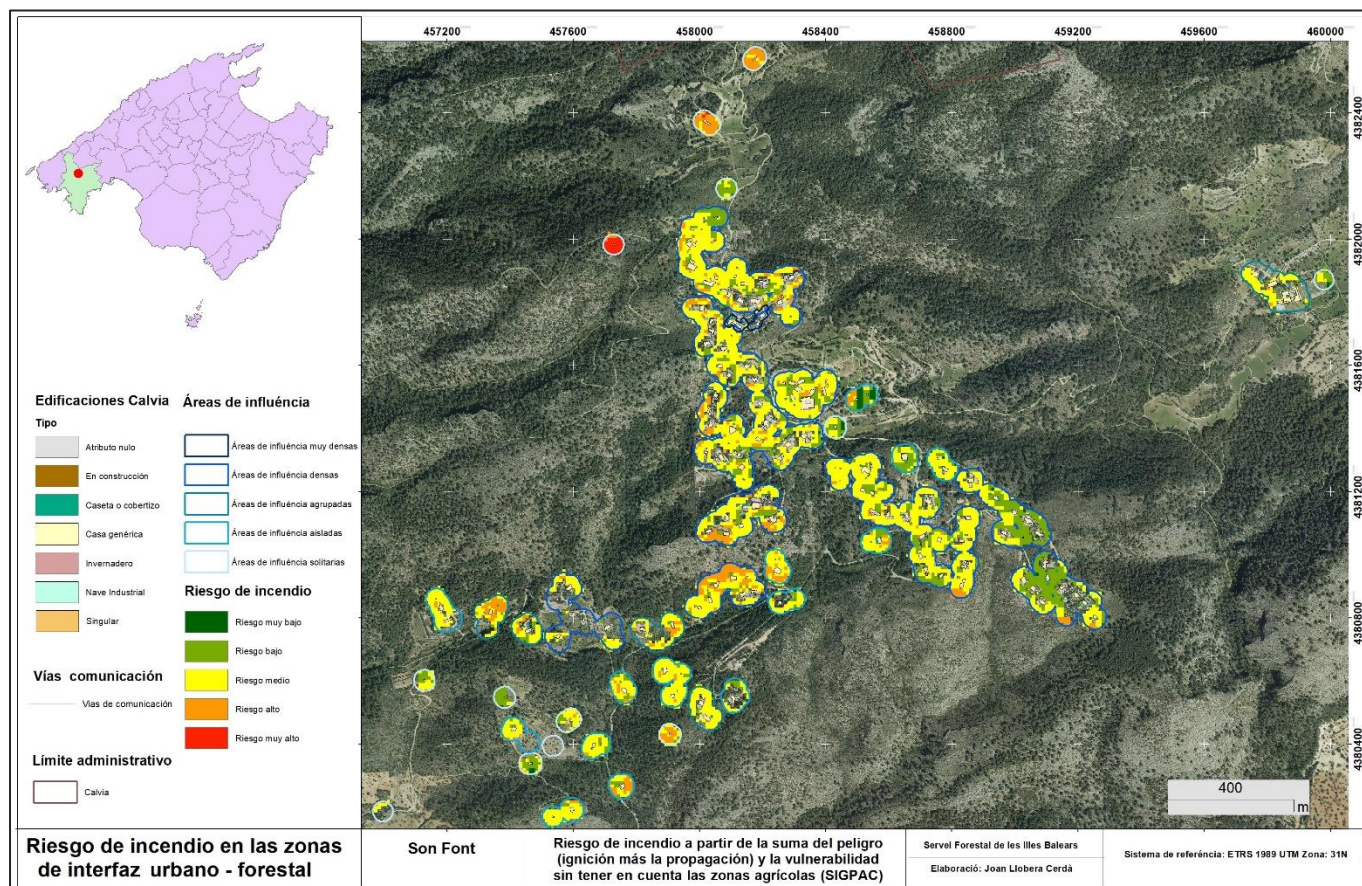


Figura 173. Riesgo de incendio en las zonas IUF de son Font.

Teniendo en cuenta la superficie que ocupa cada categoría del riesgo en las distintas zonas IUF cabe decir que, a modo genérico, las IUF solitarias son las que generalmente tienen mayor riesgo frente a las demás, sobre todo por los distintos focos de ignición y propagación mencionados anteriormente y la vulnerabilidad o daño potencial que suponen estas edificaciones, las cuales se sitúan mayoritariamente en topografía abrupta (figura 174).

Como se puede observar en la Figura inferior, hay ciertas edificaciones o más bien zonas IUF que aparecen en el riesgo agro urbano–forestal. Sobre todo, en la parte de Costa d'en Blanes, Portals Vells y Costa de la Calma. Por otro lado, en la parte Este se puede comprobar cómo hay una gran cantidad de zonas IUF aisladas y solitarias con un riesgo elevado. El resto de zonas con riesgo alto se ubican en las proximidades a la Serra de Na Burguesa y en la zona de Cap de Figuera la cual se corresponde a una zona LIC y ZEPA.

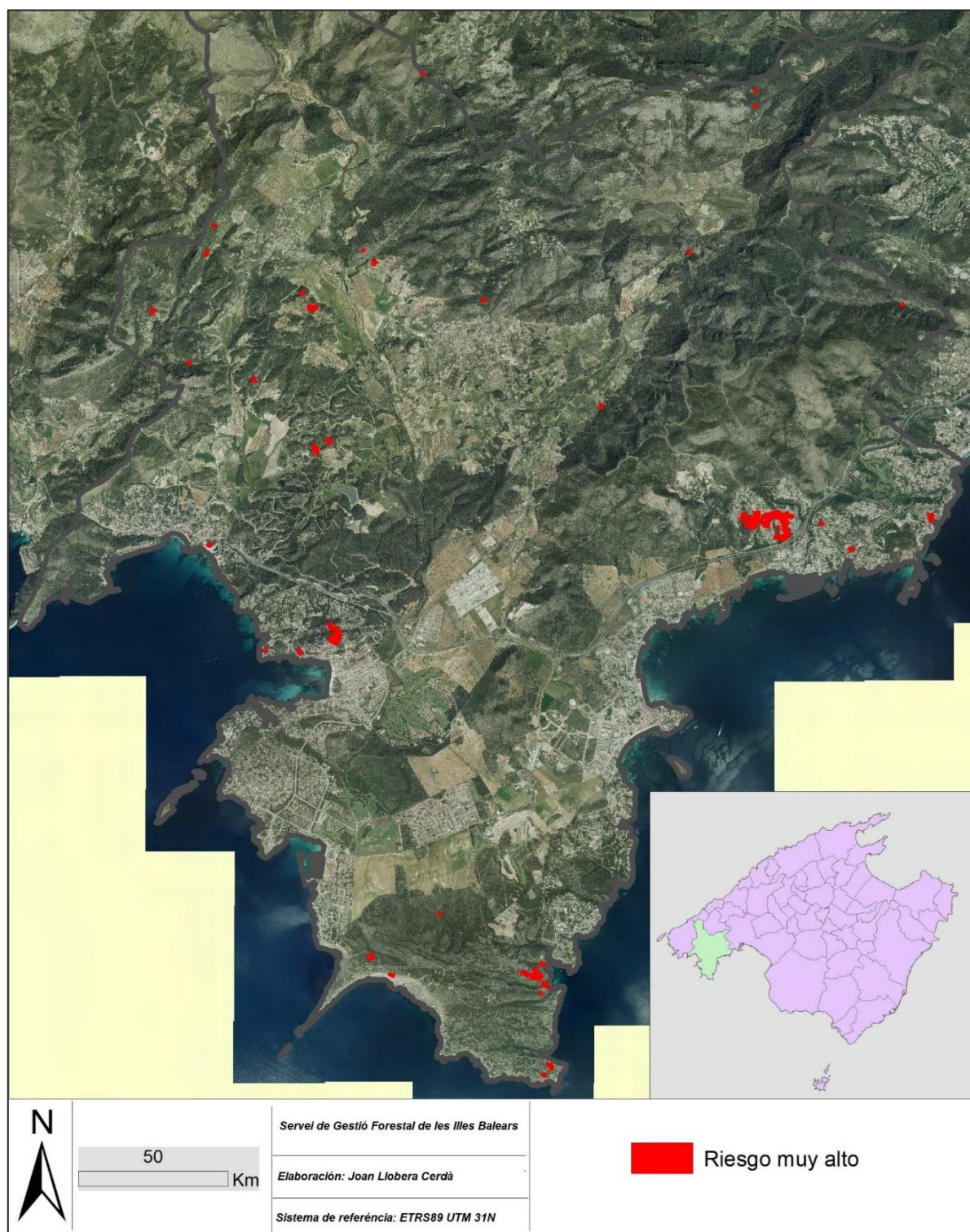


Figura 174. Agrupación de edificaciones en Calvià con riesgo de incendio elevado en zonas IUF.

Analizando cada tipo de zona, en primer lugar, las IUF muy densas tienen el porcentaje de superficie con riesgo muy bajo alcanzado un 38% y el bajo en 40% (Figura 175). Conviene decir que, el porcentaje se ha reducido frente a las zonas IAUF. En otras palabras, teniendo en cuenta los 7,5 m se presupone que aparece material incombustible o no aparecen focos de ignición que puedan suponer un riesgo. Es decir, el riesgo muy bajo puede estar asociado posiblemente a explotaciones agrícolas con un peligro por propagación o ignición bajo. Esto supone que, a pesar de considerarse estas zonas como grandes aglomeraciones urbanas, aparecen edificaciones que convergen con superficies agrarias a su alrededor. A pesar de esto, ciertas zonas muy densas analizadas se ubican en zonas con riesgo elevado, localizadas en zonas de topografía severa, con materiales combustibles y con instalaciones muy vulnerables. Respecto a las zonas IUF densas también sufren la misma situación.

No obstante, en estas zonas aumentan las zonas con un riesgo bajo muy bajo frente a las zonas IAUF, manteniéndose un riesgo elevado del 6,73%, un 5 por ciento inferior a las IAUF. Además, el riesgo muy alto tan solo ha disminuido un 0,20%, por este motivo se ha observado cómo mayoritariamente el riesgo es predominantemente bajo seguido de medio.

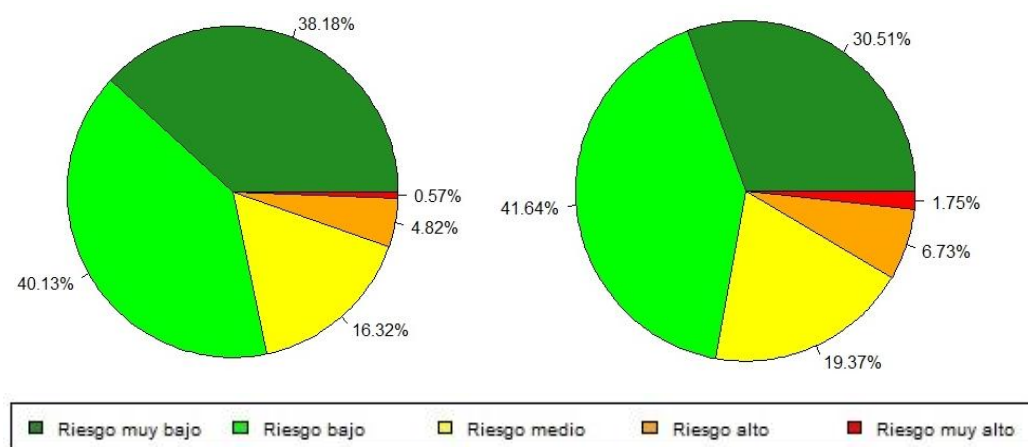


Figura 175. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF muy densas (izquierda) y en las zonas densas (derecha).

En las zonas IUF agrupadas, sufren una disminución a consecuencia de las edificaciones situadas en las proximidades a las explotaciones agrícolas. Por este motivo, el porcentaje disminuye frente a las zonas IAUF y sobre todo presentan menor riesgo que las IUF densas ya que se reduce la superficie marcando solamente las masas forestales. No obstante, el riesgo a tener en cuenta se sitúa en un 7% y el mantenimiento en aquellas zonas con un riesgo medio (Figura 176).

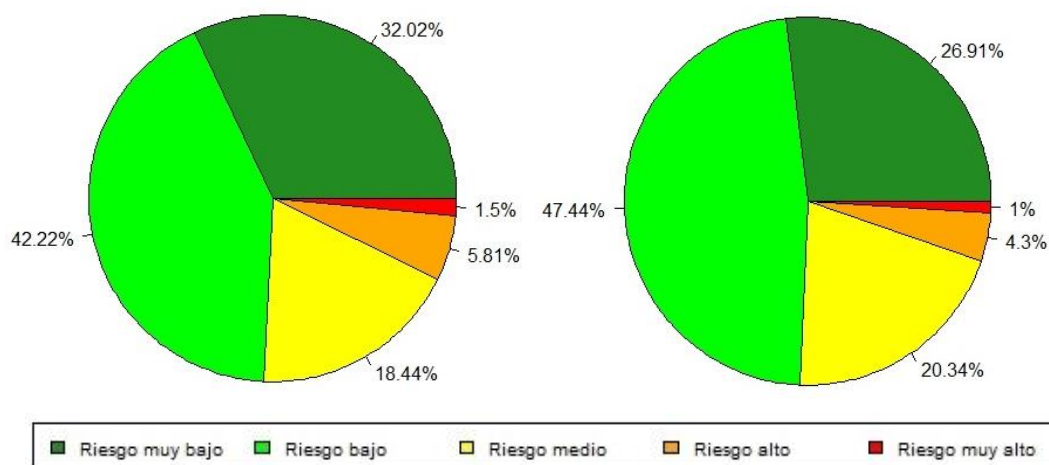


Figura 176 Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF agrupadas (izquierda) y en las zonas aisladas (derecha).

En las zonas IUF aisladas sigue manteniéndose un elevado porcentaje de riesgo bajo con un 47%, llegando casi a la mitad del total. Sin embargo, muchas de estas edificaciones ya se localizan en las proximidades a grandes masas forestales y en zonas de topografía severa lo que hace incrementar el riesgo hasta llegar a un 25% del total si se tiene en cuenta el riesgo medio. Por último, las IUF solitarias han reducido el riesgo medio en torno a un 20% frente a las IAUF, aumentando así el riesgo bajo. A pesar de esto, se tratan de las edificaciones que confluyen con más masas forestales.

Por este motivo, se tratan de las IUF con mayor riesgo de incendio con un total del 31% frente al resto de las zonas, con un riesgo muy alto del 2,43 y un 6,56, intensificando así las zonas que requieren de mayores acciones de prevención a largo plazo sobre los incendios forestales (Figura 177).

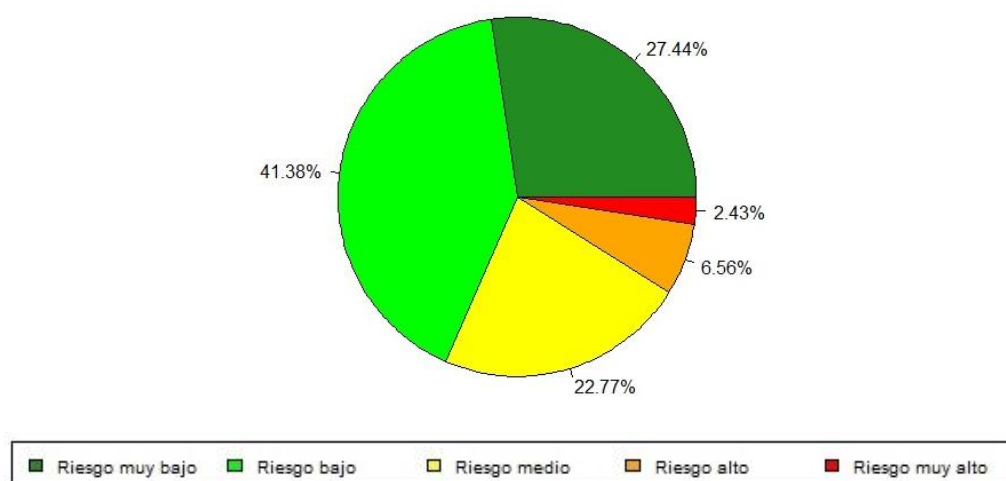


Figura 177. Distribución espacial del riesgo de incendio en las zonas IUF solitarias.

6.5. Planes de prevención y retos para el futuro

El IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales y la información registrada por el IFN3 y el IFN4 constatan que, en las últimas décadas, en el archipiélago balear se está produciendo un incremento exponencial de la superficie forestal. El número de árboles y la biomasa de árboles adultos ha aumentado hasta alcanzar los 9 millones de m³, con un crecimiento anual de casi un cuarto de millón de m³ (IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales, 2013). Paralelamente, tan solo se tala una media anual de 7.500 m³, es decir, un porcentaje muy insignificante comparándolo con el crecimiento de madera en volumen. Si a todo esto se suma el arbolado joven, la vegetación que se regenera y los matorrales, se explica claramente el incremento del material combustible, que se va acumulando año tras año, aumentando considerablemente el riesgo de incendio.

Con frecuencia, el Servicio Forestal, junto a las administraciones competentes, promueve la implantación y la ejecución de planes locales de prevención y autoprotección frente a incendios forestales en entornos de IUF con el fin de prevenir daños y garantizar una defensa eficaz en caso de incendio (Font et al., 2016). Asimismo, también se llevan a cabo acciones en zonas de IAUF para que los agricultores con sus respectivas actividades adquieran conciencia del problema, por ejemplo, en el correcto manejo de la maquinaria agrícola, y todo ello al tiempo que se establecen controles en relación con las quemas en zonas agrícolas. Muchos de los planes encuentran su justificación última en el hecho de que el riesgo de ignición y propagación de grandes incendios forestales en las Baleares es uno de los principales problemas planteados en el territorio (Domenech, 2015). Las principales causas son sus condiciones climáticas, las características orográficas, el abandono de las zonas agrarias que, como consecuencia, provoca un incremento de las masas forestales, y, sobre todo, la fuerte presencia de personas, especialmente durante la temporada estival. Las pautas sociales actuales han cambiado y existe una mayor demanda de terrenos forestales, que son considerados como espacios para segundas residencias y, más aún, para uso lúdico-recreativo (Generalitat Valenciana, 2014).

Por todo ello, se está produciendo un incremento masivo de la superficie de IUF. Aunque se haya recalcado la implantación y ejecución de planes forestales, hay una carencia de normativas recientes para prevenir los incendios en este tipo de zonas, con una insuficiente concienciación social, aumentando así el riesgo. En este sentido, una de las prioridades más elementales en la gestión forestal es la seguridad de las personas y la protección de sus bienes.

Es por esto que, dado el nivel de riesgo que suponen gran parte de las edificaciones dentro de las zonas de IUF en el municipio de Calvià y, en general, en todo el territorio insular, es obvio que las actuaciones en estas zonas han de ocupar una parte importante de los planes y actuaciones de las distintas administraciones, involucrando también a los particulares con propiedades o actividades en la interfaz con el medio forestal. Una de las principales medidas de prevención de incendios en estas zonas está encaminada a la reducción del combustible con el fin de aminorar su continuidad horizontal y vertical. En especial, tratamientos silvícolas en las zonas de IUF donde predominan matorrales con mucha densidad (modelos 4, 6 y 7 principalmente), tal es el caso de las siguientes zonas (Figura 178, en anexo):

- Son Font.
- La parte Sur de Es Capdellà.
- En Costa de la Calma.
- La parte Noreste y Sureste de Peguera.
- En Portals Vells y Nous.
- En Illetes.
- En ciertas zonas de Santa Ponça.

En suma, en gran parte de las zonas costeras de Calvià proclives a la ignición y propagación de un incendio forestal a nivel de mesoescala (Figura 179 a la 200). Desbrozar o podar sería eficaz para propiciar la transformación hacia modelos de combustible de pastos bajos y hojarasca (modelos 1, 2 o 8 y 9), tendiendo así hacia modelos con baja propagación, protegiendo así las edificaciones y sus bienes o, aunque en menor medida, generando alimento para la ganadería. De este modo, muchas de estas medidas son para matorrales jóvenes que se pueden equiparar con los nobles. En otras palabras, se reduce la propagación o se evita que no se generalicen grandes poblaciones homogéneas de estos modelos, los cuales pueden ser susceptibles de riesgo de incendio.

Como se ha podido apreciar, son muchas las edificaciones que cuentan con materiales combustibles en las inmediaciones, con un peligro de propagación o de ignición significativo. Por lo tanto, es necesario realizar una franja perimetral de 30 m de anchura libre de vegetación arbustiva en aquellas zonas de peligro muy alto hasta el valor medio para que separe de forma permanente la zona edificada de la forestal, como se ha recalcado a lo largo del presente trabajo, siguiendo, por ejemplo, las indicaciones de Generalitat Valenciana (2014, Figura 201).

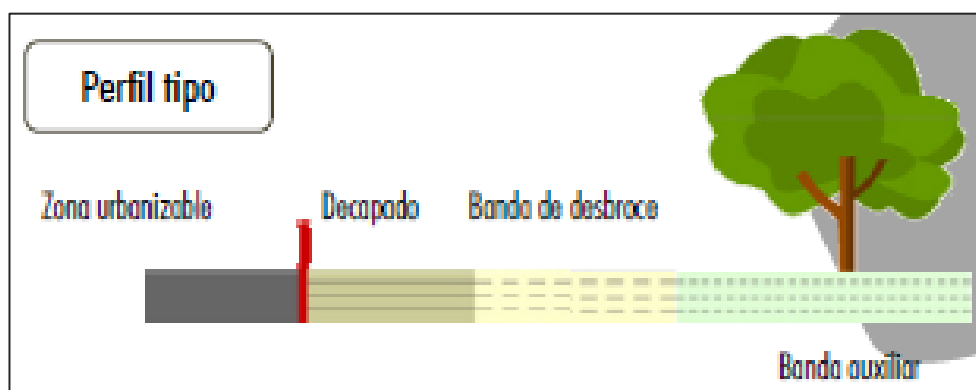


Figura 201. Perfil de desbroce alrededor de las edificaciones en las zonas IUF. Fuente: Guía metodológica de actuaciones de prevención, defensa y autoprotección en la IUF (Generalitat Valenciana, 2014).

Por desgracia, muchas de estas actuaciones en materia de control de la vegetación (tala o desbroce) son actividades que no se realizan, por su coste, por la falta de herramientas para poder efectuarlo o, incluso, por la poca importancia que se les da. Por este motivo, una posible alternativa sería recurrir a sanciones económicas por parte de las administraciones competentes, con el fin de facilitar a los servicios forestales la labor de prevención en las edificaciones.

Según su artículo 77, la Ley 3/2019 (BOE, 2019), en materia agraria, establece que aquellas edificaciones con un riesgo considerable tienen que ejecutar medidas de prevención de incendios forestales en la franja establecida de los 30 m. Por otro lado, los ayuntamientos, con el fin de preservar la seguridad de los núcleos de población, edificaciones o instalaciones que presentan un riesgo alto, podrán realizar subsidiariamente las actuaciones previstas para aminorar el riesgo. Además, toda realización requerirá un procedimiento administrativo con cada entidad propietaria o, debido a la delimitación de las zonas IUF, con el conjunto de entidades colectivas. Una vez haya transcurrido el plazo de actuación de forma voluntaria sin haberse realizado de manera satisfactoria, el ayuntamiento, asociación o Administración competente podrá realizarlo y el coste repercutirá sobre los propietarios. Por otra parte, si el ayuntamiento o asociación no quiere realizarlo pueden contratar los servicios a externos para llevar a cabo el mantenimiento, sobre todo a los servicios forestales así la colaboración es por parte de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.

A pesar de esto, como se ha ido viendo a lo largo de este trabajo un importante número de edificaciones en el territorio insular convive con grandes masas forestales localizadas en territorios protegidos. Además, la expectativa de las edificaciones es convivir con la “naturaleza” o cerca de explotaciones agrícolas que también son consideradas focos de ignición. Es decir, el hecho de reducir permanentemente la vegetación alrededor de las edificaciones, sobre todo en las zonas densas, muy densas y, en cierto modo, en las agrupadas, hace que se reduzca significativamente la superficie forestal en el territorio insular. Un tipo de gestión preventiva que podría aplicarse en estas zonas de IUF sería el que realizaba la Diputación de Barcelona ya en el año 2009:

- Eliminar los árboles más bajos para evitar la propagación hacia las copas, aunque se pueden dejar siempre y cuando haya un espaciado de 4 m.
- Mantener arboles podados, eliminar ramas secas, separar las copas del suelo y alejarlas de la edificación.
- Evitar, en la medida de lo posible, que las copas no se toquen ni se solapen, evitar el contacto directo de la vegetación con las construcciones. Una posible distancia mínima efectiva es de 3 m entre ramas y edificaciones.
- En las zonas improductivas, las parcelas que no están edificadas o las parcelas que están en construcción, controlar la vegetación, ya que la propagación se puede intensificar.
- Abstenerse de acumulaciones de resto de combustibles.

Todo ello reduce la vulnerabilidad de las viviendas y evita que las propias edificaciones sean focos de incendio, ya que, en ciertas zonas, las viviendas y las estructuras urbanas están, por lo general, escasamente dotadas de medios de protección contra incendios forestales, tanto pasivos como activos (Alcázar et al., 1998). Otra gran medida sería que, en aquellas zonas donde la periferia de las áreas de influencia en el radio de 30 m presente un riesgo de ignición o de propagación importante, se tale de tal forma que se forme un cortafuegos (Caballero, 2001).

Por otra parte, como se ha señalado anteriormente, la superficie forestal ha aumentado y, consecuentemente, el riesgo se ha intensificado en las zonas aisladas y solitarias. Por ese motivo, es de suma importancia realizar anillos protectores alrededor de ellas en aquellas zonas donde el peligro y el riesgo sean elevados. Es más, el acceso a las viviendas localizadas en las inmediaciones a masas forestales es generalmente muy difícil, como consecuencia, los efectivos contra incendios tardan más tiempo en acceder que en las aglomeraciones urbanas, lo que hacen incrementar el riesgo.

A todo esto, se tiene que añadir la problemática, observada en algunas zonas, de la existencia de un único vial para acceder, que es también la vía de escape en situación de incendio, y las condiciones en las que pueda encontrarse. El Servicio Forestal de las Islas Baleares exige que las vías en localizaciones de difícil acceso estén en condiciones óptimas en caso de incendio para poder acceder y con la tala de la vegetación alrededor de ella en unos 5 m aproximadamente.

Asimismo, la gente foránea (extranjeros inmigrantes y turistas) no suele tener la misma conciencia del peligro real que suponen los incendios forestales en la interfaz tanto en las áreas urbanas como las edificaciones aisladas o solitarias. Con frecuencia, muestran un comportamiento ciertamente descuidado al respecto; sin embargo, son los más vulnerables por la menor conciencia del problema. Administraciones públicas como la Generalitat Valenciana, la Junta de Andalucía o el Ayuntamiento de Altea (Alicante) han elaborado planes de sensibilización en prevención de riesgos para centrar sus esfuerzos en la intervención social a través de la comunicación, la educación, la formación, la participación e incluso con la mediación, impulsando la implicación de la sociedad en la conservación del medio.

A través de la delimitación de las distintas zonas de IUF realizada en este trabajo se puede contribuir a concienciar del riesgo a las personas que residen en las edificaciones o a quienes tienen la competencia sobre éstas y realizar las respectivas medidas de actuación. En todo caso, debe subrayarse que el modelado del riesgo en estas zonas es complejo, en gran medida porque son numerosos los agentes implicados en la gestión y en la prevención y de muy diversa naturaleza los sujetos afectados (vidas humanas, bienes materiales y monte). Por esto, la protección de las vidas humanas y sus bienes materiales prevalecen sobre la protección de los montes lo que condiciona todas las estrategias de defensa y los protocolos de actuación en caso de incendio (Galiana, 2012).

En definitiva, todas estas medidas están encaminadas a preparar a nivel de vivienda o área urbanizada, para poder actuar ante un posible incendio forestal. Así, cabe la posibilidad de reducir el impacto o la intensidad en el momento que se inicia o se propaga y de autoprotegerse. Finalmente, todas estas acciones también son útiles para una actuación más sencilla y eficaz de los medios forestales de defensa y extinción.

7. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto modelar el riesgo de incendio en las distintas zonas de IUF en el municipio piloto de Calvià a través de un método cualitativo y semicuantitativo con apoyo del criterio experto de un equipo multidisciplinar formado principalmente por geógrafos e ingenieros forestales. Los resultados obtenidos evidencian de manera satisfactoria aquellas edificaciones y áreas urbanizadas que presentan mayor riesgo de incendio; todo ello realizado con objeto de facilitar la adopción de las oportunas medidas de prevención a largo plazo. Por tanto, en términos generales, se concluye que gracias a la utilización de plataformas SIG se ha podido realizar un análisis espacial, basado en el modelado del riesgo, que posiblemente no hubiera generado resultados tan satisfactorios con otras técnicas.

En primer lugar, a partir de la normativa vigente en materia agraria y del código de la edificación, se ha establecido un nuevo criterio de zonas IUF y zonas IAUF que han servido de instrumento en la toma de decisiones al poner en evidencia el peligro y el riesgo cuando las edificaciones entran en contacto con las masas forestales y, en cierto modo, con las explotaciones agrícolas, en muchas ocasiones afectadas por el abandono. Es más, para llevar a cabo las respectivas medidas de autoprotección, gracias a la delimitación realizada, se facilita la coordinación entre las autoridades competentes y la población ocupante o propietaria de las edificaciones implicadas. Asimismo, el hecho de diferenciar entre estos dos tipos interfaces ha resultado útil a la hora de interpretar el territorio insular y el riesgo que suponen ante un evento como un incendio, ya que muchos estudios y autores tan solo mencionan las zonas IUF, siendo muchas veces las edificaciones en las superficies agrarias, que han sido transformadas para otro uso, las asociadas al riesgo de incendio.

En segundo lugar, la utilización de los modelos de combustible según la tipología de Rothermel y la cartografía de la vegetación urbana proporcionada por SITIBSA han servido de ayuda para analizar el peligro que suponen tanto para la ocurrencia como para la propagación. Además, el modelado de la topografía a partir de datos LiDAR del PNOA 2014 ha sido útil para obtener una resolución significativa en la topografía. Por otro lado, se ha observado cómo hay una gran cantidad de elementos que pueden ser foco de incendio que requieren una vigilancia o mantenimiento constante y la cantidad de elementos vulnerables ante un fenómeno como los incendios forestales. No obstante, hay que tener en cuenta los continuos cambios en el territorio, donde puede incrementarse el número de focos y elementos, por lo que es necesario una atención continuada.

Dicho así, es necesario fijar la atención sobre una serie de cuestiones como el control de los combustibles y los materiales inflamables en las proximidades a las edificaciones, los accesos, las medidas protección y adecuación de las edificaciones. La falta de información y de conocimiento sobre la materia, el abandono y el crecimiento exponencial de la vegetación, con un déficit de tratamientos silvícolas, hacen que las edificaciones sean muy vulnerables, incrementándose su nivel de riesgo. No en vano, las administraciones competentes son las primeras en realizar planes de sensibilización para concienciar a la población que habita en áreas de riesgo, aunque persista la resistencia a la adaptación.

En definitiva, el modelado del riesgo de incendio en las zonas IUF e IAUF mediante el uso de las tecnologías de la información geográfica se manifiesta como instrumento adecuado de prevención para determinar espacialmente aquellas edificaciones que necesitan ciertas medidas de prevención y de protección a largo plazo. Así, valorando la legislación vigente junto a la ayuda de políticas encaminadas a incidir en la percepción social, se interviene de forma más efectiva en la realidad que envuelve el territorio insular ante eventos como los incendios forestales.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Albini, F.A. (1976). Estimating wildfire behavior and effects. General Technical Report INT-30. Intermountain Forest And Range Experiment Station. USDA Forest Service. Ogden, Utah.
- Alcázar, J., García, C.V., Grauet, M., Pemán, J., Fernández, A. (1998). Human risk and fire danger estimation through multicriteria evaluation methods for forest fire prevention in Barcelona, Spain. En proc. De “3rd International Conference on Forest Fire Research”. ADAI., vol. 2, Luso (PT), noviembre, pp. 2379-2387.
- Alomar Garau, G. (2013). Las brisas marinas y su significación geográfica. El caso de Mallorca. SEMATA, Ciencias Sociales e Humanidades. Vol. 25, pp. 7 -28, ISSN: 1137 -9669.
- Artículo nº 8181 del 30 de noviembre de 2017. Diari Oficial de la Generalitat Valenciana.
- Badía, A., Mira Pou, N. (2007). Vulnerabilitat i percepció del risc d’incendi forestal en les zones d’interfase urbana forestal. El cost real de viure a les àrees d’interfase. VII Trobada d’estudiosos de Sant Llorenç del Munt i l’Obac. Sèrie Territori. Col·lecció Documents de Treball, Diputació de Barcelona, pp. 187-191.
- Benlloch Pérez, E., de Simón Bañón, E. (2017). Capitalización de la experiencia en los incendios de interfaz urbano-forestal. 7CFE01 – 420.
- Bodi, M.B., Cerdà A., Mataix-Solera, J., Doerr, S.H. (2012). A review of fire effects on vegetation and soil in the mediterranean basin. Boletín AGE, nº 58, pp. 439–441, ISSN: 0212–9426.
- BOE (2007). Ley 42/2007, del 13 de diciembre. BOE nº 299 del 14 de diciembre sobre el Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- BOE (2012). Ley 7/2012, de 28 de junio, BOE nº217 Sec I. pág. 63275 de montes de Galicia.
- BOE (2019). Ley 3/2019, de 31 de enero. BOIB nº18 de 9 febrero 2019, BOE nº 67 de 19 marzo 2019 en materia agraria de las Islas Baleares.
- BOIB (1991). Ley 1/1991, de 30 de enero. BOIB nº 31 del 9 de marzo, BOE nº 92 del 17 de abril sobre espacios naturales y de régimen urbanístico de las áreas de especial protección de las Islas Baleares.
- BOIB (2006). Real decreto 314/2006, del 17 de marzo. BOIB nº74 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- BOIB (2007). Decret 125/2007, de 5 d’octubre, BOIB nº153 sobre el cual se dictan las normas sobre el uso del fuego y se regula el ejercicio de determinadas actividades susceptibles de incrementar el riesgo de incendio forestal.
- BOIB (2015). Decreto 22/2015, de 17 de abril, por el que se aprueba el IV Plan General de Defensa contra Incendios Forestales de las Illes Balears (2015-2024). BOIB Núm. 056 – 18 abril 2015.
- Caballero, D. (2001). Particularidades del incendio forestal en el interfaz urbano. Caso del estudio de la comunidad de Madrid. Tecnoma. S.A. Ed: Ancora.
- Caballero, D. (2012). Determinación de las acciones locales de prevención urgentes en las zonas de interfaz urbano-forestal de los municipios de la Isla de Ibiza. Dirección General del Medio Natural, Sección de Incendios Forestales. Gobierno de las Islas Baleares.
- Caballero, D., Quesada, C. (2010). Caracterización del Riesgo por Incendio Forestal en la Interfaz Urbano-Forestal de la Comunidad Autónoma de Islas Baleares. Govern de les Illes Balears. Direcció General de Medi Forestal i Protecció d’Espècies.
- Caballero, D., Torres, L. (2012). Determinación de las acciones locales de prevención urgentes en las zonas de interfaz urbano-forestal de los municipios de la Isla de Ibiza. Madrid.

- Calviño-Cancela, M., Chas-Amil, M.L., García-Martínez, E., Touza, J. (2016). Wildfire risk associated with different vegetation types within and outside wildland-urban interfaces. *Forest Ecol. & Manag.* 372, pp. 1-9.
- Castillo, M., Julio, G., Quintilla, V. (2011). Vulnerabilidad y daño potencial ocasionado por incendios en áreas de interfaz urbano-forestal, provincia de Valparaíso. Chile Central. *Territorium* nº18, Revista da Associação Portuguesa de Riscos.
- Chas Amil, M.L., Touza, J., García Martínez, E D. (2013). Delimitación de la Interfaz Urbano-Forestal en Galicia: Análisis del riesgo de incendio. 6º Congreso Forestal Español. Montes, Servicios y Desarrollo Rural.
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martín, M. P., Vilar, L., Martínez, J., Martín, S., Ibarra, P., de la Riva, J. Baeza, J., Rodríguez, F., Molina, J. R., Herrera, M. A., Zamora, R. (2010). Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecological Modelling*. Vol. 221. Issue 1, pp 46-58
- Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M. Nieto, H., Martín, M.P., Vilar, L., Martínez, J., Padrón, D., Martín, S., Salas, J. (2007). Generación de un modelo de peligro de incendios forestales mediante SIG y Teledetección. *Teledetección – Hacia un mejor entendimiento de la dinámica global y regional*. Editorial Martin, ISBN: 978-987-543-126-3.
- Chuvieco, E., Salas, F.J. (1996). Mapping the spatial distribution of forest fire danger using GIS. *International Journal of Geographical Information systems*. 10 (3), pp. 333-345.
- Chuvieco, E., Salas, F.J., de la Riva, J., Pérez-Cabello, F, Lana-Renault, N. (2004). Métodos para la integración de variables de riesgo: el papel de los sistemas de información geográfica (SIG). En: Chuvieco, E., Martín, P. (Eds.), *Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales*. Colección de Estudios Ambientales y Socioeconómicos nº 4, CSIC, Madrid, 143-183.
- Cuarto Inventario Forestal Nacional – Illes Balears (2012). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Govern de les Illes Balears.
- De Vicente, J., López, F. (2012). Diseño de un modelo de riesgo integral de incendios forestales mediante técnicas multicriterio y su automatización en sistemas de información geográfica. Una aplicación en la Comunidad Valenciana. Tesis Doctoral. Universidad politécnica de Madrid.
- Domenech Agenjo (2015). Incendis forestals a les Illes Balears: 25 anys de dades estadístiques per a la defensa integrada i la conservació del patrimoni natural. *Llibre verd de protecció d'espècies a les Balears*, pp. 487-493, ISBN: 9788460687238.
- Font, M., Chauvin, S., Plana, E., Garcia, J., Gladiné, J., Serra, M. (2016). Los incendios forestales en la trama urbano-forestal. Elementos para el análisis de la vulnerabilidad de los municipios y viviendas al riesgo de incendio forestal. Proyecto eFIRECOM (DG ECHO 2014/PREV/13). Ediciones CTFC. 26 pp
- Frédérique, G., Claude, P., Gael, R. and Gavrill, X. (2006). EUFIRELAB: Euro-Mediterranean Wildland Fire Laboratory, a “89lim-less” Laboratory for Wildland Fire Sciences and Technologies in the Euro-Mediterranean Region. *Wildland-urban interfaces Management, complement to the state of the art*.
- Galiana Martin, L. (2012). Las interfaces urbano-forestales: Un nuevo territorio de riesgo en España. *Boletín AGE*. Nº58, pp. 205-226, ISSN: 0212-9426.
- Llobera Cerdà, J. (2017). Causes i factors en la propagació d'un incendi: el cas de l'incendi del Port de Pollença el 27 de desembre de 2017. Treball Final de Grau. Universitat de les Illes Balears.
- Mejía Quesada, C.E. (2017). Zonificación de riesgos de incendios forestales en la cuenca del río Coello en el departamento del Tolima. Trabajo final de grado. Universidad de Manizales.
- Meteogrid (2019). Memoria explicativa para la elaboración del mapa de combustible de las Islas Baleares. Código: INIB0163.

- Olaya, V. (2014). Sistemas de Información geográfica (SIG). Copyright 2014 Víctor Olaya.
- Pascual Simón, S, Caballero, D., Planelles González, R. (2017). Incendios de interfaz urbano–forestal en la Comunidad de Madrid. Clasificación a escala de trabajo operativo. 7º Congreso Forestal Español. Gestión del monte: servicios ambientales y bioeconomía. 7CFE01–437.
- Pérez Fariña, M.L. (2003). El turismo y sus impactos en las Islas Baleares. Publicado en AllBusiness.com, Julio.
- Rothermel, R.C. (1972). A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. Research paper INT-115. Intermountain Forest And Range Experiment Station. USDA Forest Service. Ogden, Utah.
- Ruiz Cejudo, J.A. (2012). Caracterización de la interfaz urbano–forestal para la prevención de incendios: D. F de Lliria y Foia de Bunyol (Valencia). Trabajo Final de Máster. Universidad Complutense de Madrid.
- Salas, F.J., Chuvieco, E. (1994). GIS applications to forest fire risk mapping Wildfire, 3, pp. 7-13.
- Salgado Fernández, L. (2016). Valoración del riesgo por incendio en el interfaz urbano–forestal. Trabajo Final de Máster. Universidad de Oviedo.
- Sancho Comins, J. (2001). Información geográfica como base para la toma de decisiones. El Campo, 138, pp. 3-22.
- Seguí Llinás, M (2006). El turismo a les Illes Balears (1950–2005). Editorial: Documenta Balear, pp. 64.
- Soldano, A. (2009). Conceptos sobre Riesgo. Síntesis temática realizada para el Foro Virtual de la RIMD creado para la Capacitación en Teledetección Aplicada a la Reducción del Riesgo por Inundaciones.
- Vargas-Sanabria, D., Campos-Vargas, C. (2018). Modelo de vulnerabilidad ante incendios forestales para el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. Laboratorio de Investigación e Innovación Tecnológica. Cuaderno de Investigación UNED.
- Vélez Muñoz, R. (1986). Incendios forestales y su relación con el medio rural. Estudios agro–sociales, 136, pp.195-224.

Páginas web consultadas

- Ayuntamiento de Altea (2017). Plan local de prevención de incendios forestales del término municipal de Altea (Alicante). Consultado el 22/08/2019 Fuente: <http://www.altea.es/wp-content/uploads/2017/02/4794.pdf>
- Ayuntamiento de Calvià (2013). Memoria del Avance. Modificación puntual del PGOU del municipio de Calvià. Consultado el 28/08/2019. Fuente: http://www.admonline.calvia.com/MODPGOU2011/MP10_2012_AVANCE_MEMORIA.pdf
- Centro internacional para la investigación del Fenómeno del Niño. Consultado 16/09/2019. Fuente: http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=84&Itemid=336&lang=es)
- Diputación de Barcelona (2009). La planificación de la prevención de los incendios forestales en la provincia de Barcelona. Consultado el 17/09/2019. Fuente: <https://www1.diba.cat/uliep/pdf/46139.pdf>
- Generalitat Valenciana (2007). Plan de prevención de incendios forestales en la demarcación de Polinyà del Xúquer. Guía para la planificación preventiva en interfaz urbano–forestal. Fuente: <http://www.seilaf.com/descarga-documentos/formacion/44->

- Generalitat Valenciana (2014). Guía Metodológica de Actuaciones de Prevención, Defensa y Autoprotección en la Interfaz Urbano-Forestal. Consultado el 1/10/2019. Fuente: <http://www.agroambient.gva.es/documents/162905929/162908876/Gu%C3%Ada+metodol%C3%B3gica+de+Actuaciones+de+Prevenci%C3%B3n%2C%20Defensa+y+Autoprotecci%C3%B3n+en+la+Interfaz+Urbana-Forestal+%286%2C8Mb%29/d24a0daf-d777-405b-8938-b4a54394831f>
- Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura, desenvolupament rural, emergència 91limàtica i transició ecològica. Consultado el 30/09/2019. Fuente: http://www.agroambient.gva.es/es/web/prevencion-de-incendios/novedades/-/asset_publisher/oqHsVIA4hPBY/content/plan-de-sensibilizacion-para-zonas-de-interfaz-urbano-forestal
- IBANAT (2018). Resum estadístic incendis forestals 2018. Consultado el 8/08/2019. Fuente: http://www.caib.es/sites/xarxaforestal/es/l/estadistica_de_incendios/?mcont=97660
- Junta de Andalucía. Normativa e interfaz urbano forestal. Consultado el 30/09/2019. Fuente: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/temas_ambientales/montes/prevencion_ext_inc/3_recursos_de%20sensibilizacion_y_comunicacion/10_material_divulgativo/5_triptico_pyrosudoe_castellano.pdf
- Junta de Andalucía. Necesidad de autoprotección frente a los incendios forestales. Consultado el 27/08/2019. Fuente: http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.fe9680dcc28654df47ead8205510e1ca/?vgnextoid=86606cfb459cd510VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnextchannel=c6bd81667c3ac510VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnextfmt=versionImprimible&lr=lang_es
- Manual contra incendios de los bomberos de Navarra. Consultado el 12/09/2019. Fuente: http://ceis.antiun.net/cursos/curso_online-incendios/resources/pantalla35-combustibles.pdf
- Manual de formación de incendios forestales para cuadrillas del Gobierno de Aragón. Consultado el 12/09/2019. Fuente: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MANUAL_INCENDIOS_CUADRILLAS.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98

9. ANEXO

Índice de tablas en Anexo

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación de los modelos de combustible en función del riesgo de ignición. | 93 |
| Tabla 2. Clasificación de las áreas de influencia de las edificaciones frente al peligro de ignición. | 93 |
| Tabla 3. Clasificación del tipo de edificación frente al peligro de ignición. | 93 |
| Tabla 4. Clasificación del tipo de vía frente al peligro de ignición. | 93 |
| Tabla 5. Clasificación de la distancia a las vías de comunicación frente al peligro de ignición. | 93 |
| Tabla 6. Clasificación de las vías de comunicación según la pendiente frente al peligro de ignición. | 94 |
| Tabla 7. Clasificación de las áreas de influencia del tendido eléctrico frente al peligro de ignición. | 94 |
| Tabla 8. Clasificación del tipo de cableado eléctrico frente al peligro de ignición. | 94 |
| Tabla 9. Clasificación de las explotaciones agrícolas frente al peligro de ignición. | 94 |
| Tabla 13. Clasificación de las Figuras LEN. | 94 |
| Tabla 14. Clasificación de las Figuras de Red Natura 2000. | 94 |
| Tabla 15. Clasificación del paraje y reserva natural. | 94 |
| Tabla 16. Clasificación de las áreas de influencia alrededor de las distintas instalaciones. | 94 |

Tabla 1. Clasificación de los modelos de combustible en función del riesgo de ignición.

| | | |
|---|----------|---|
| Modelo 0 → urbanizado | Baja | 0 |
| Modelo 1 → pastos bajos | Media | 5 |
| Modelo 2 → pastos fuertes con matorral | Alta | 5 |
| Modelo 4 → matorral o arbolado joven muy fuerte y denso | Muy alta | 4 |
| Modelo 5 → matorral denso y bajo | Media | 4 |
| Modelo 6 → matorral denso y alto | Alta | 4 |
| Modelo 7 → matorral alto inflamable, frecuentemente bajo arbolado | Alta | 4 |
| Modelo 8 → bosque limpio de hoja pequeña y compacta | Media | 3 |
| Modelo 9 → bosque limpio de hoja grande y esponjosa | Alta | 5 |

Tabla 2. Clasificación de las áreas de influencia de las edificaciones frente al peligro de ignición.

| | |
|--|---|
| Áreas de influencia o buffers edificaciones muy densas | 6 |
| Áreas de influencia o buffers edificaciones densas | 5 |
| Áreas de influencia o buffers edificaciones agrupadas | 4 |
| Áreas de influencia o buffers edificaciones aisladas | 3 |
| Áreas de influencia o buffers edificaciones solitarias | 2 |

Tabla 3. Clasificación del tipo de edificación frente al peligro de ignición.

| | |
|--------------------------|---|
| Edificio singular | 0 |
| Edificio en construcción | 2 |
| Invernadero | 0 |
| Edificio religioso | 0 |
| Nave o fabrica | 3 |
| Edificio genérico | 4 |
| Edificio en ruinas | 2 |
| Cobertizo, caseta, etc. | 2 |

Tabla 4. Clasificación del tipo de vía frente al peligro de ignición.

| | | |
|----------------------------|---|----------|
| Vía urbana | 1 | Muy bajo |
| Camino (sin revestimiento) | 4 | Alto |
| Carretera convencional | 3 | Medio |
| Senda | 5 | Muy alto |
| Autopista | 2 | Bajo |

Tabla 5. Clasificación de la distancia a las vías de comunicación frente al peligro de ignición.

| | | |
|------------|---|-------|
| 0 – 25m | 3 | Alto |
| 25 – 50 m | 2 | Medio |
| 50 – 100 m | 1 | Bajo |

Tabla 6. Clasificación de las vías de comunicación según la pendiente frente al peligro de ignición.

| PORCENTAJE | CATEGORIA | VALOR |
|-----------------|-----------|-------|
| 0% – 17,63% | Llano | 2 |
| 17,63% - 46,63% | Moderado | 3 |
| 46,63% - 100% | Severo | 4 |
| >100% | Abrupto | 5 |

Tabla 7. Clasificación de las áreas de influencia del tendido eléctrico frente al peligro de ignición.

| | | |
|-----------|---|------|
| 0 – 10 m | 4 | Alto |
| 10 – 50 m | 0 | Nulo |

Tabla 8. Clasificación del tipo de cableado eléctrico frente al peligro de ignición.

| | |
|---------------------------|---|
| Alta tensión aéreo | 3 |
| Media tensión aéreo | 4 |
| Alta tensión subterráneo | 0 |
| Media tensión subterráneo | 0 |

Tabla 9. Clasificación de las explotaciones agrícolas frente al peligro de ignición.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Pasto arbustivo | 5 |
| Frutos secos | 2 |
| Pasto con arbolado | 5 |
| Frutales | 1 |
| Tierras arables | 3 |
| Improductivos | 4 |
| Frutos secos y olivar | 2 |
| Olivar | 2 |
| Olivar y frutales | 2 |
| Viñedo | 1 |
| Cítricos | 1 |
| Pastizal | 5 |
| Invernaderos y cultivos bajo plástico | 0 |

Tabla 13. Clasificación de las Figuras LEN

| | |
|------|---|
| ANEI | 5 |
| ARIP | 4 |
| AAPI | 3 |

Tabla 14. Clasificación de las Figuras de Red Natura 2000

| | |
|------|---|
| LIC | 5 |
| ZEPA | 4 |

Tabla 15. Clasificación del paraje y reserva natural.

| | |
|--------------------------|---|
| Paraje natural | 3 |
| Reserva Natural Especial | 4 |

Tabla 16. Clasificación de las áreas de influencia alrededor de las instalaciones, edificaciones genéricas y ligeras.

| | |
|------------|---|
| 0 – 25 m | 4 |
| 25 – 50 m | 3 |
| 50 – 100 m | 2 |

Índice de figuras en Anexo

| | |
|--|-----|
| Figura 8. Cartografía –sin técnicas de teledetección– de los incendios ocurridos en Calvià (1992-2010). | 96 |
| Figura 9. Cartografía –mediante teledetección– de los incendios de >50 ha ocurridos en Calvià (1992-2010). | 97 |
| Figura 11. Diagrama de la información digital utilizada en el modelado del riesgo de incendio..... | 98 |
| Figura 12. Cableado y tendido eléctrico en el municipio de Calvià..... | 99 |
| Figura 13. Vías de comunicación en el municipio de Calvià | 100 |
| Figura 14. Equipamientos y servicios en Calvià | 101 |
| Figura 15. Dedicación del uso del suelo agrario y forestal en Calvià | 102 |
| Figura 16. Alojamientos y viviendas turísticas en Calvià..... | 103 |
| Figura 17. Figuras de protección según la LEN y Red Natura 2000 en Calvià | 104 |
| Figura 18. Cartografía de modelos de combustible según Rothermel en Calvià | 105 |
| Figura 19. Diagrama del modelado del riesgo de incendio y la delimitación de las zonas de IUF/IAUF. | 106 |
| Figura 26 a 43. Delimitación de las distintas zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià..... | 107 |
| Figura 46 a 67. Peligro de ignición en las zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià..... | 116 |
| Figura 69 a 90. Peligro de propagación en relación con la topografía en las distintas zonas de IUF/IAUF del municipio de Calvià. | 127 |
| Figura 147 a 168. Riesgo de incendio en las distintas zonas de IAUF del municipio de Calvià..... | 138 |
| Figura 178. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en el municipio de Calvià | 149 |
| Figura 179 a 200. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustibles en las distintas zonas IUF/IAUF del municipio de Calvià. | 150 |
| Diagrama 1. Model Builder para la delimitación de las zonas IUF/IAUF. | 161 |
| Diagrama 2. Model Builder para el cálculo de las variables relacionadas con la ignición.. | 162 |
| Diagrama 3. Model Builder para el cálculo del peligro de ignición. | 163 |
| Diagrama 4. Model Builder para el cálculo de las variables relacionadas con la propagación (topografía y modelos de combustible)..... | 164 |
| Diagrama 5. Model Builder para el cálculo del peligro por propagación. | 165 |
| Diagrama 6. Model Builder para el cálculo de las variables relacionadas con la vulnerabilidad. | 166 |
| Diagrama 7. Model Builder para el cálculo de la vulnerabilidad..... | 167 |
| Diagrama 8. Model Builder para el cálculo del riesgo de incendio..... | 168 |
| Diagrama 9. Model Builder para el cálculo del análisis del peligro. | 169 |
| Diagrama 10. Model Builder para el cálculo del análisis del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF..... | 170 |
| Diagrama 11. Model Builder para el cálculo del riesgo de incendio en las zonas IUF..... | 171 |
| Diagrama 12. Model Builder para el cálculo del análisis de las variables de la vegetación en las zonas de IUF..... | 172 |



Figura 8. Cartografía —sin técnicas de teledetección— de los incendios ocurridos en Calvià (1992-2010). Fuente: Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares



Figura 9. Cartografía –mediante teledetección– de los incendios de >50 ha ocurridos en Calvià (1992-2010).
Fuente: Servicio de Gestión Forestal de las Islas Baleares.

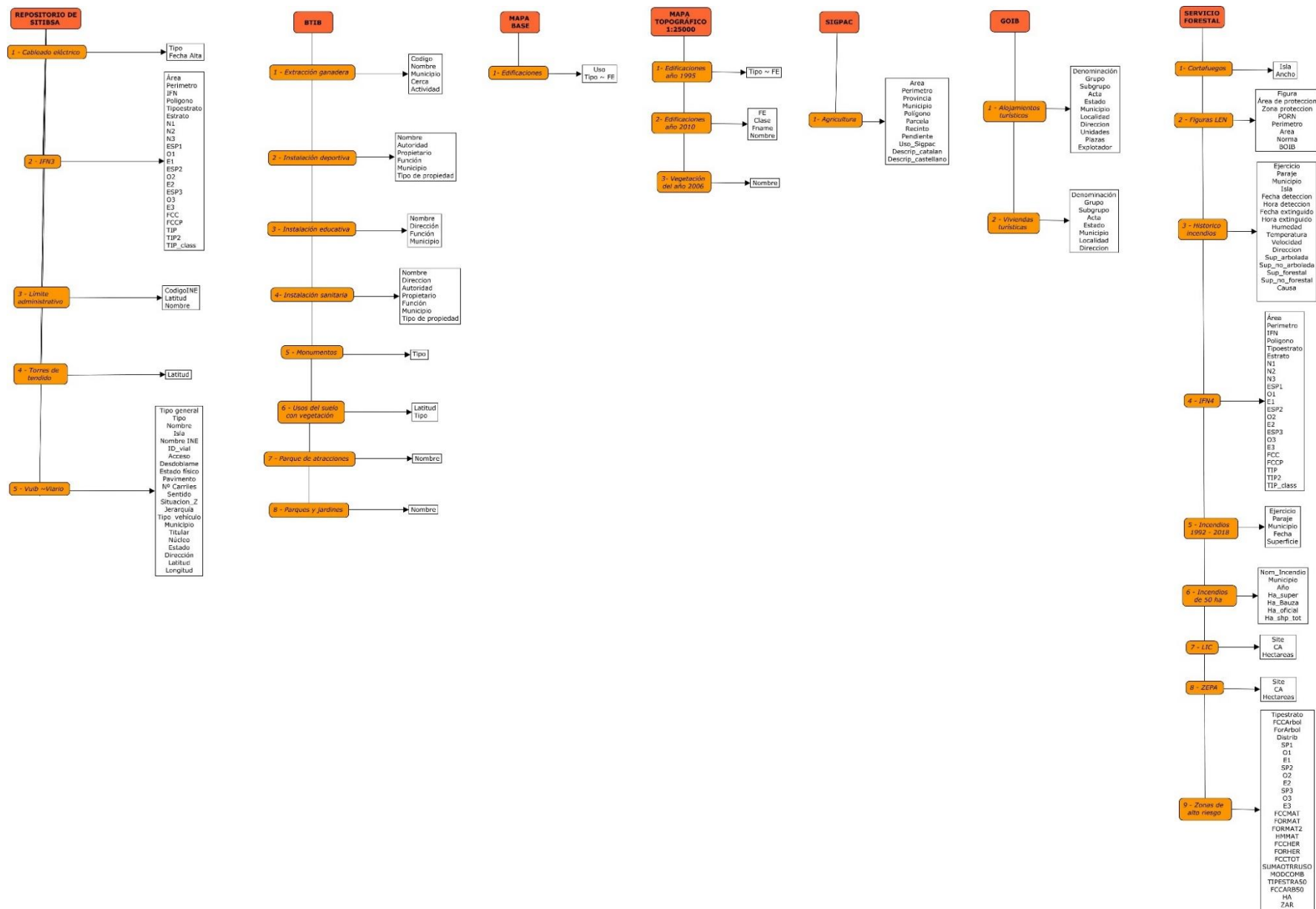


Figura 11. Diagrama de la información digital utilizada en el modelado del riesgo de incendio.



Figura 12. Cableado y tendido eléctrico en el municipio de Calvià. Fuente: Repositorio de SITIBSA

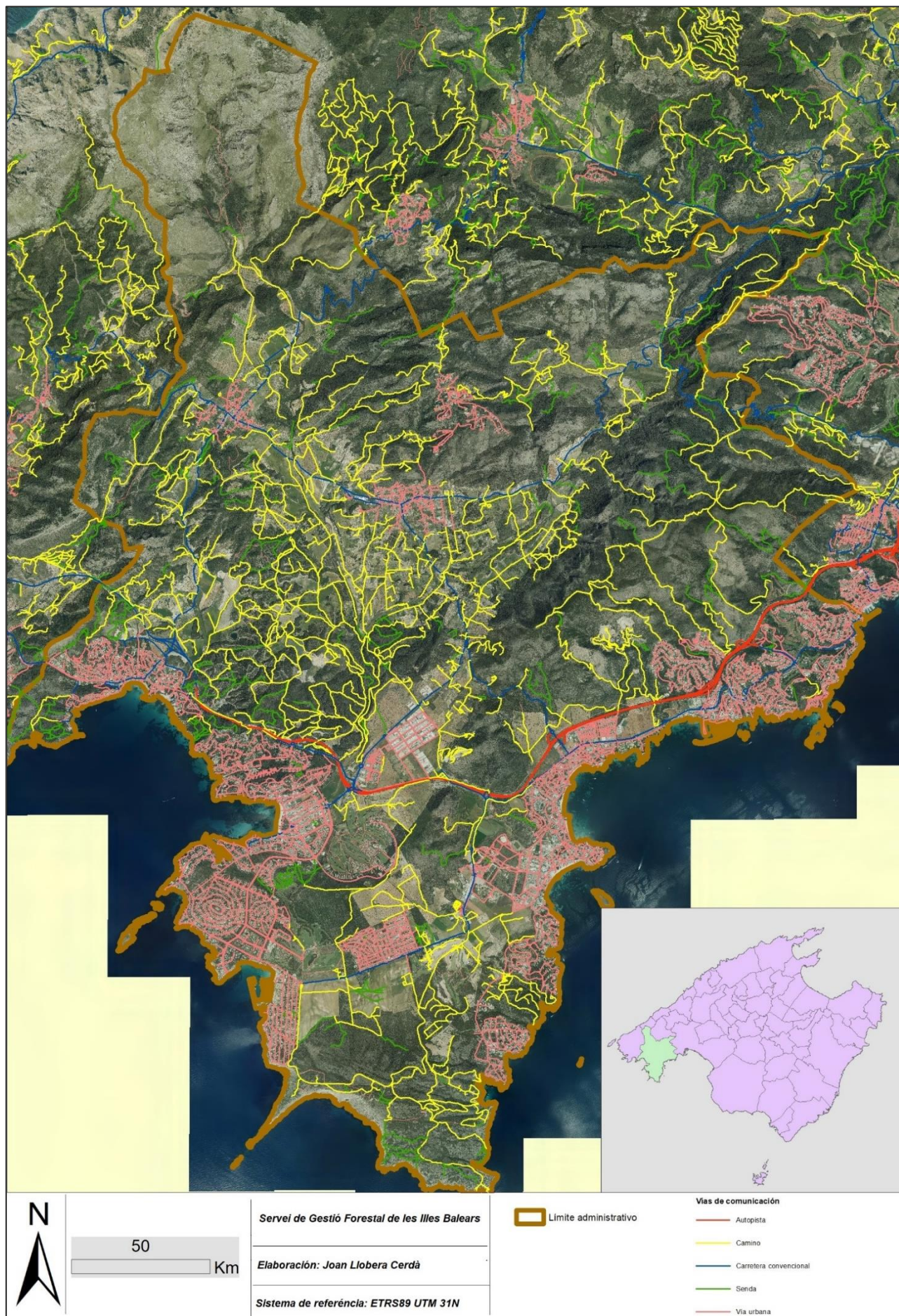


Figura 13. Vías de comunicación en el municipio de Calvià. Fuente: VUIB.

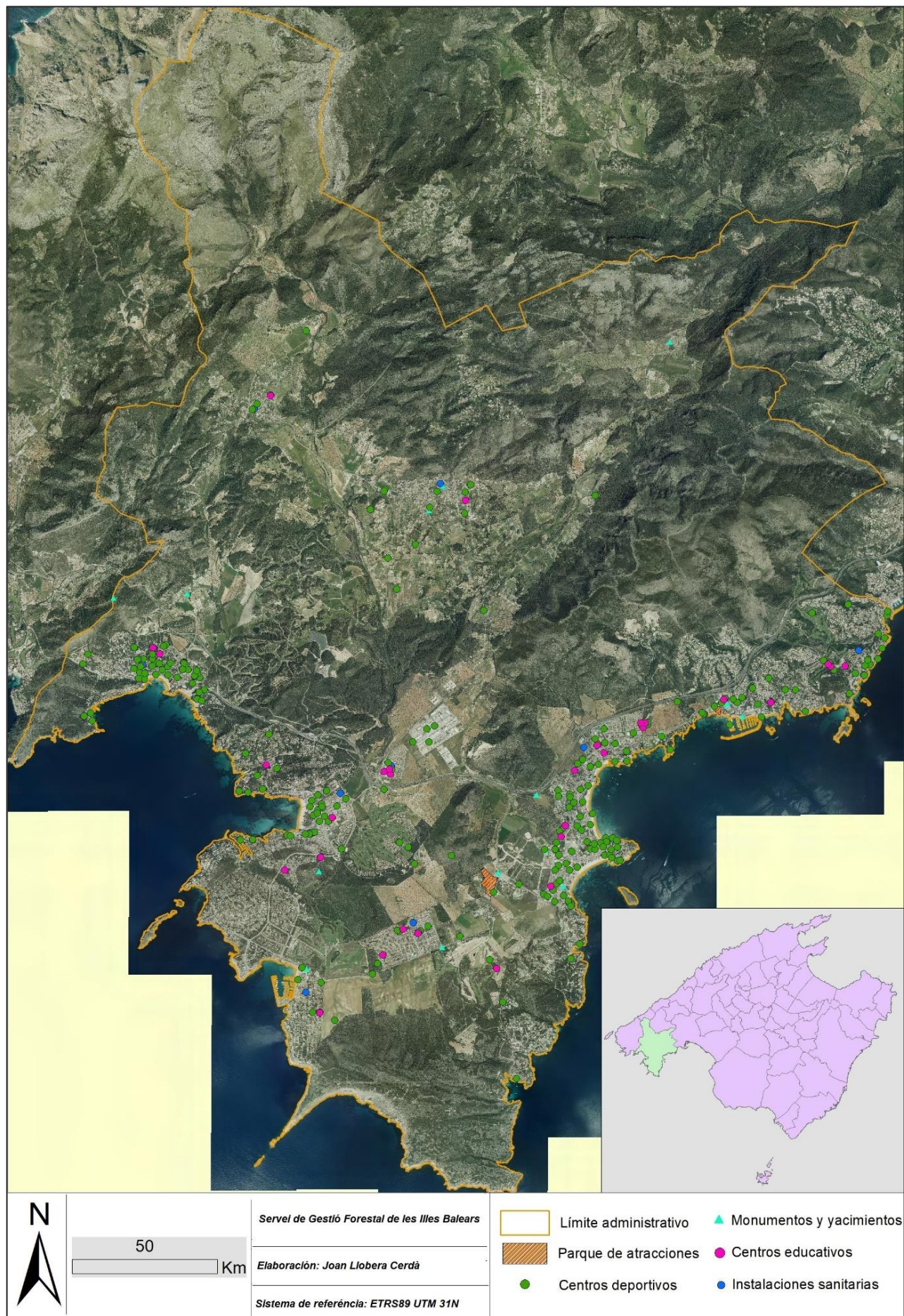


Figura 14. Equipamientos y servicios en Calvià. Fuente: BTIB

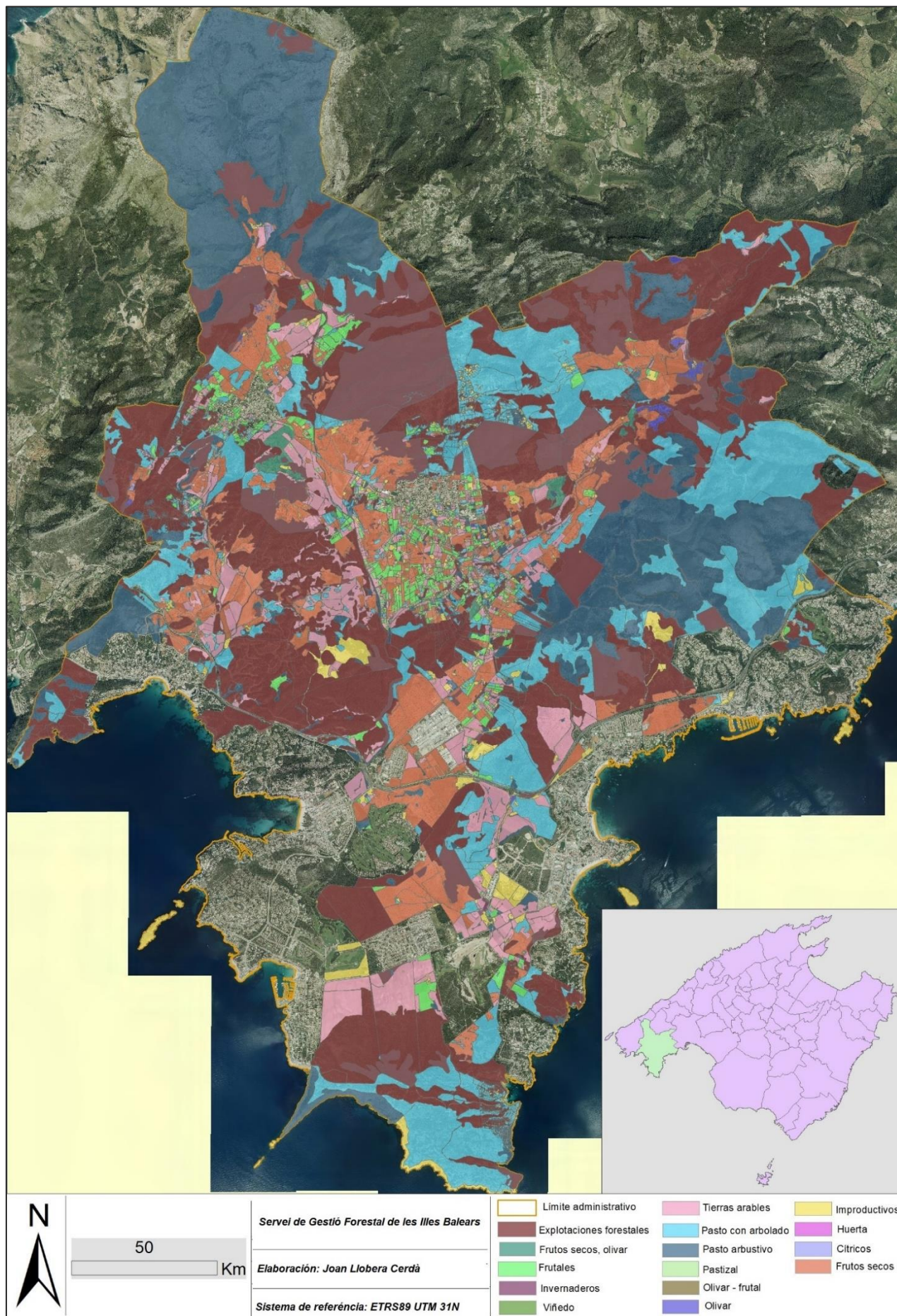


Figura 15. Dedicación del uso del suelo agrario y forestal en Calvià. Fuente: SIGPAC.

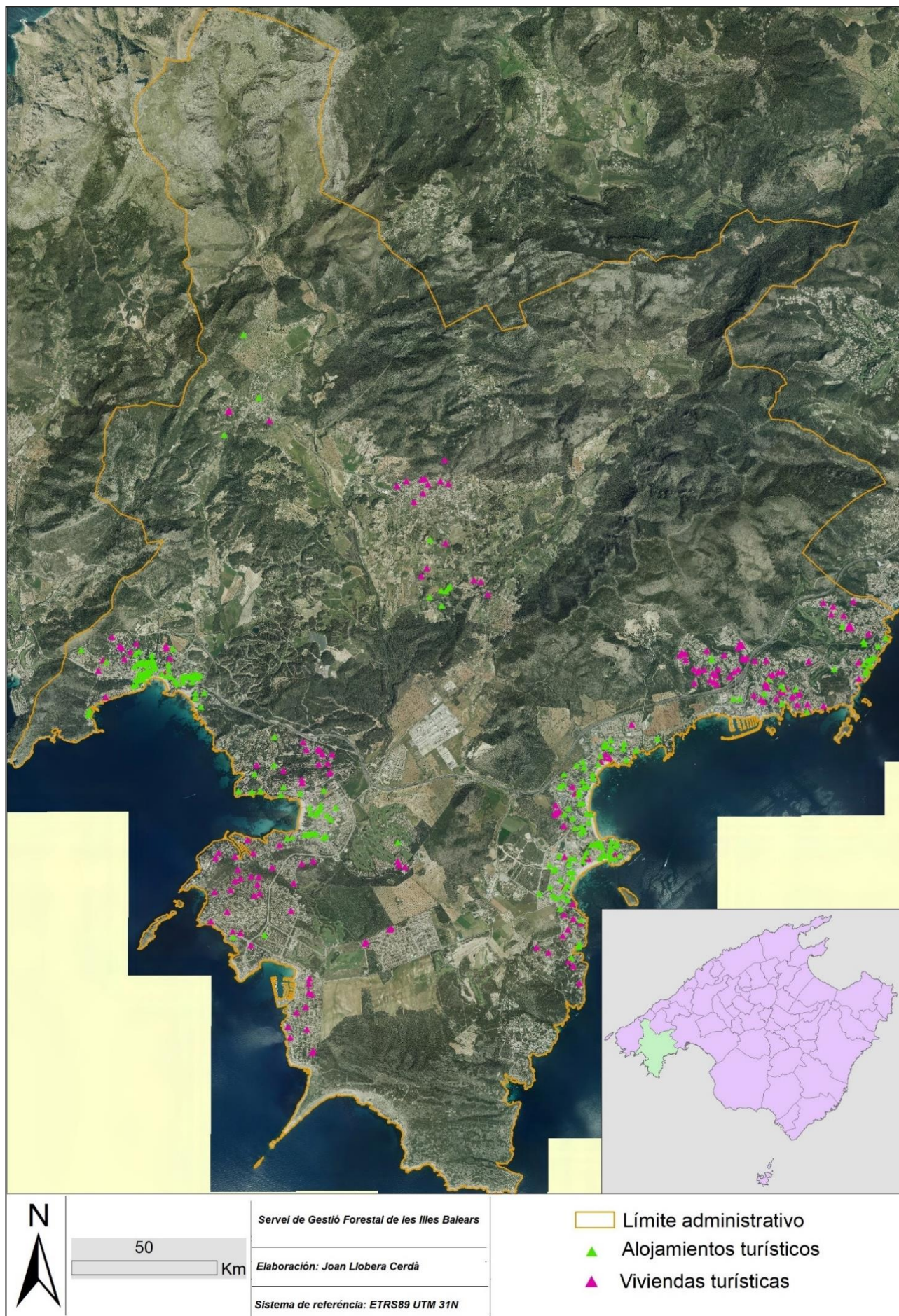


Figura 16. Alojamientos y viviendas turísticas en Calvià. Fuente: GOIB.

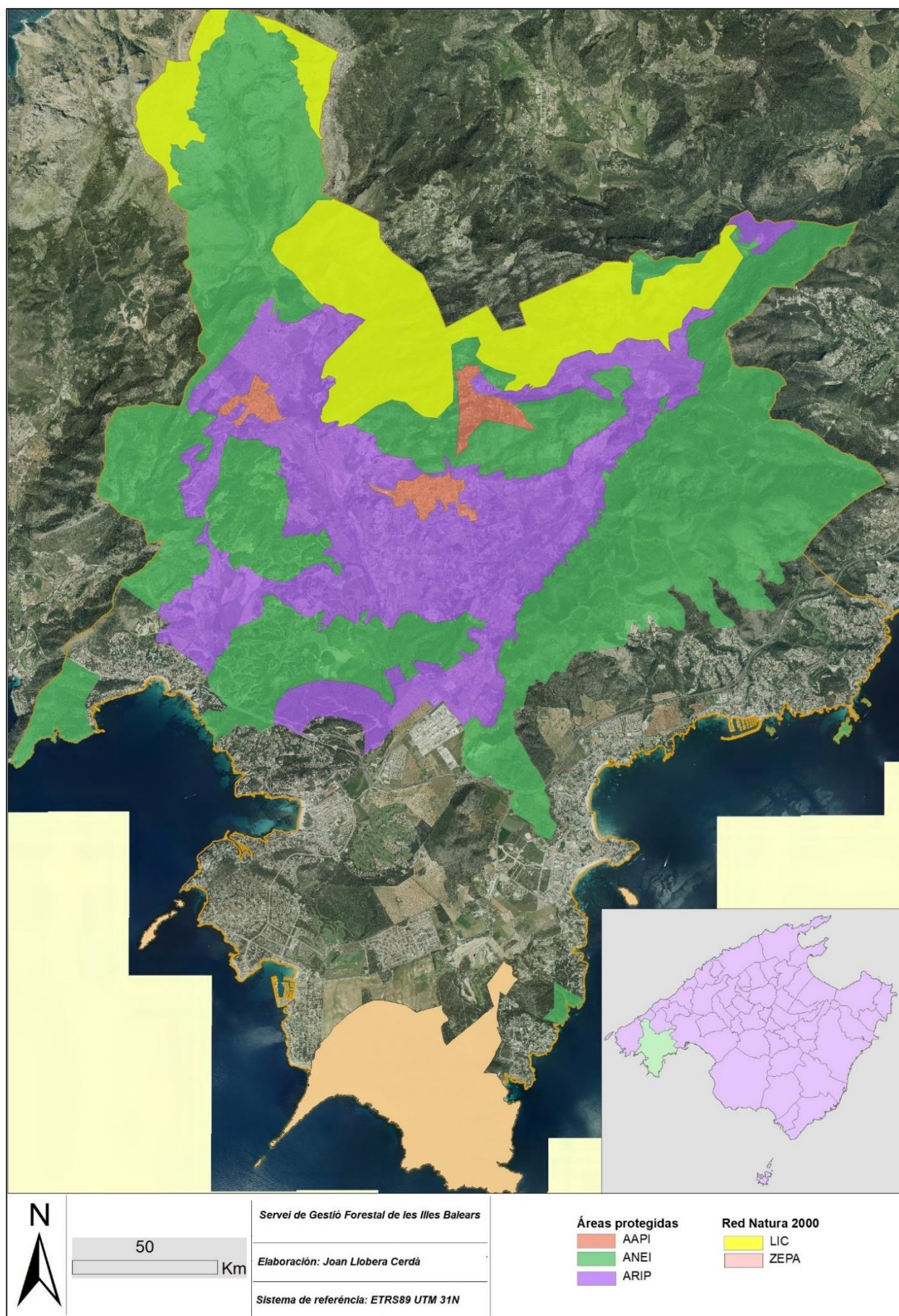


Figura 17. Figuras de protección según la LEN y Red Natura 2000 en Calvià. Fuente: Servicio Forestal de las Islas Baleares

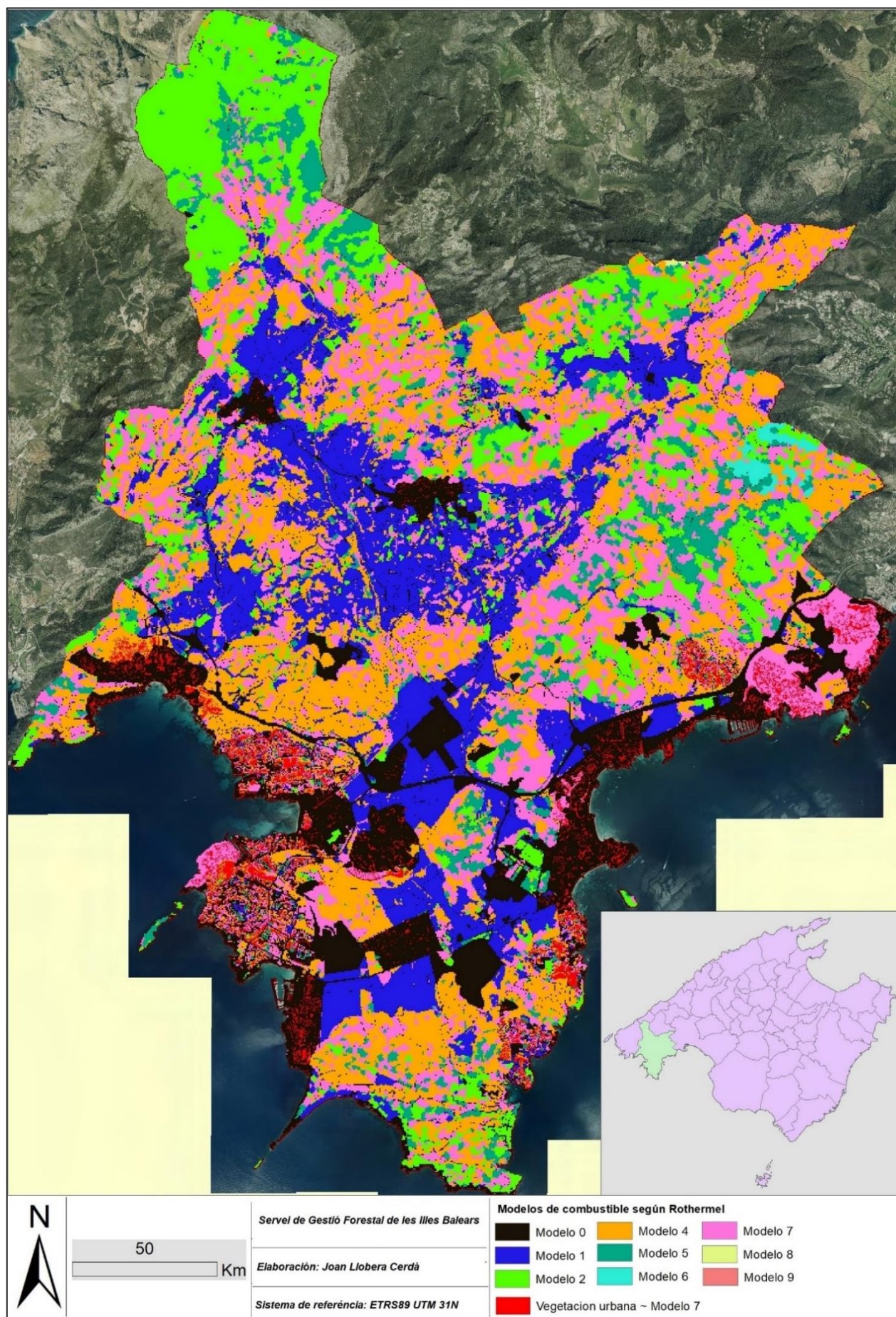


Figura 18. Cartografía de modelos de combustible según Rothermel en Calvià. Fuente: Servicio Forestal de las Islas Baleares.

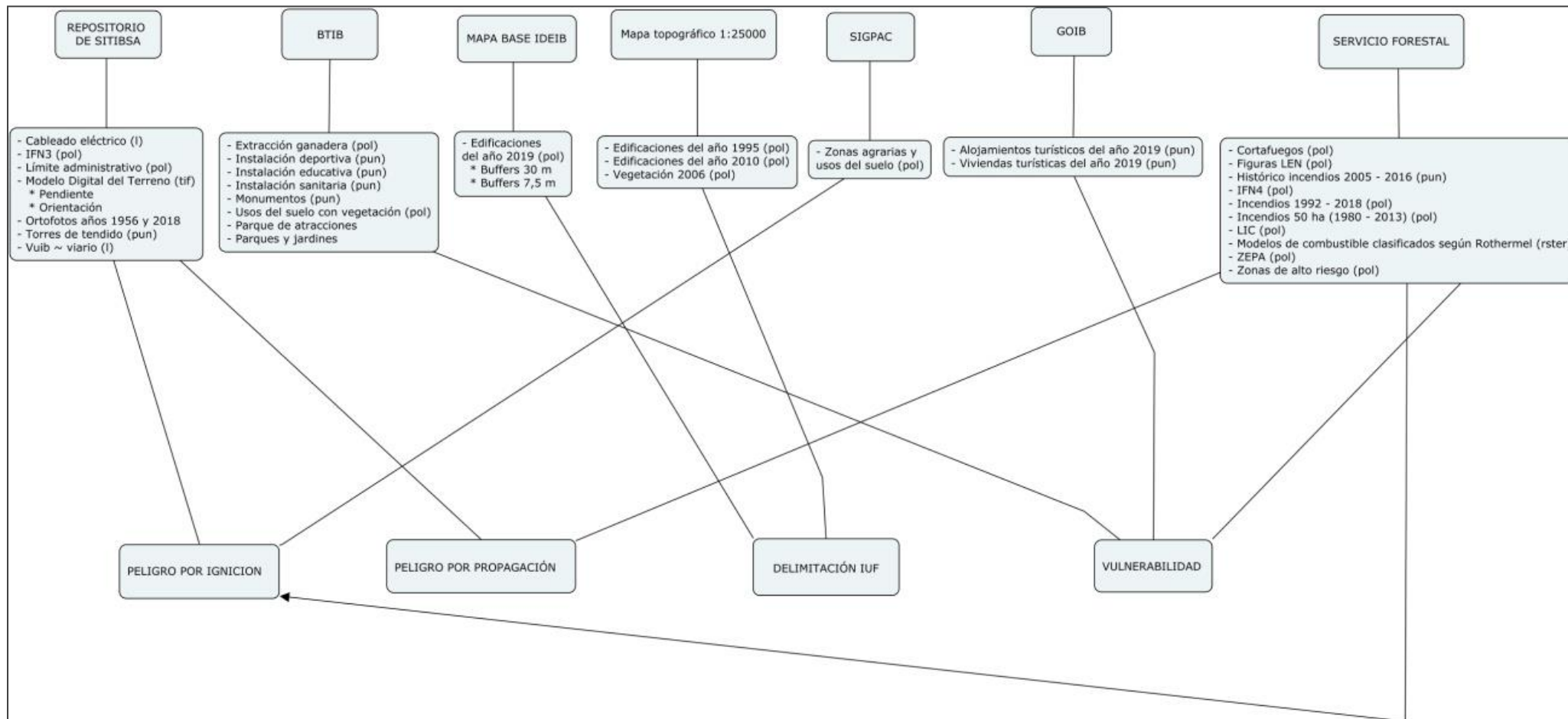


Figura 19. Diagrama del modelado del riesgo de incendio y la delimitación de las zonas IUF/IAUF.

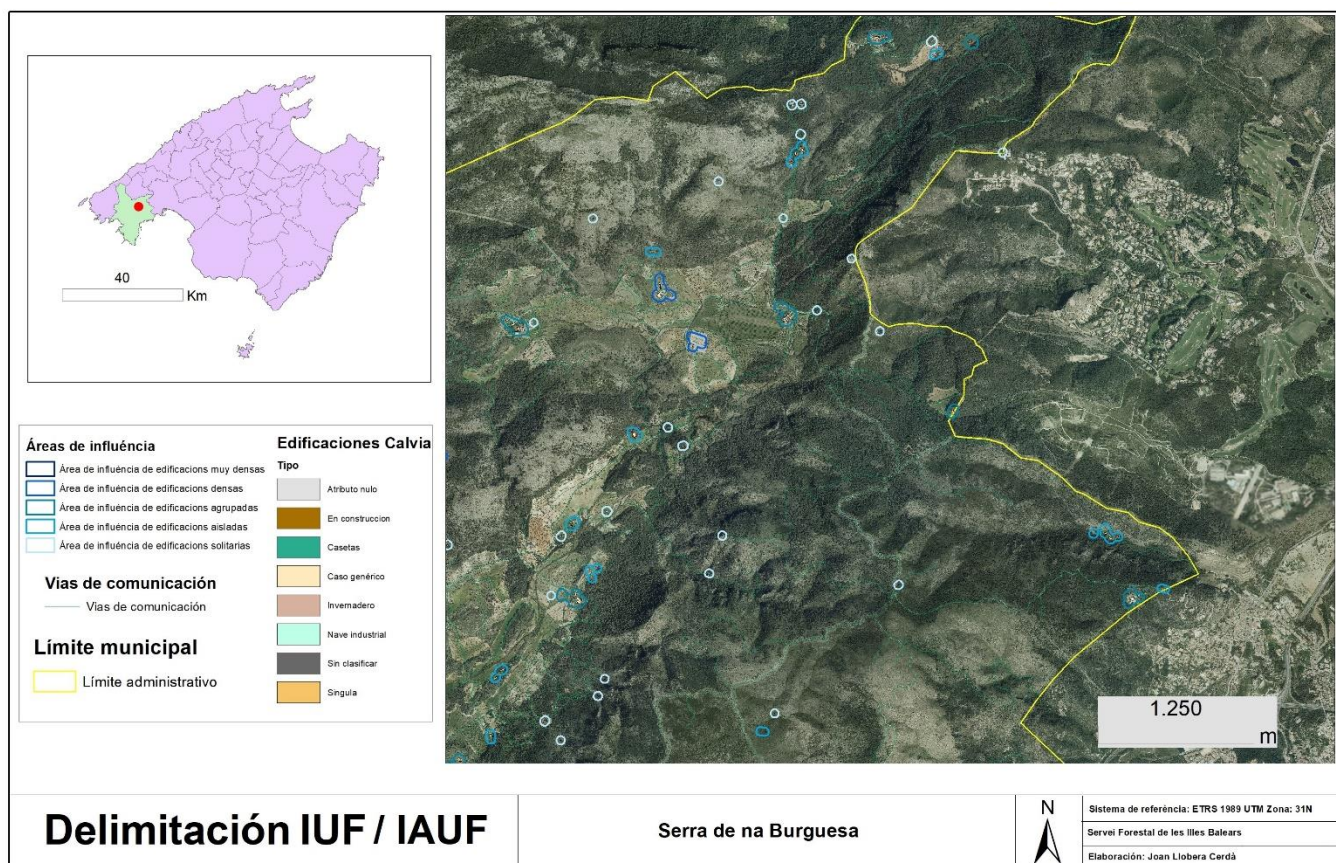


Figura 26. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en la Serra de Na Burguesa.

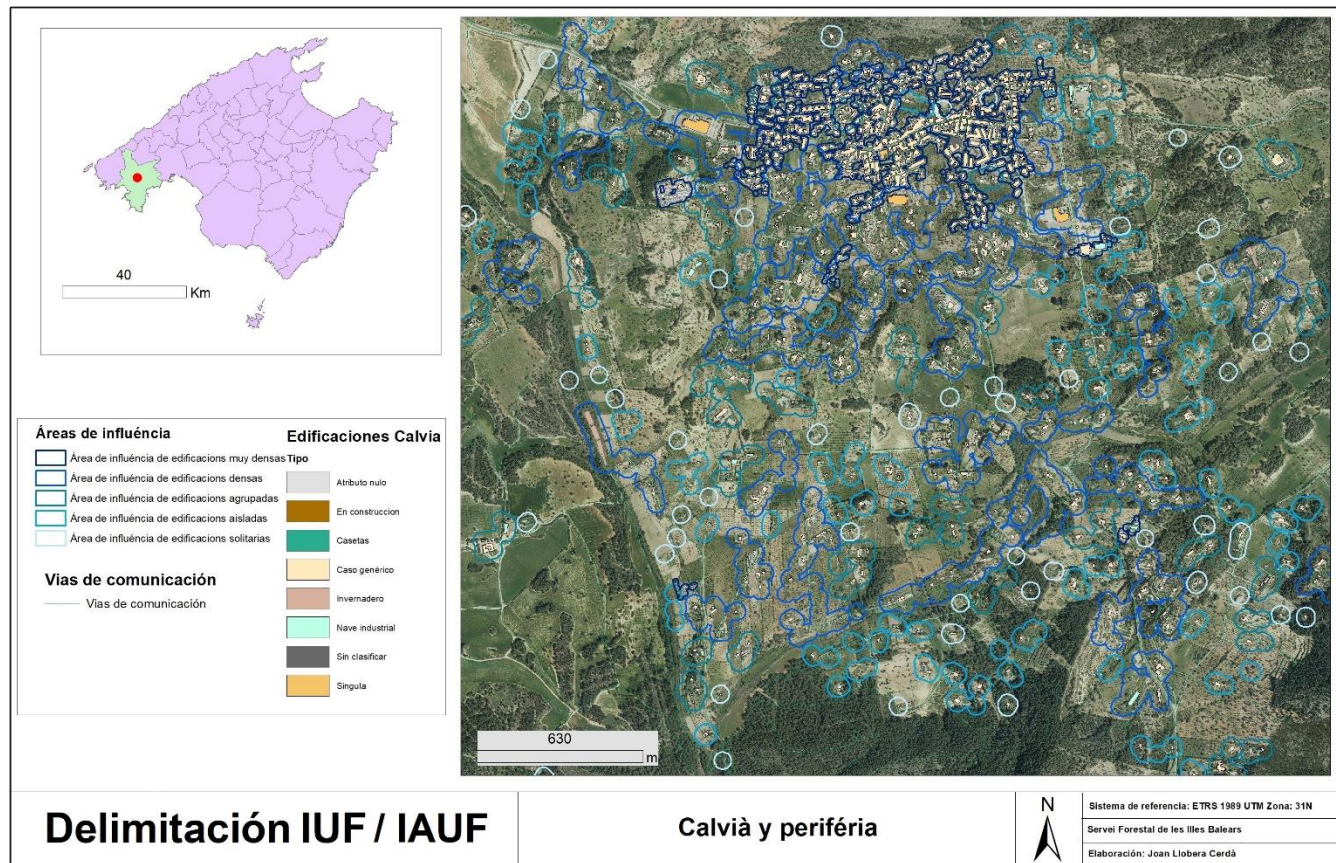


Figura 27. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Calvià y perifèria.

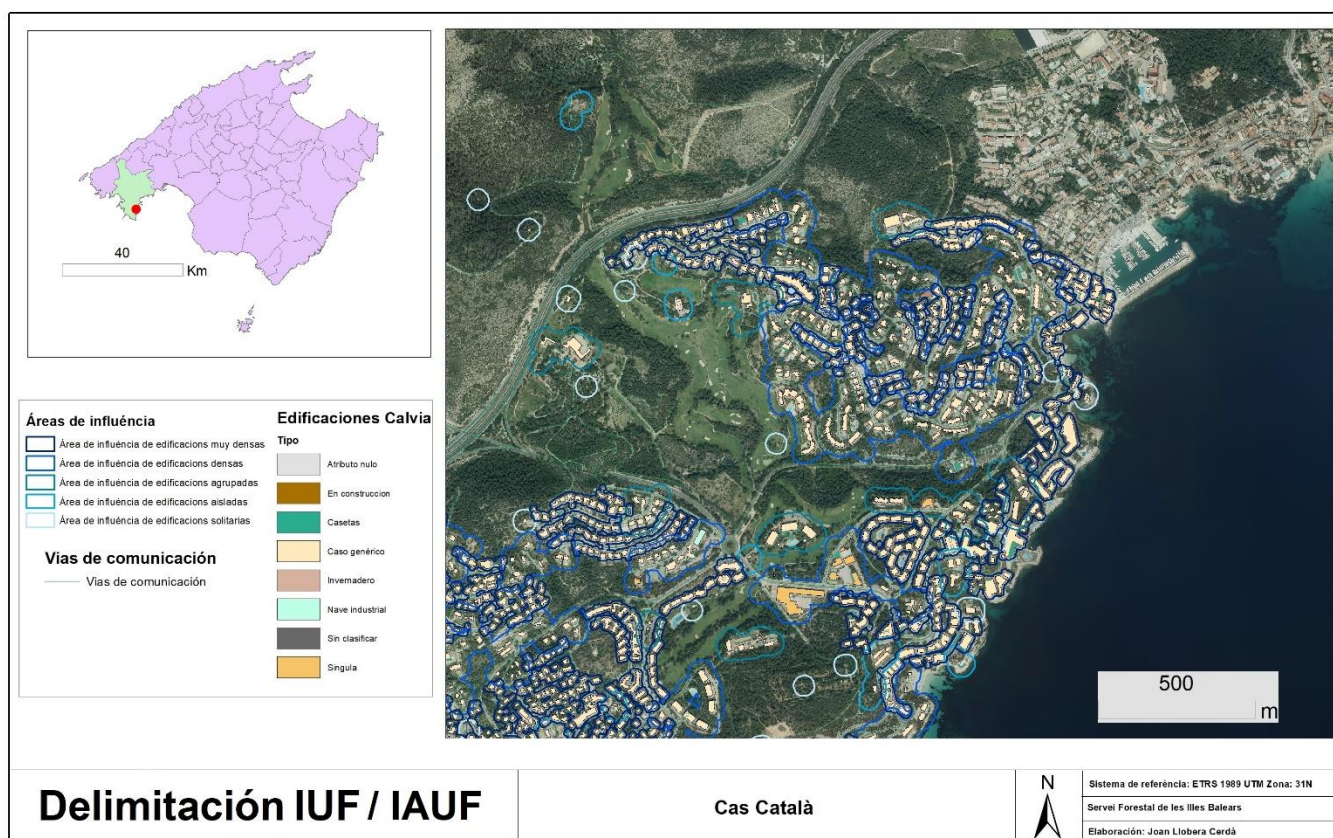


Figura 28. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Cas Català

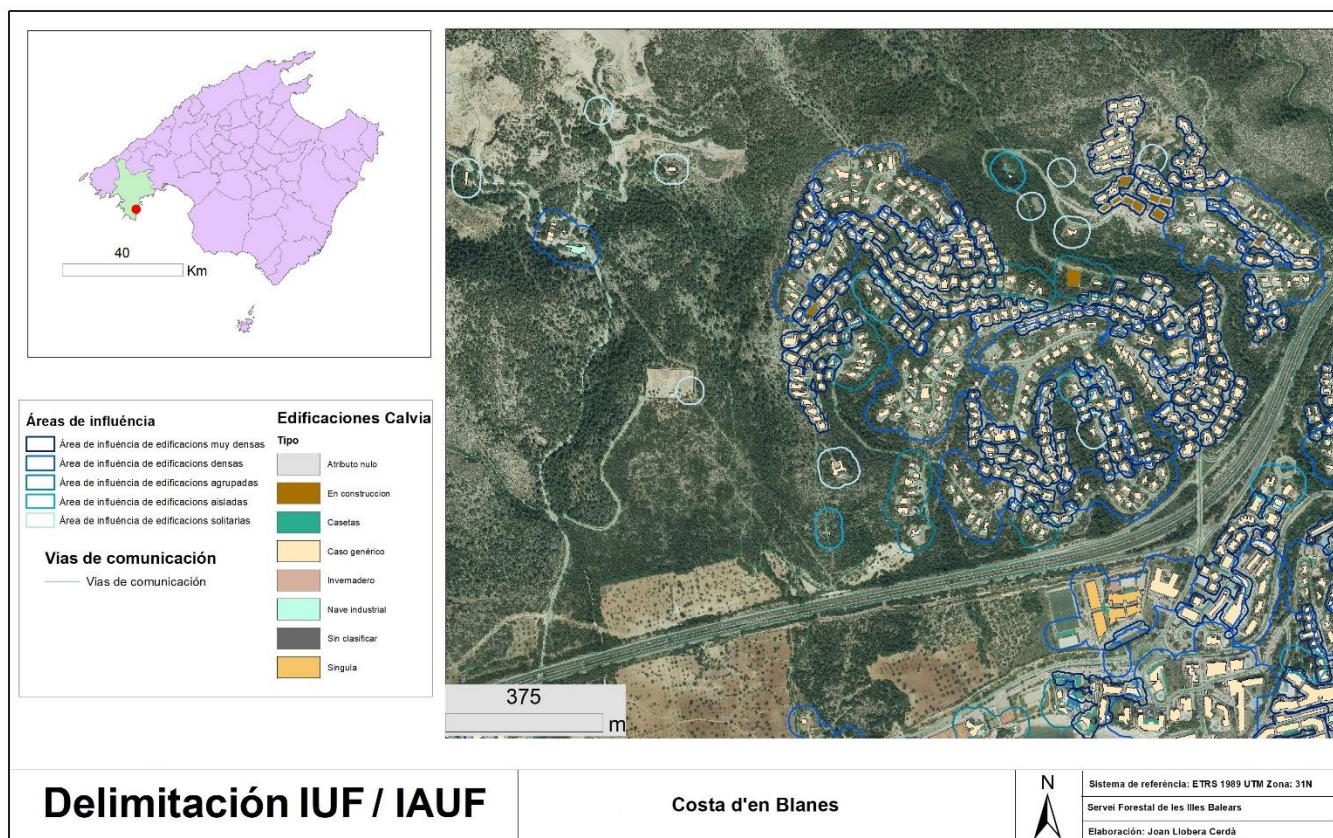


Figura 29. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Costa d'en Blanes

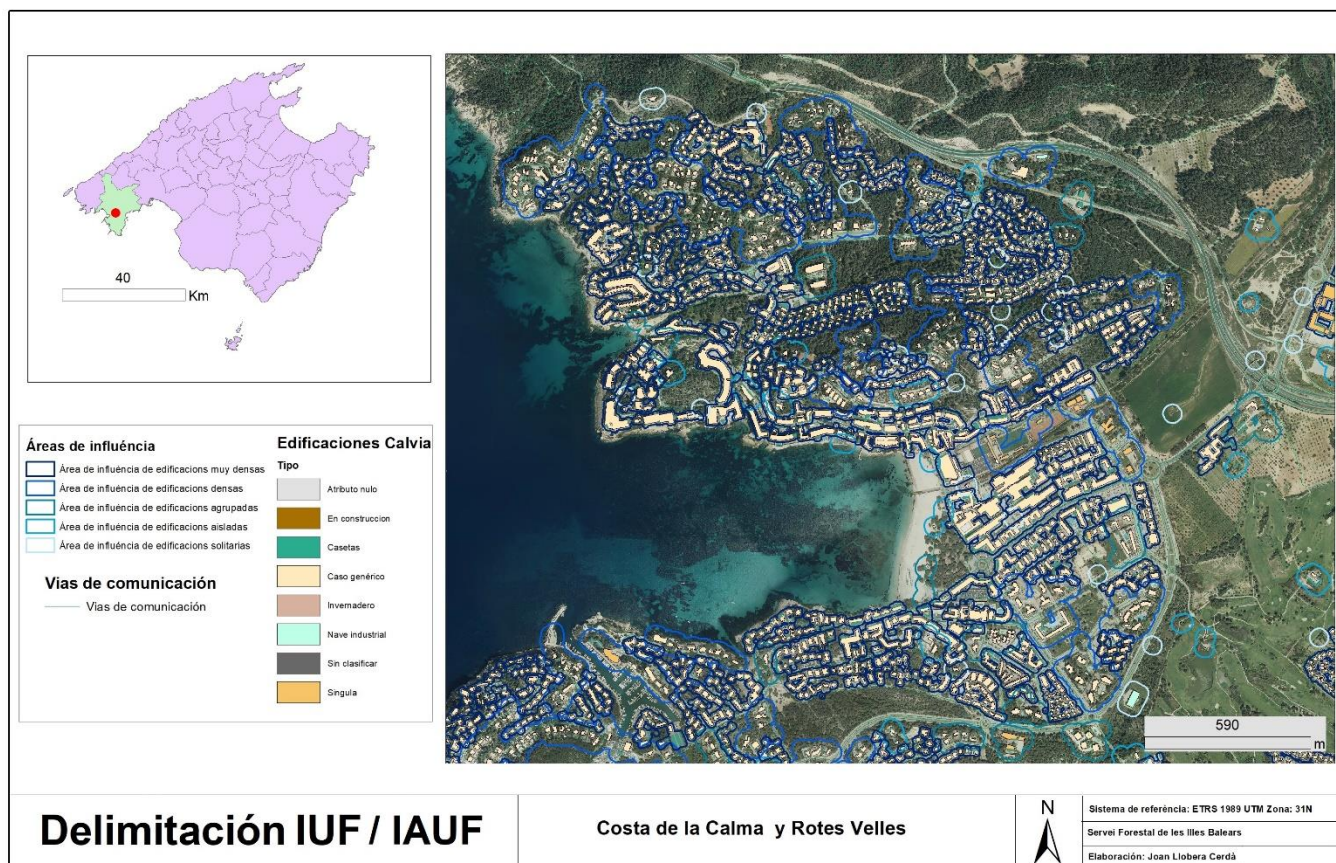


Figura 30. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Costa de la Calma y Rotes Velles

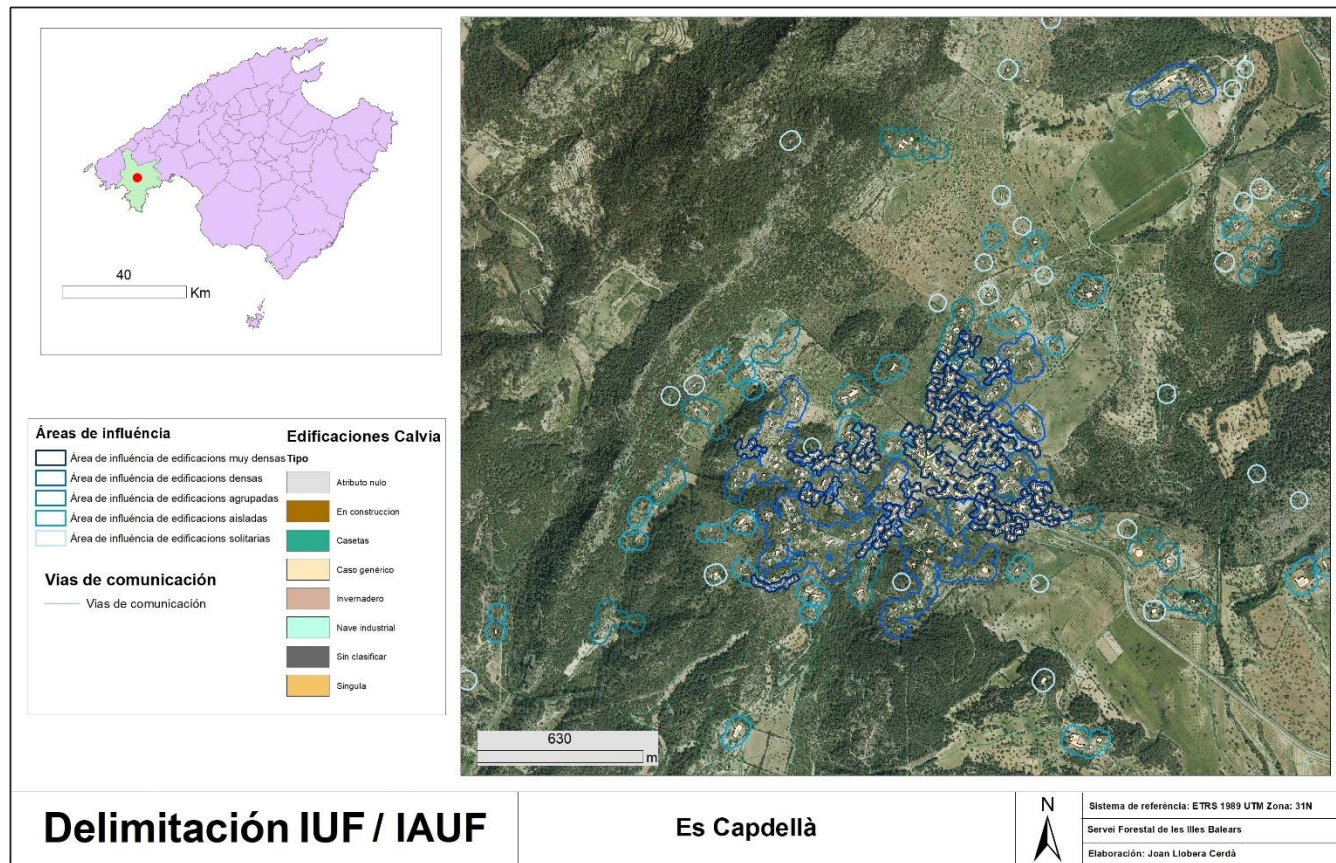


Figura 31. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Es Capdellà

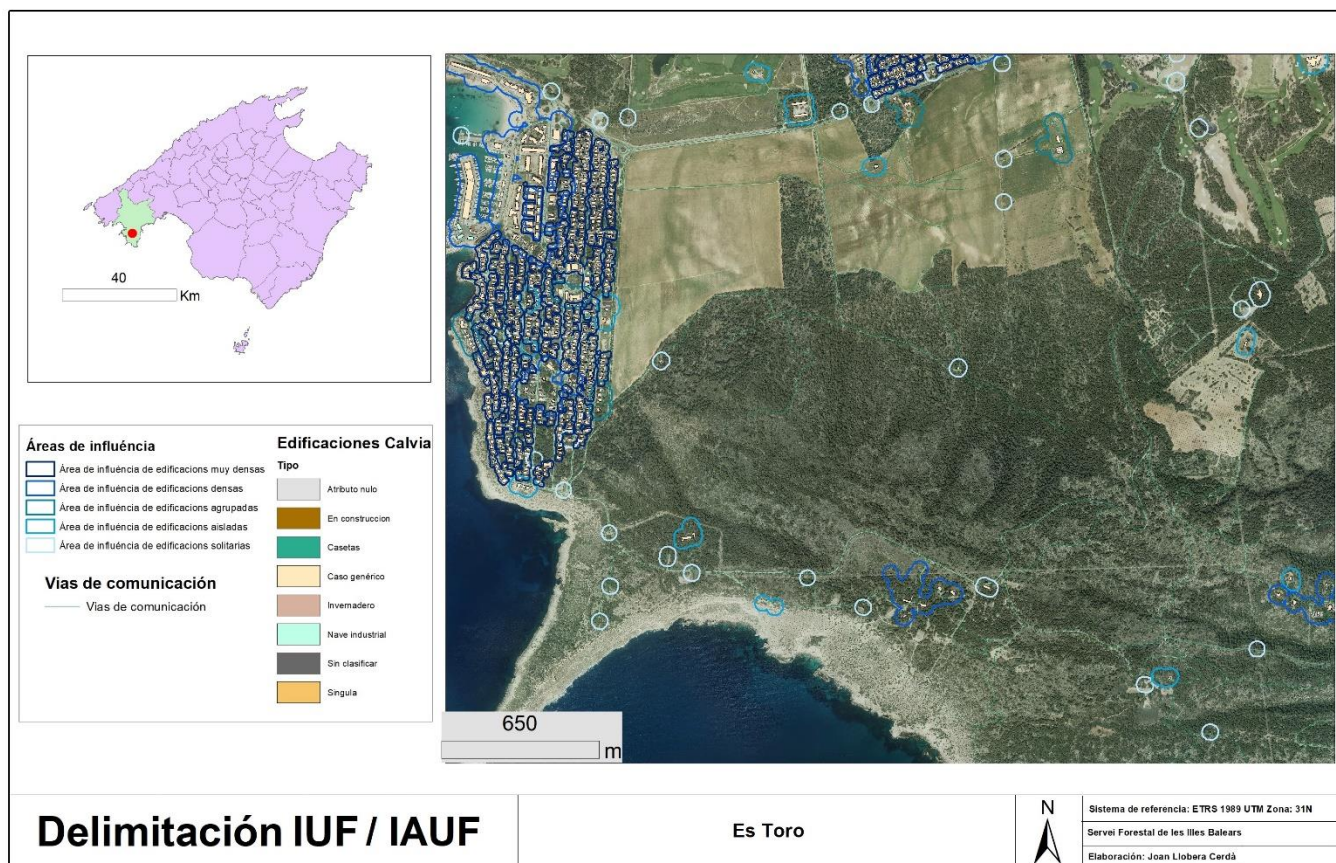


Figura 32. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Es Toro

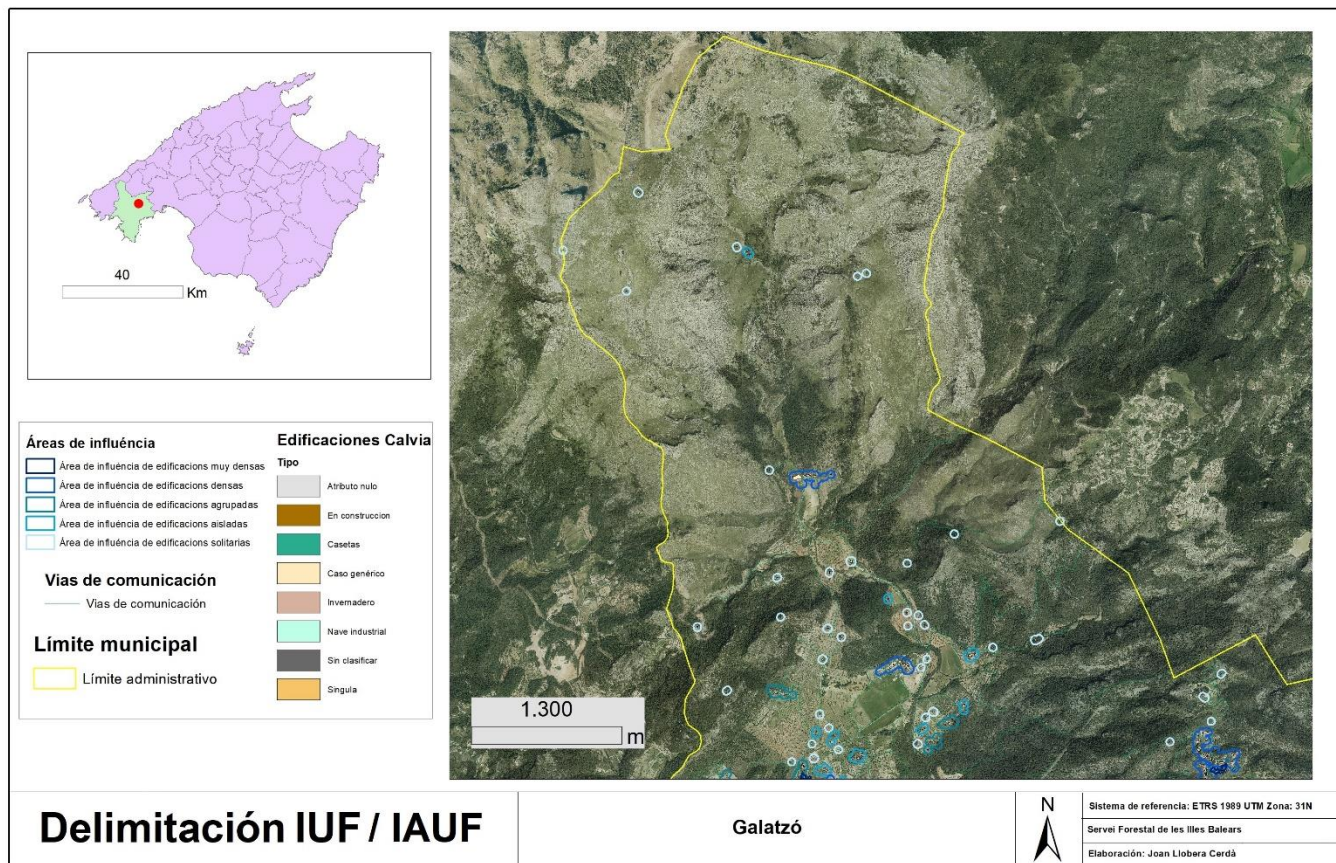


Figura 33. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Galatzó

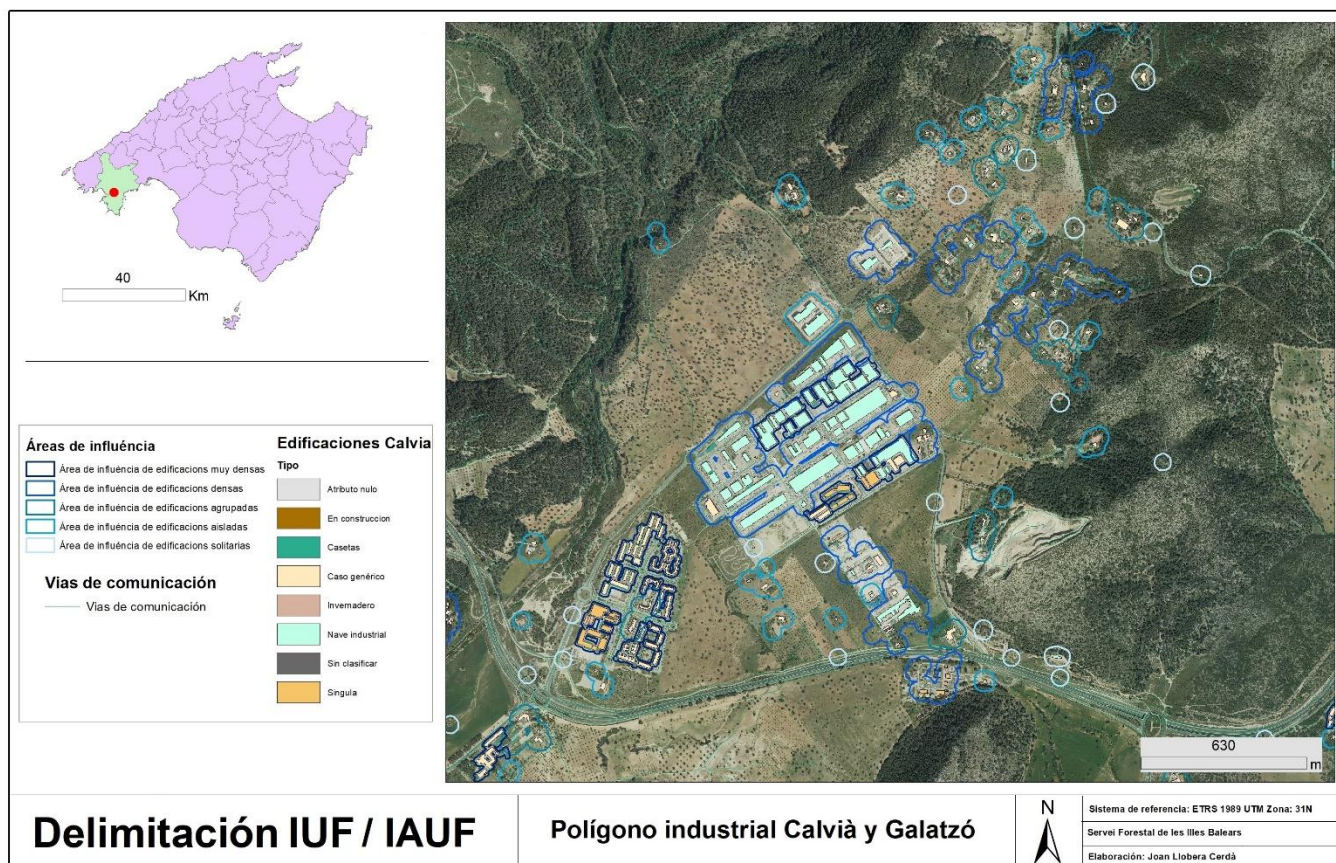


Figura 34. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en el polígono industrial de Calvià y urbanización Galatzó.

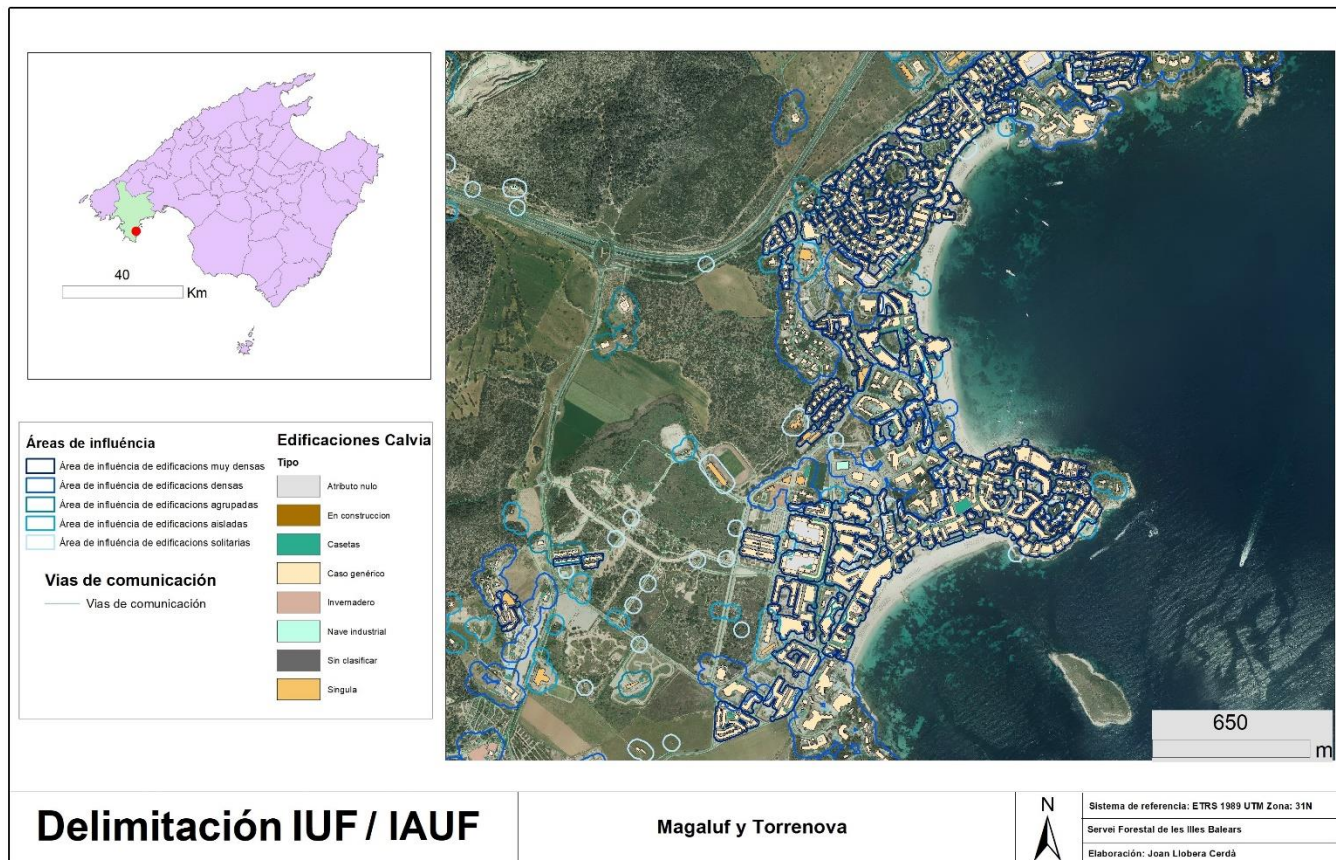


Figura 35. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Magaluf y Torrenova.

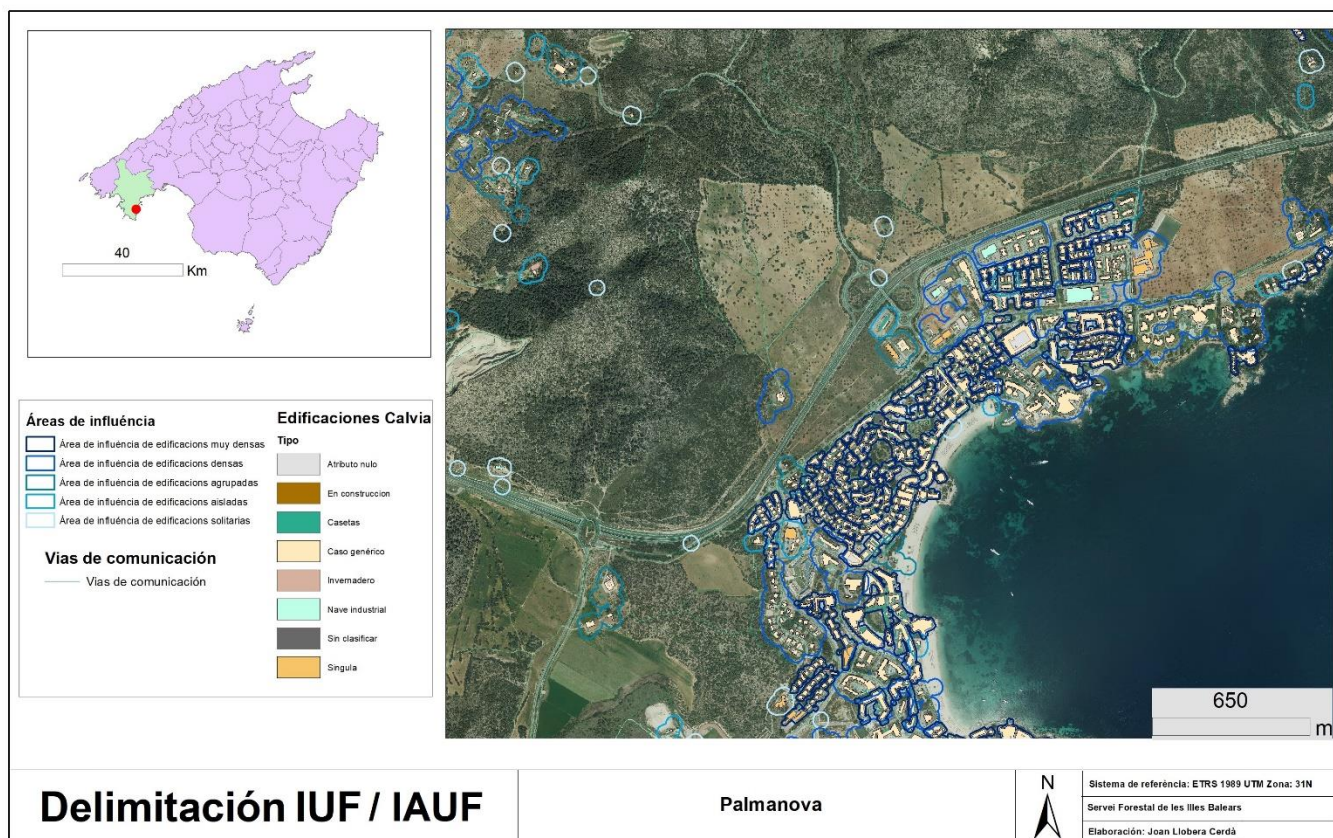


Figura 36. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Palmanova.

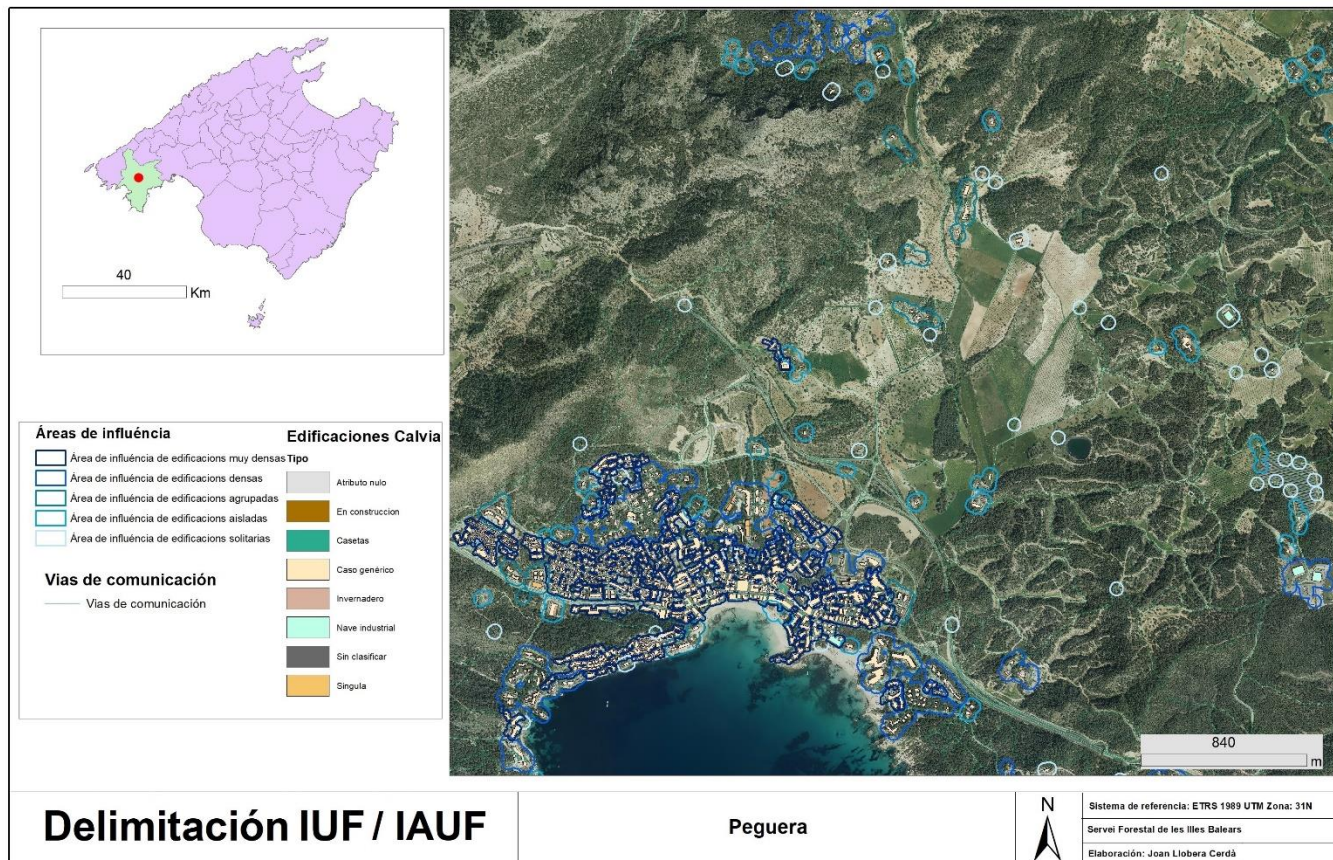


Figura 37. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Peguera.

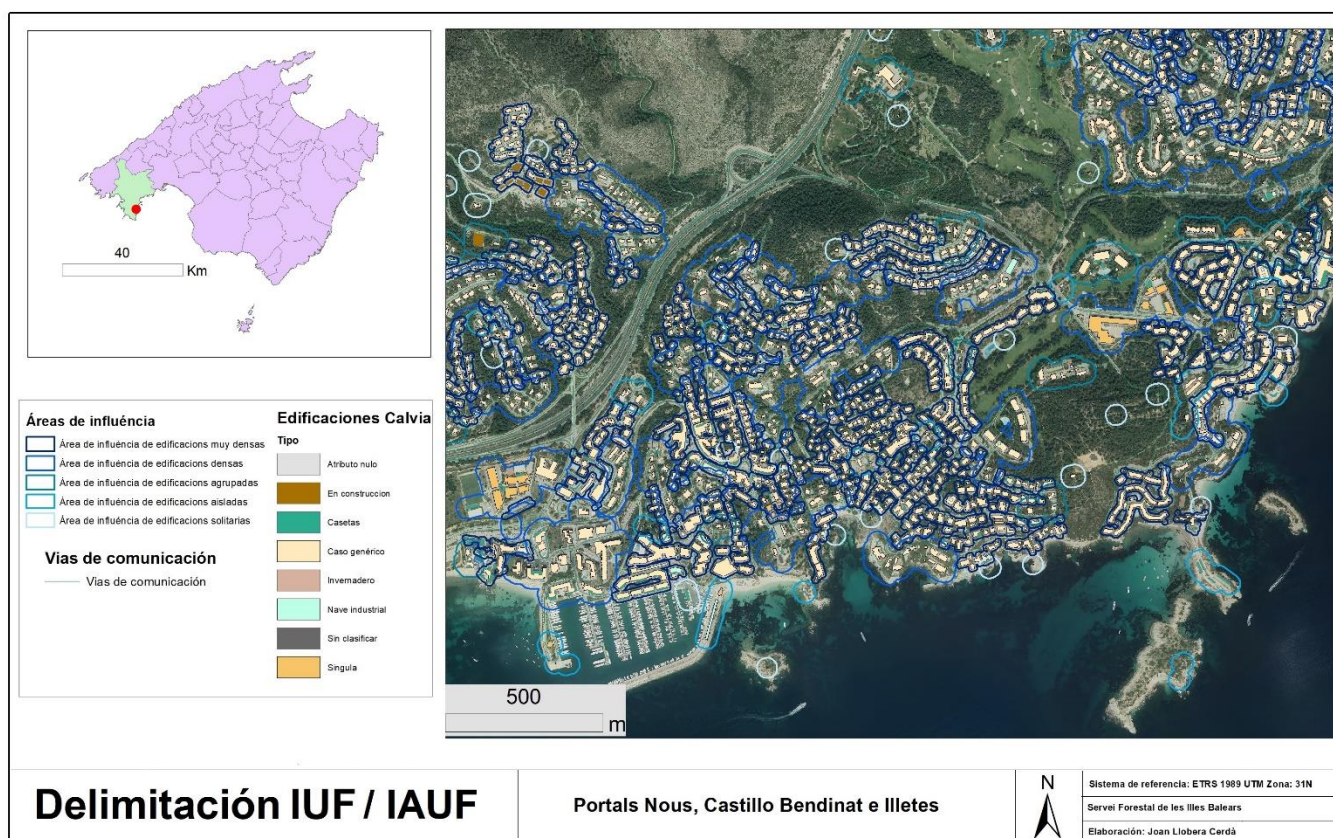


Figura 38. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Portals Nous, Castell de Bendinat e Illetes.

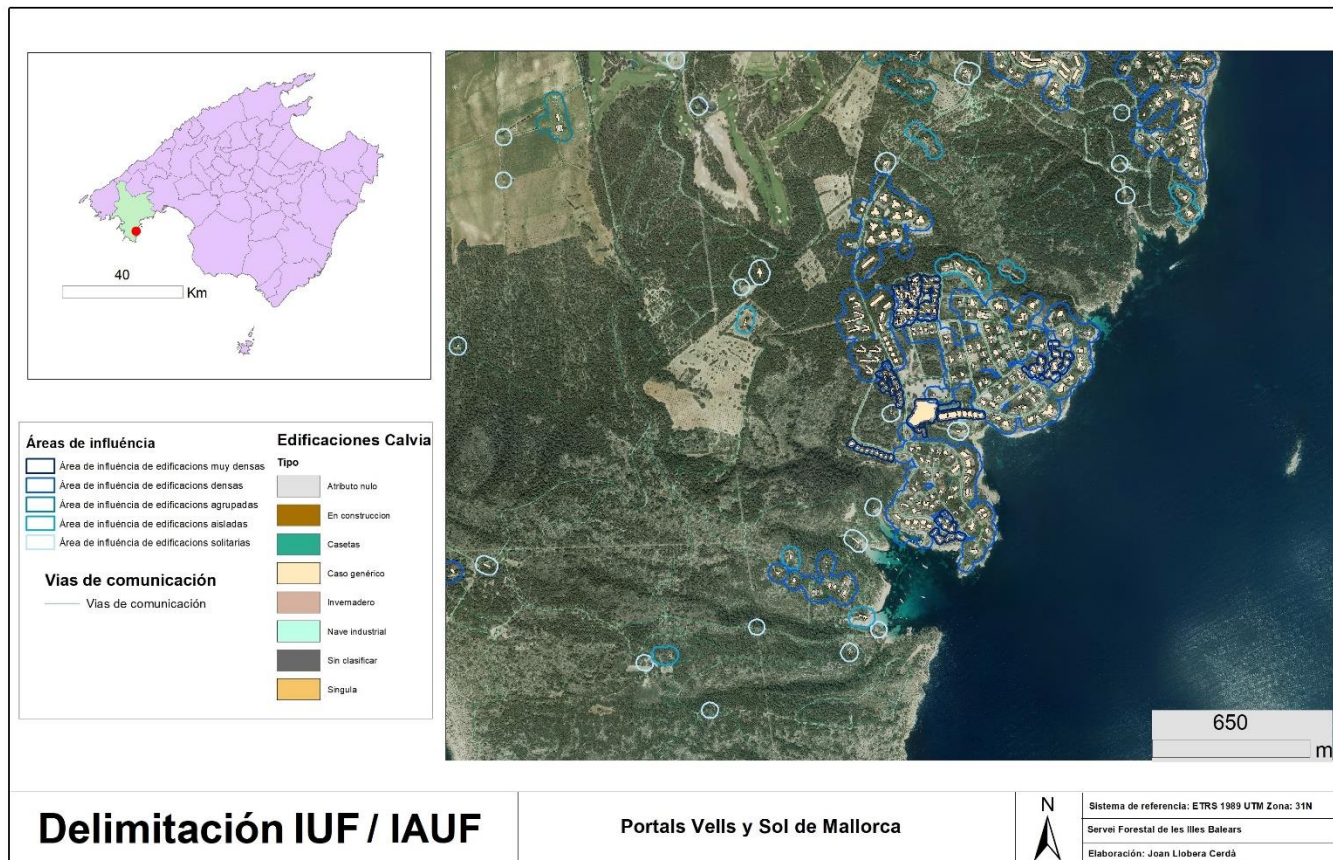


Figura 39. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Portals Vells y Sol de Mallorca.

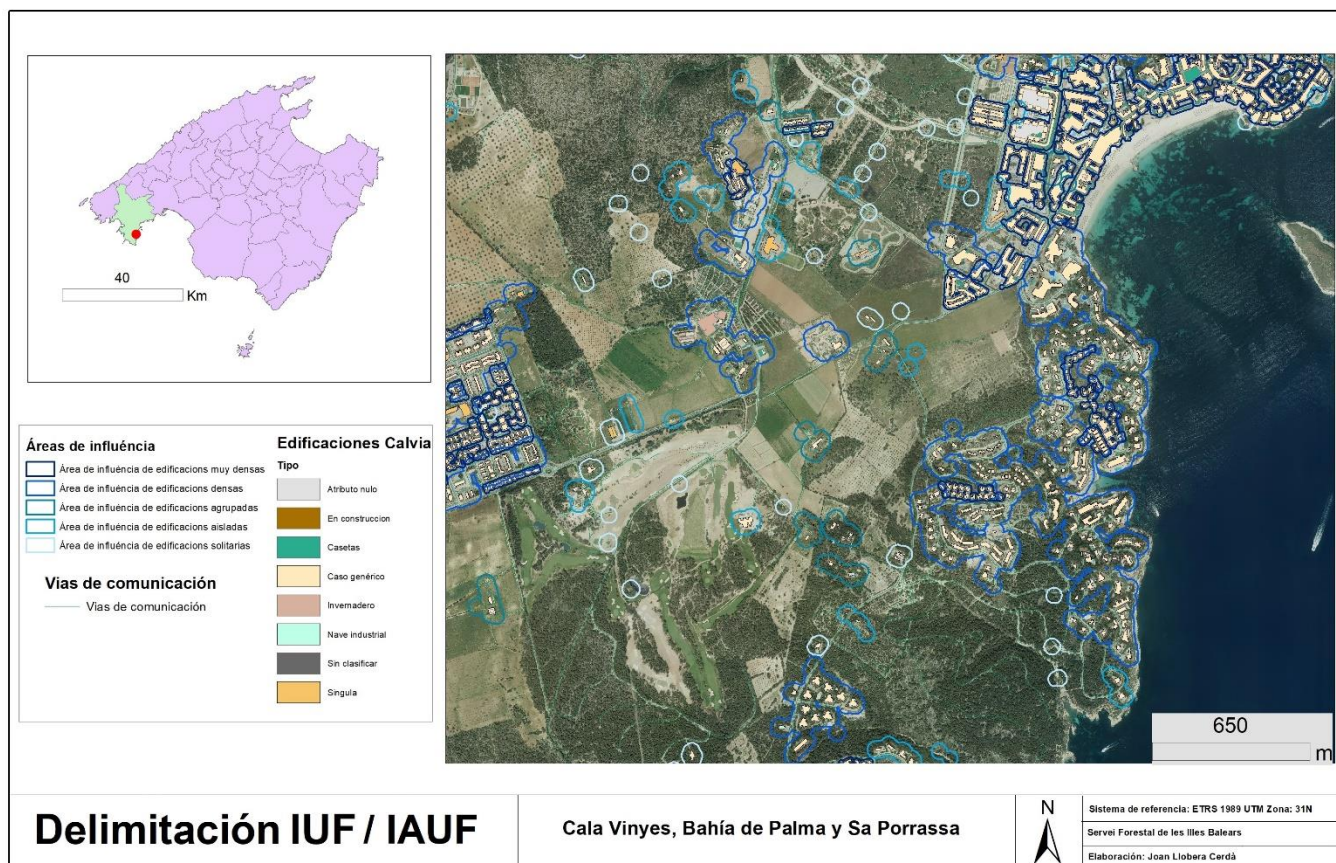


Figura 40. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Cala Vinyes, Bahía de Palma y Sa Porrassa.

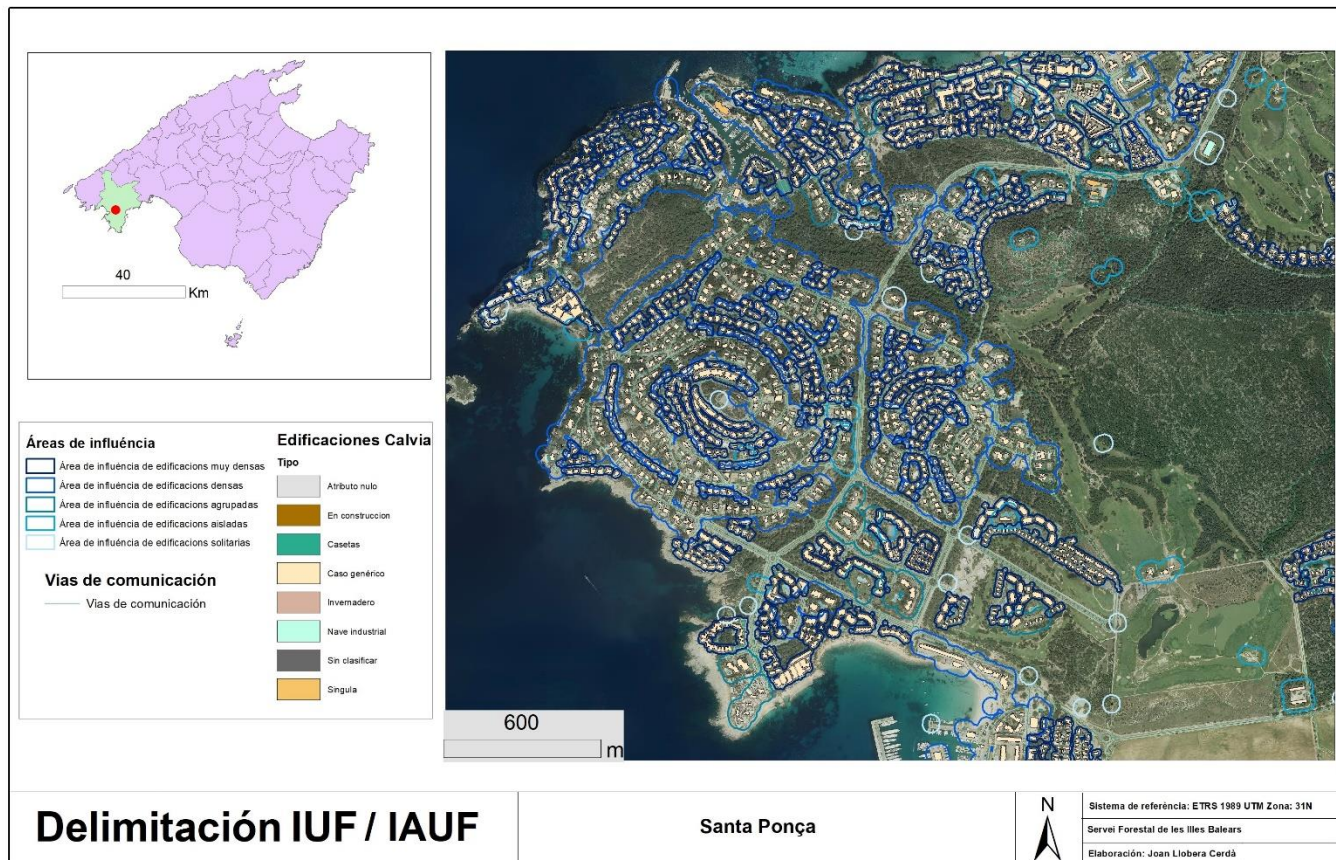


Figura 41. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Santa Ponça

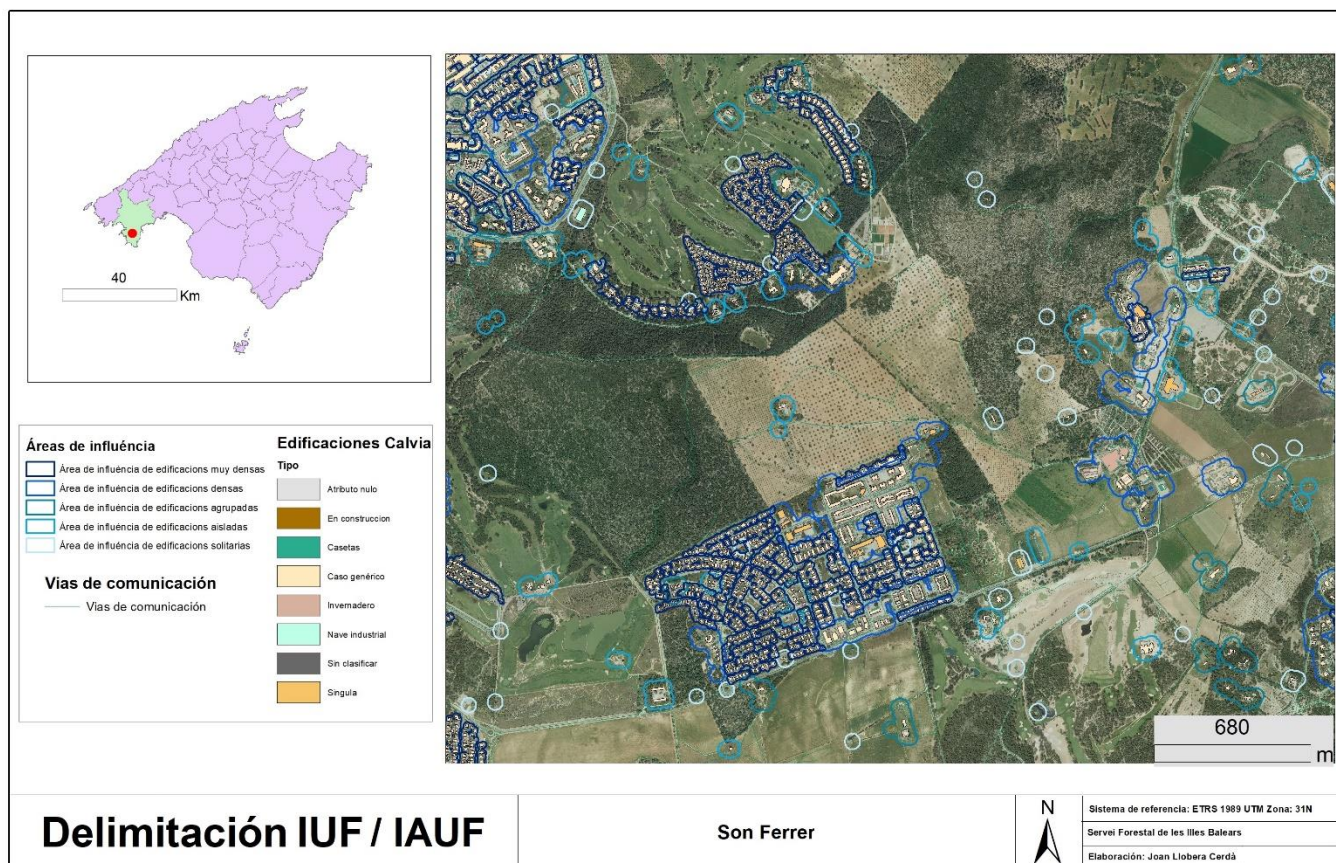


Figura 42. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Son Ferrer.

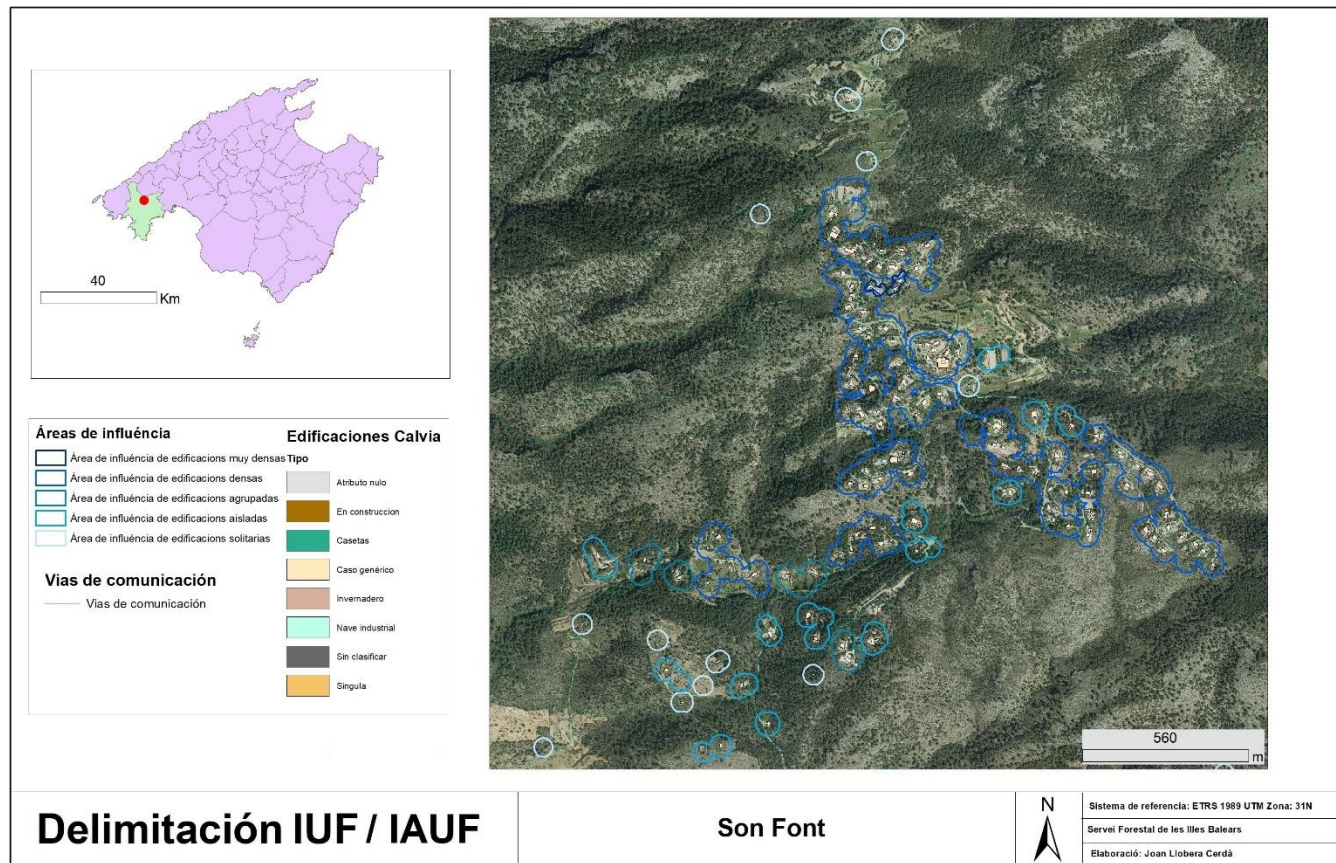


Figura 43. Delimitación de las zonas de IUF/IAUF en Son Font.

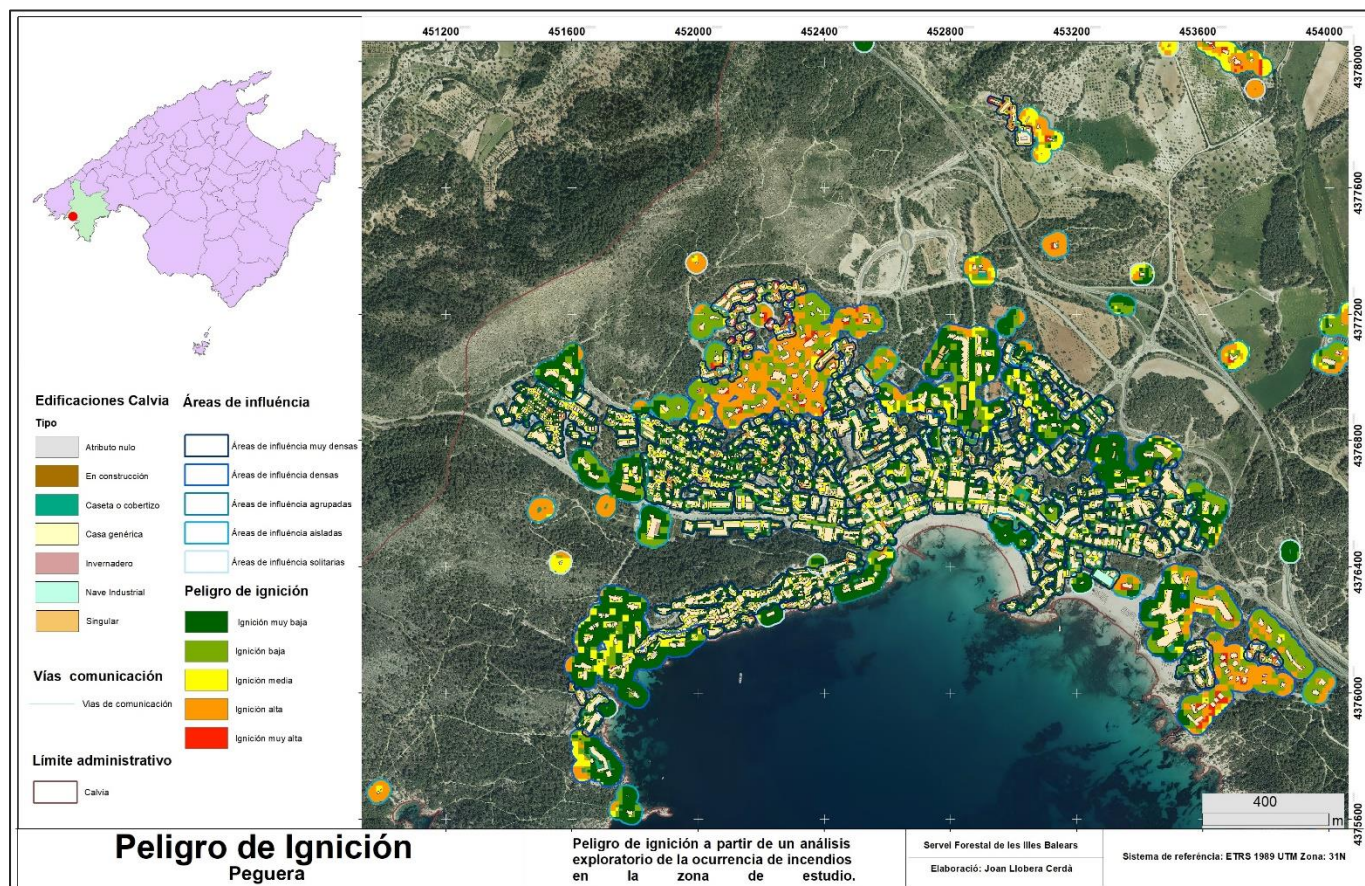


Figura 46. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Peguera.

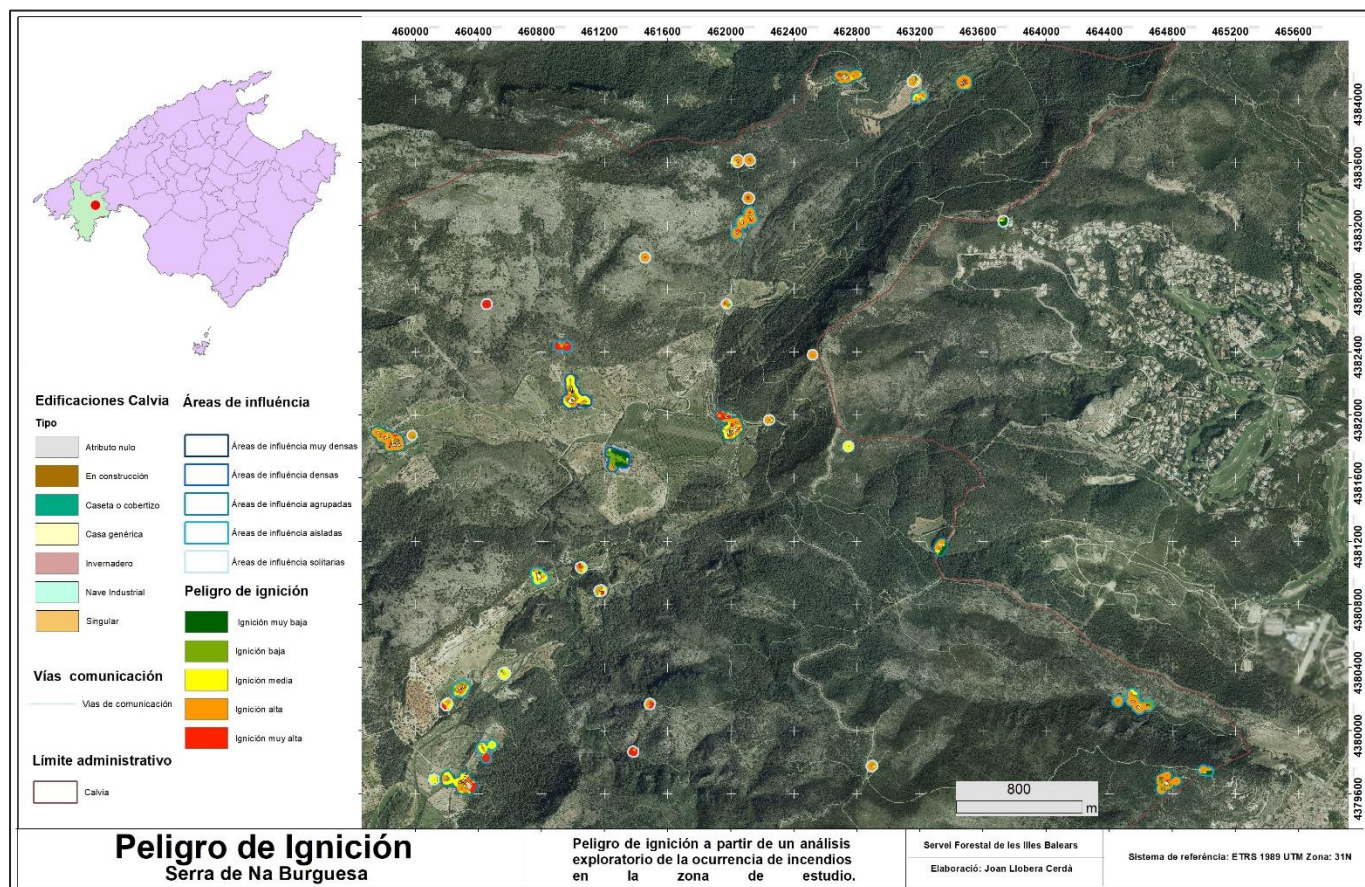


Figura 47. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en la Serra de Na Burguesa

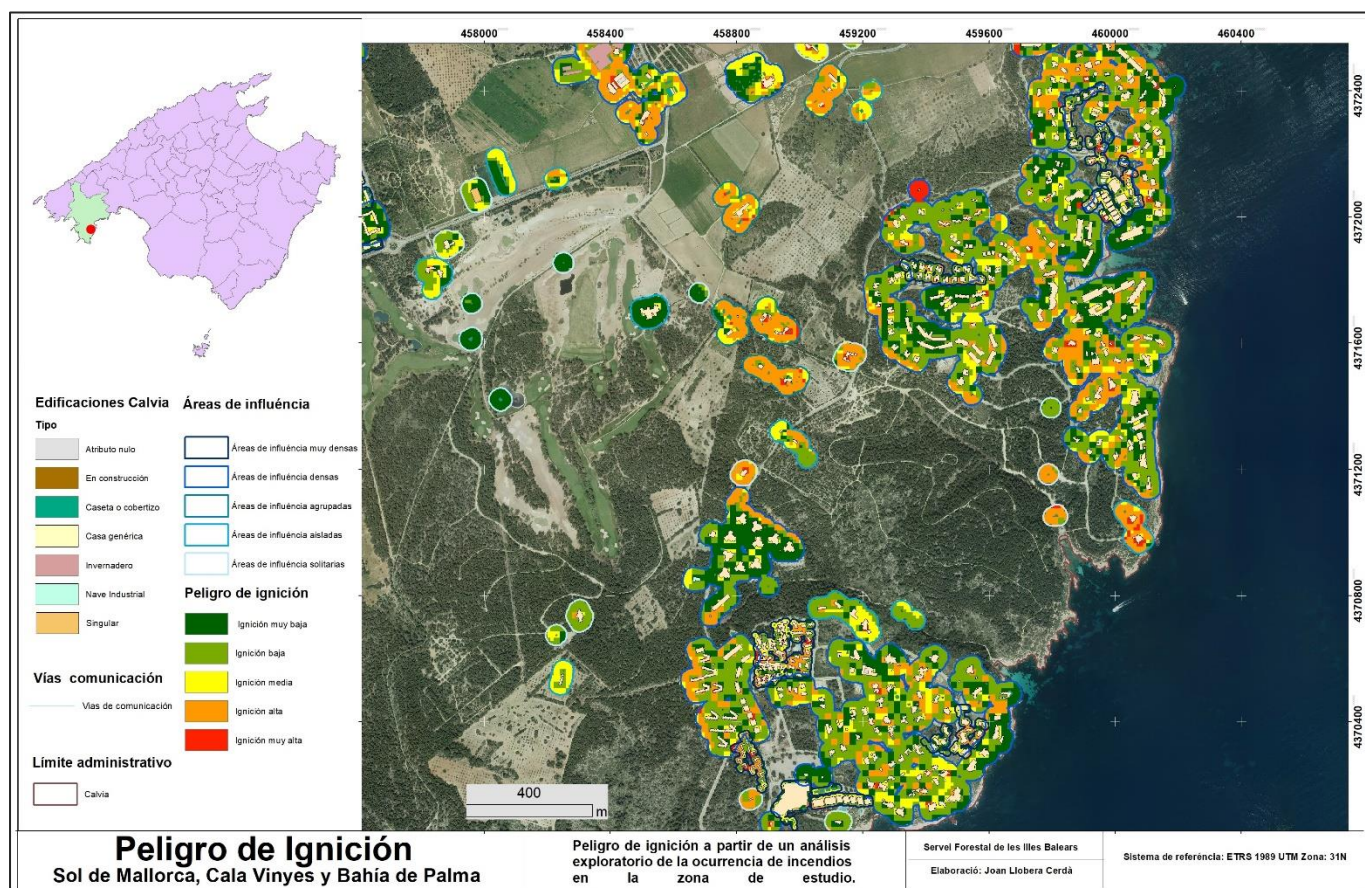


Figura 48. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Sol de Mallorca, Cala Vinyes y Bahía de Palma

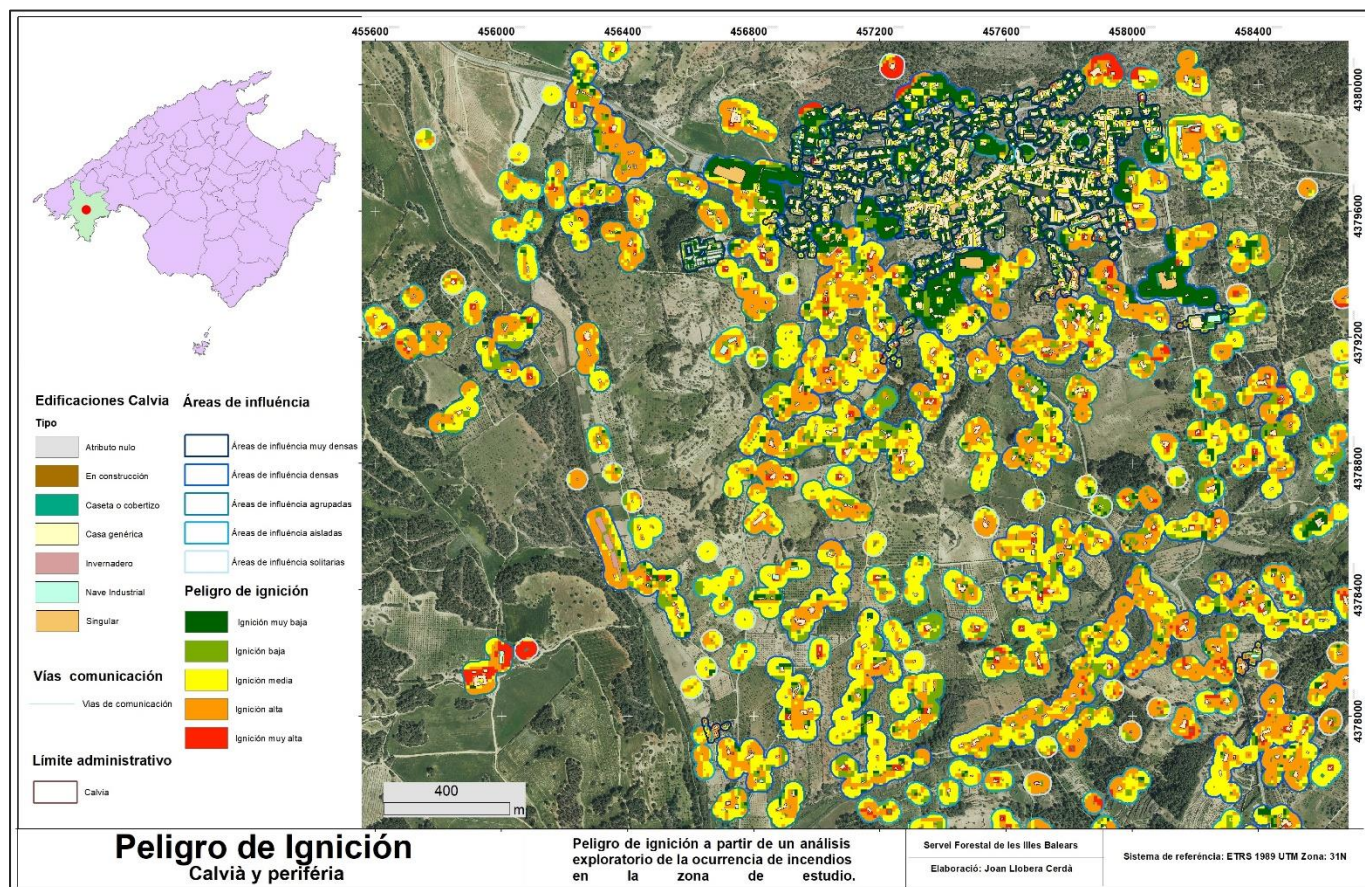


Figura 49. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Calvià y periferia

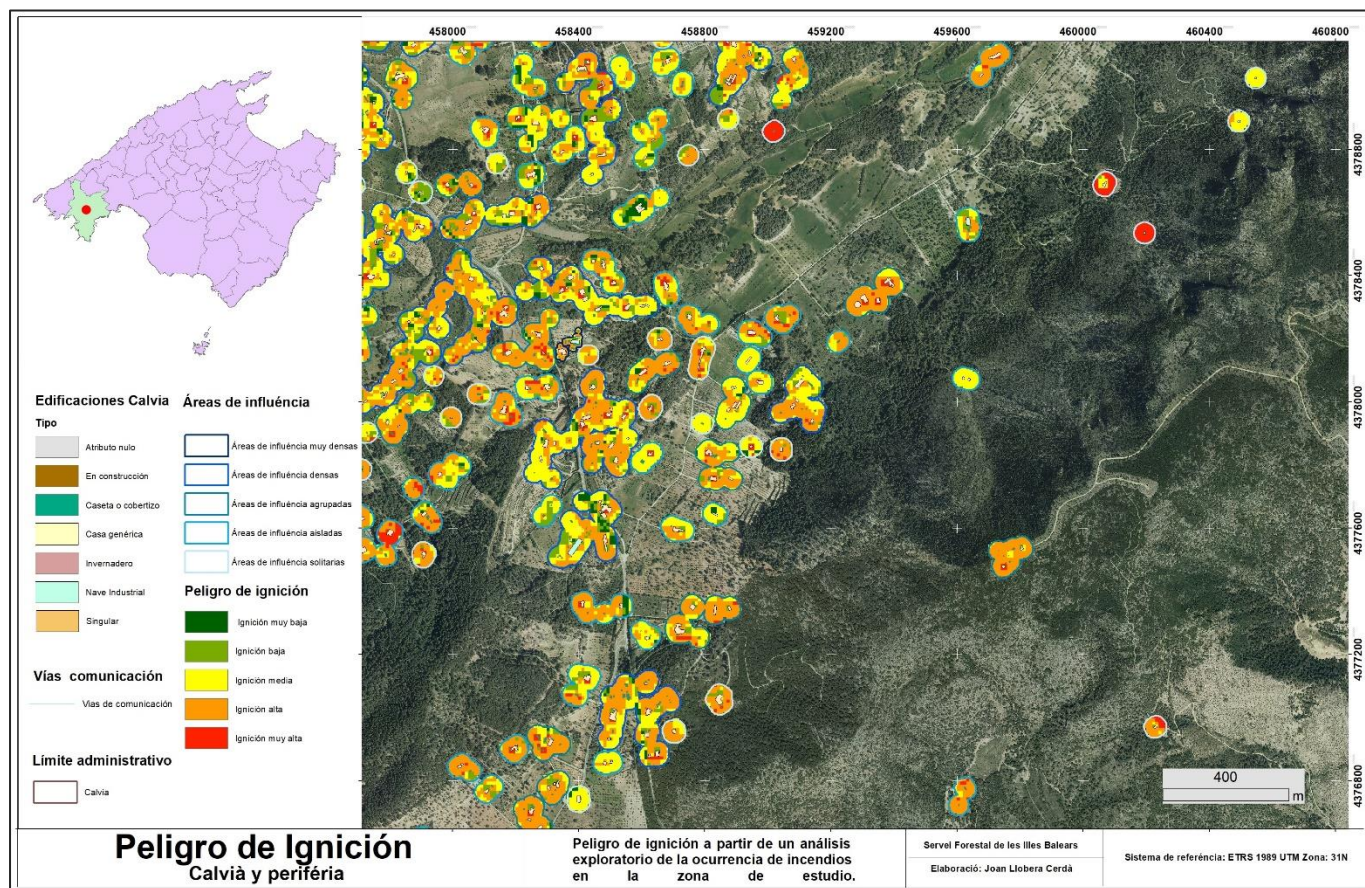


Figura 50. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en la periferia de Calvià

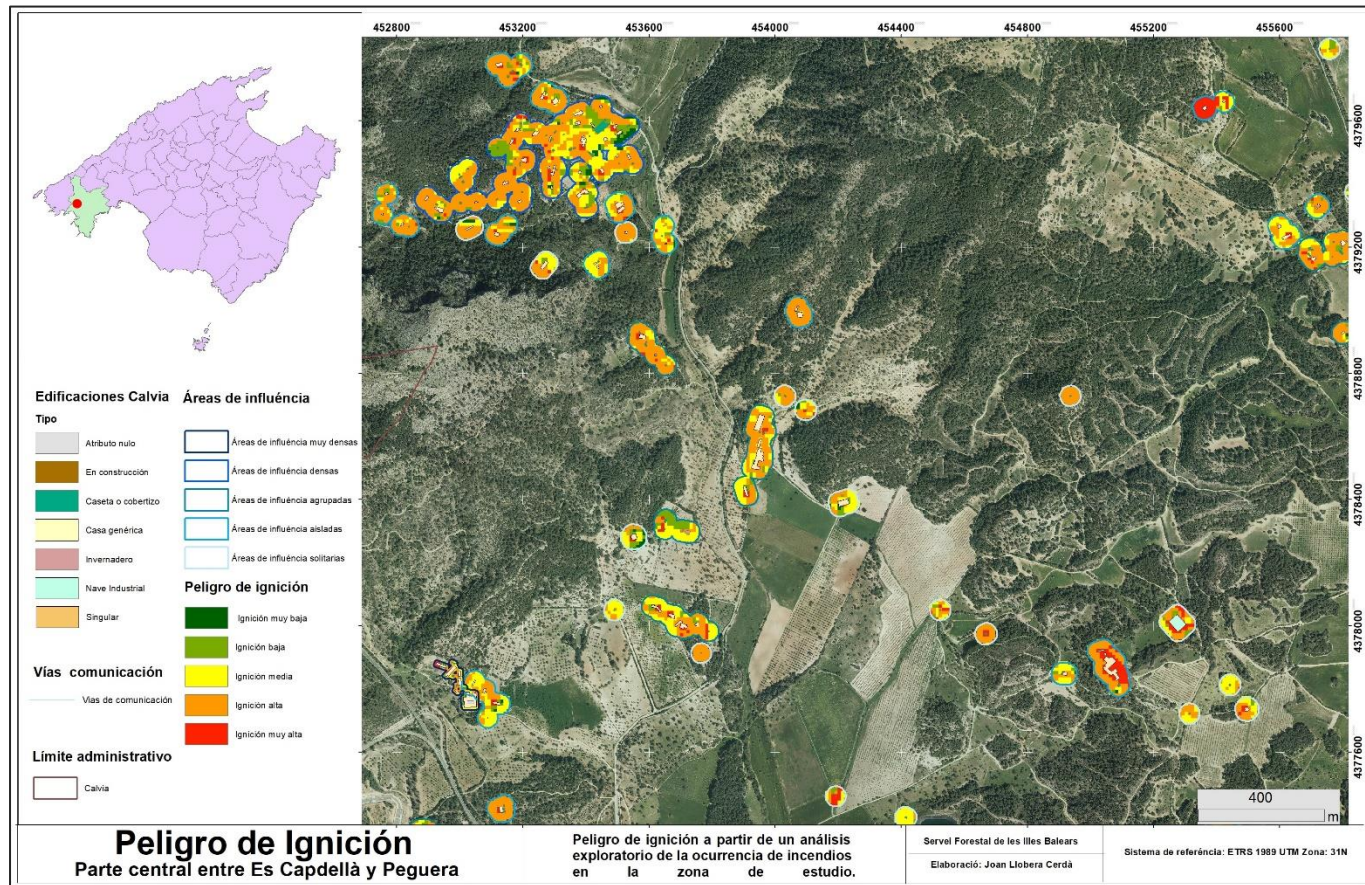


Figura 51. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en la parte central entre Es Capdellà y Peguera.

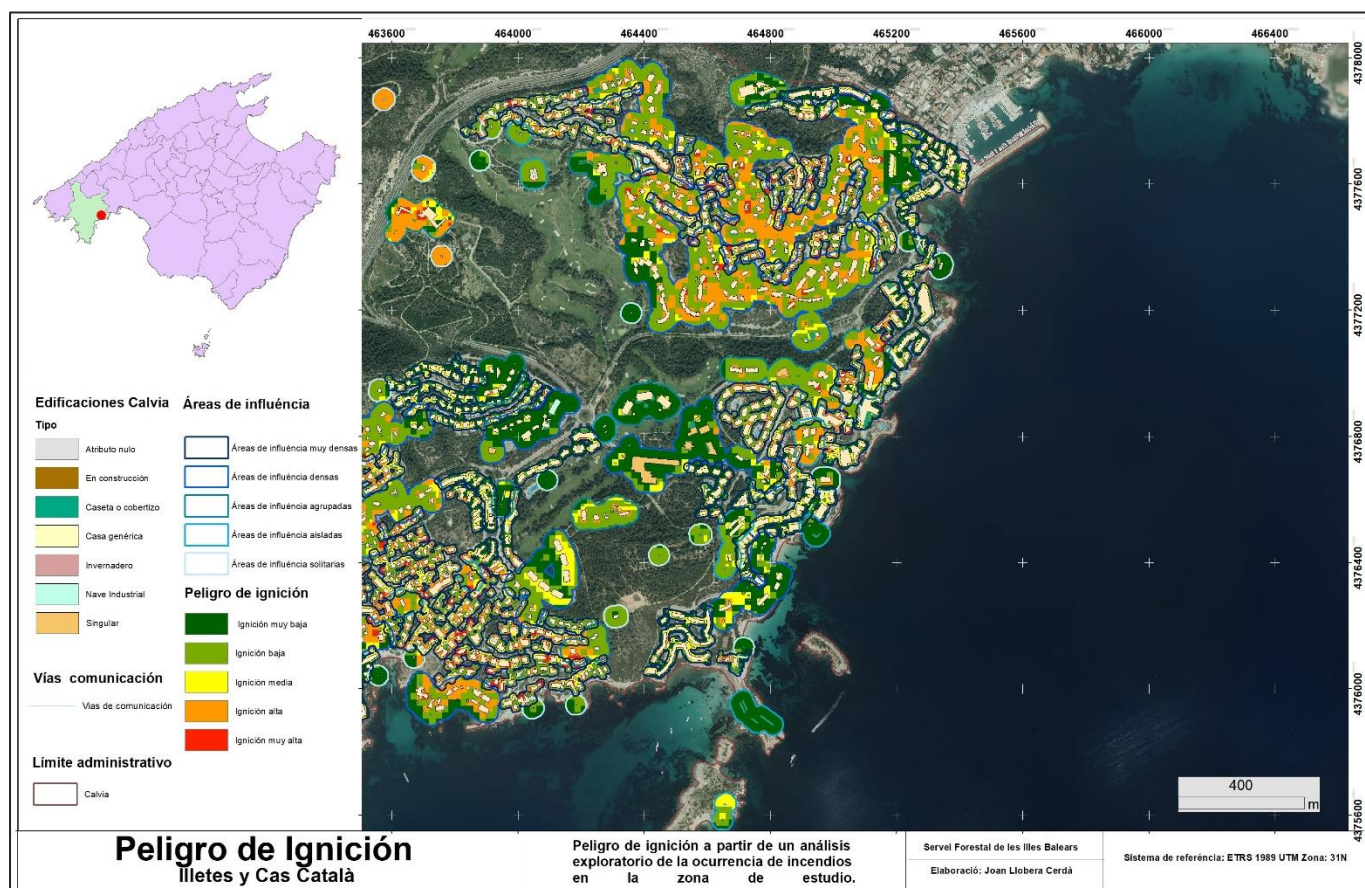


Figura 52. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Illetes y Cas Català

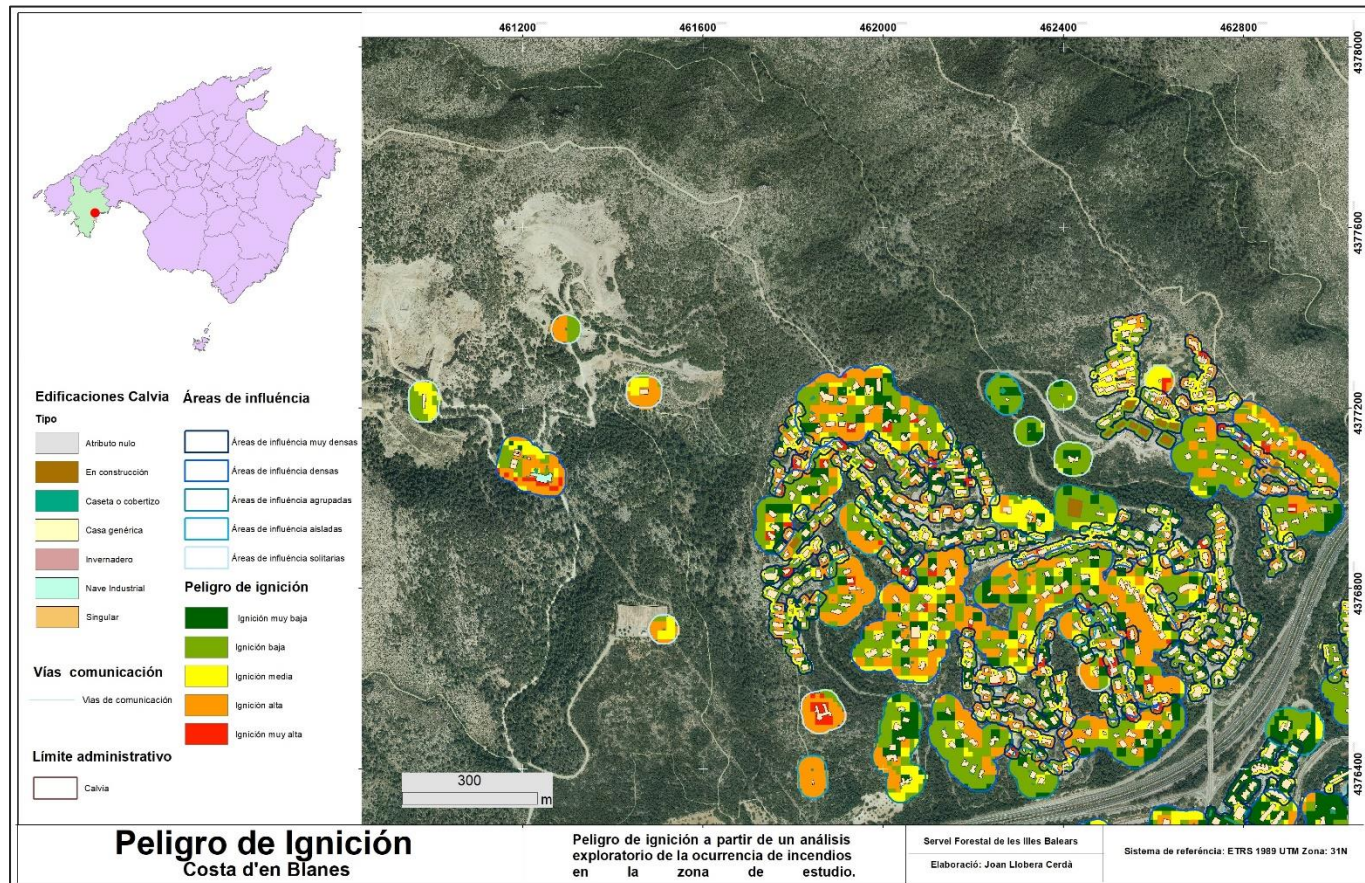


Figura 53. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Costa d'en Blanes

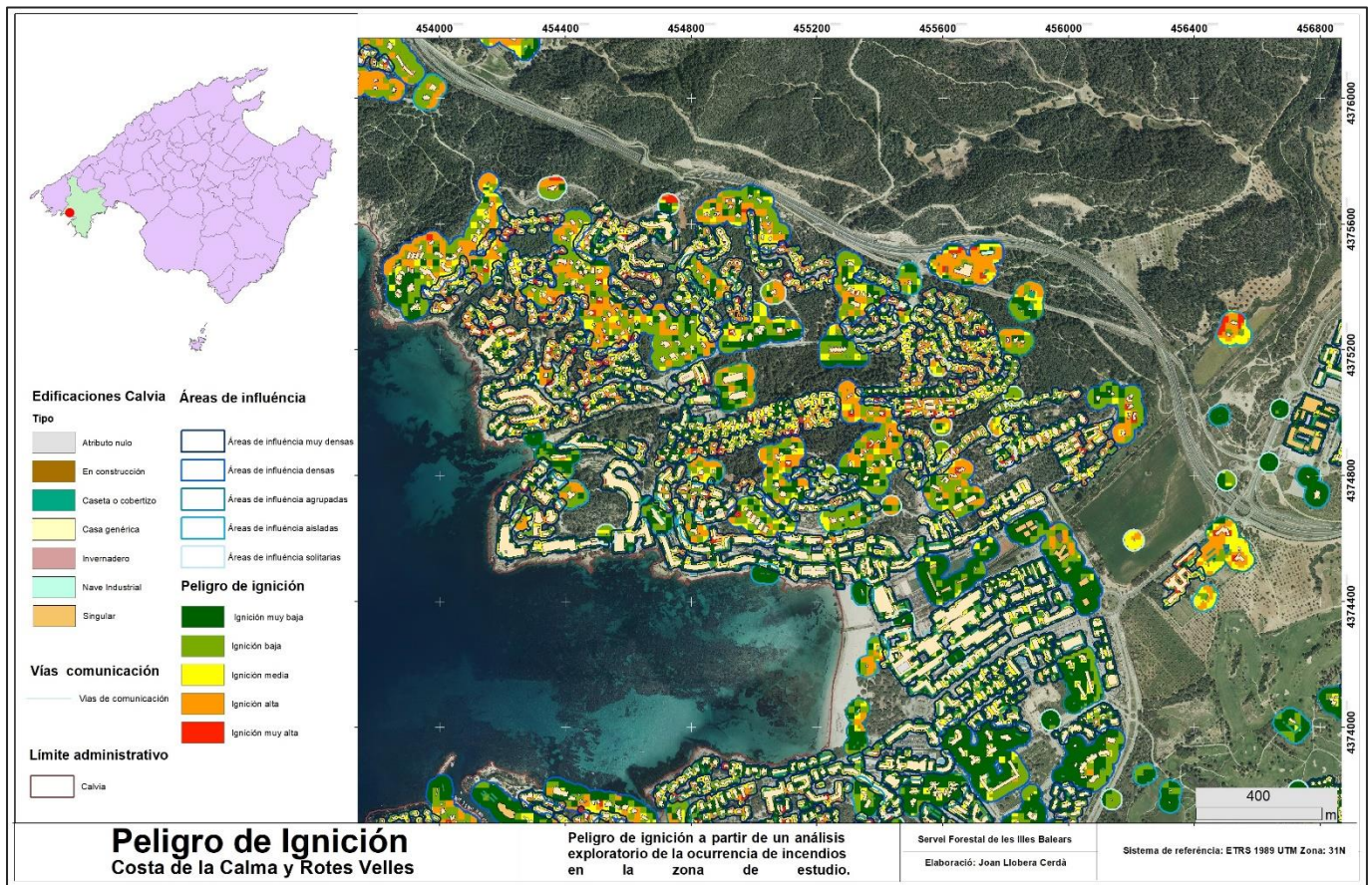


Figura 54. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Costa de la Calma y Rotes Velles

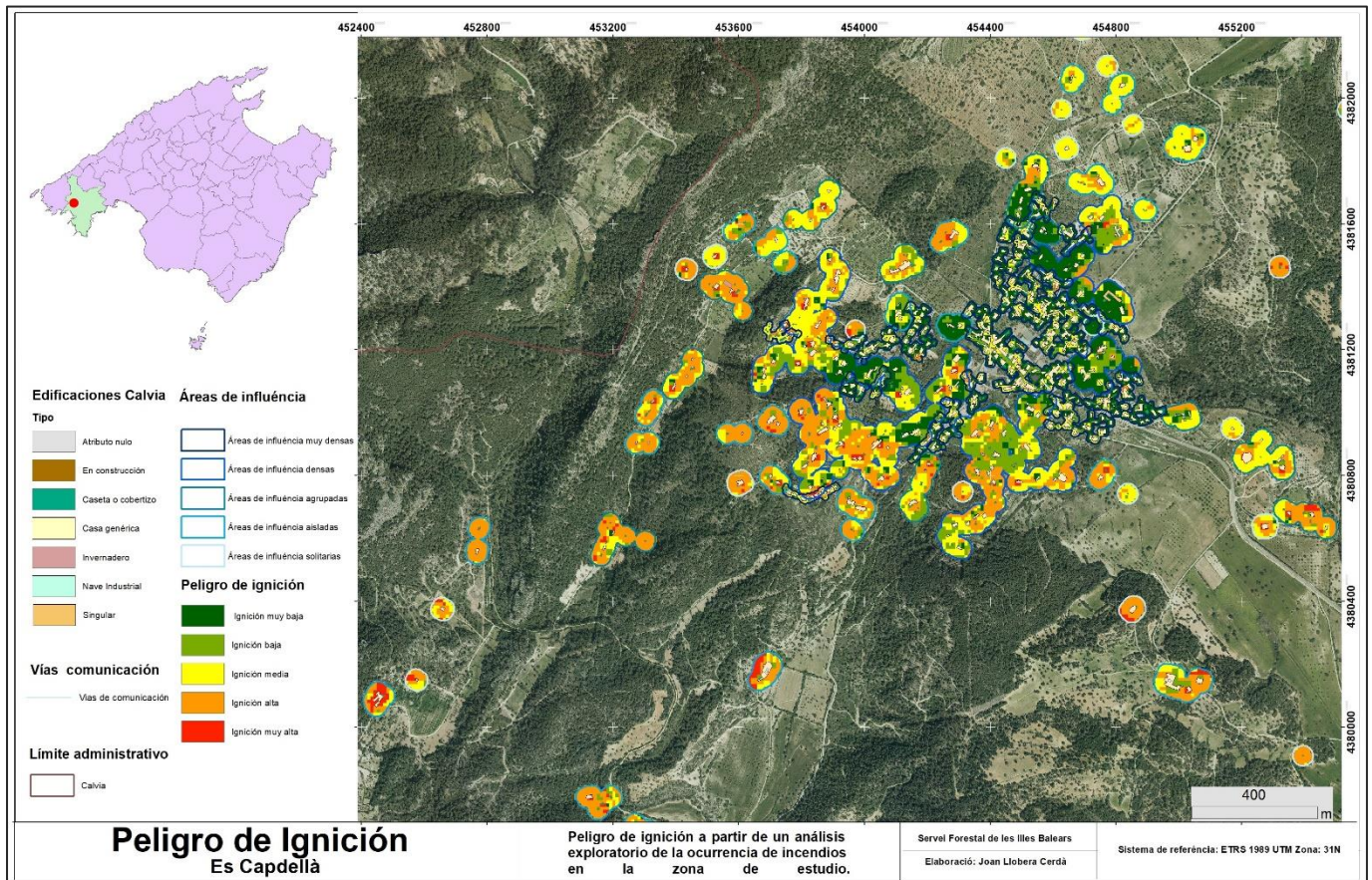


Figura 55. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Es Capdellà

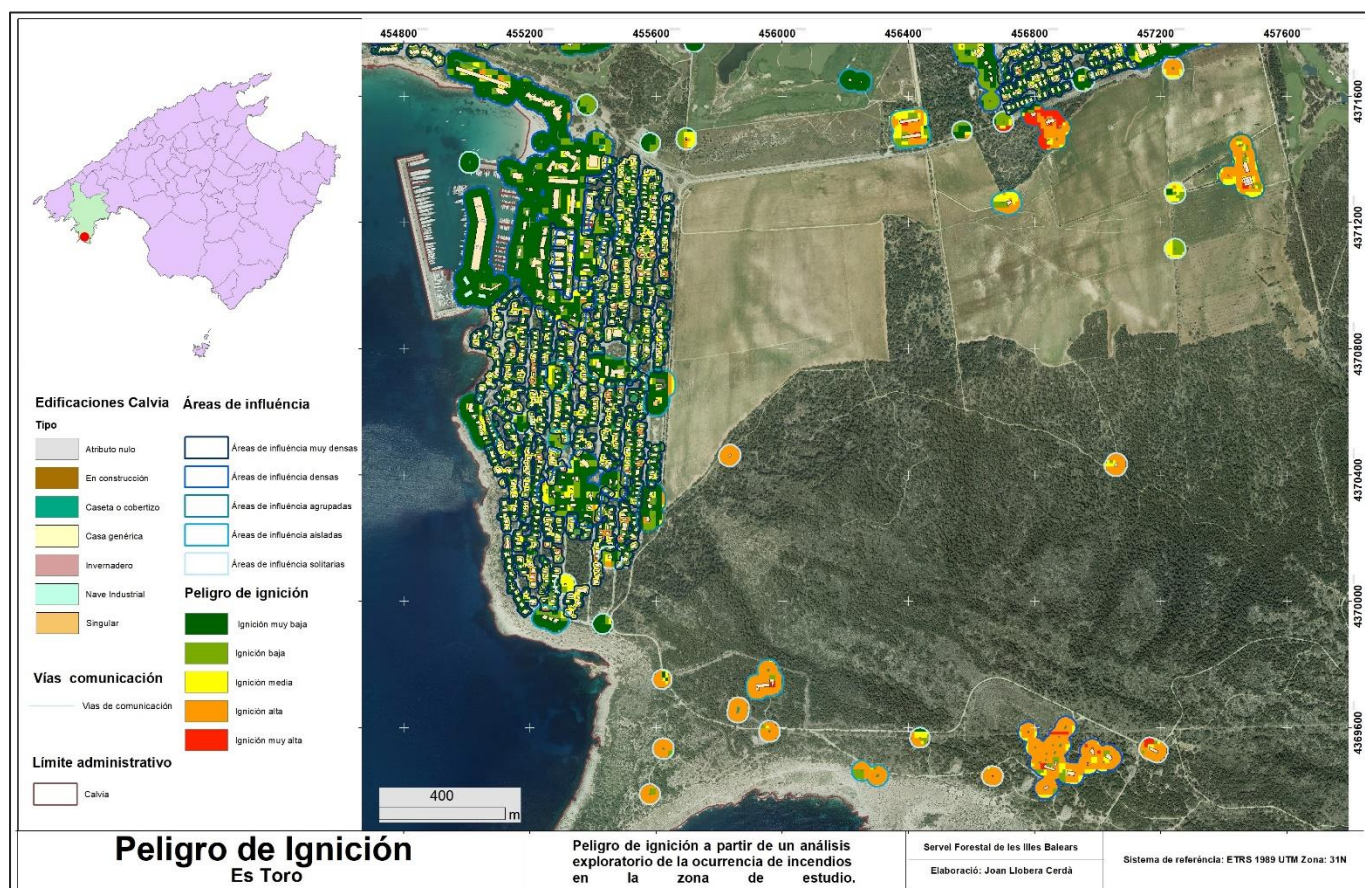


Figura 56. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Es Toro.

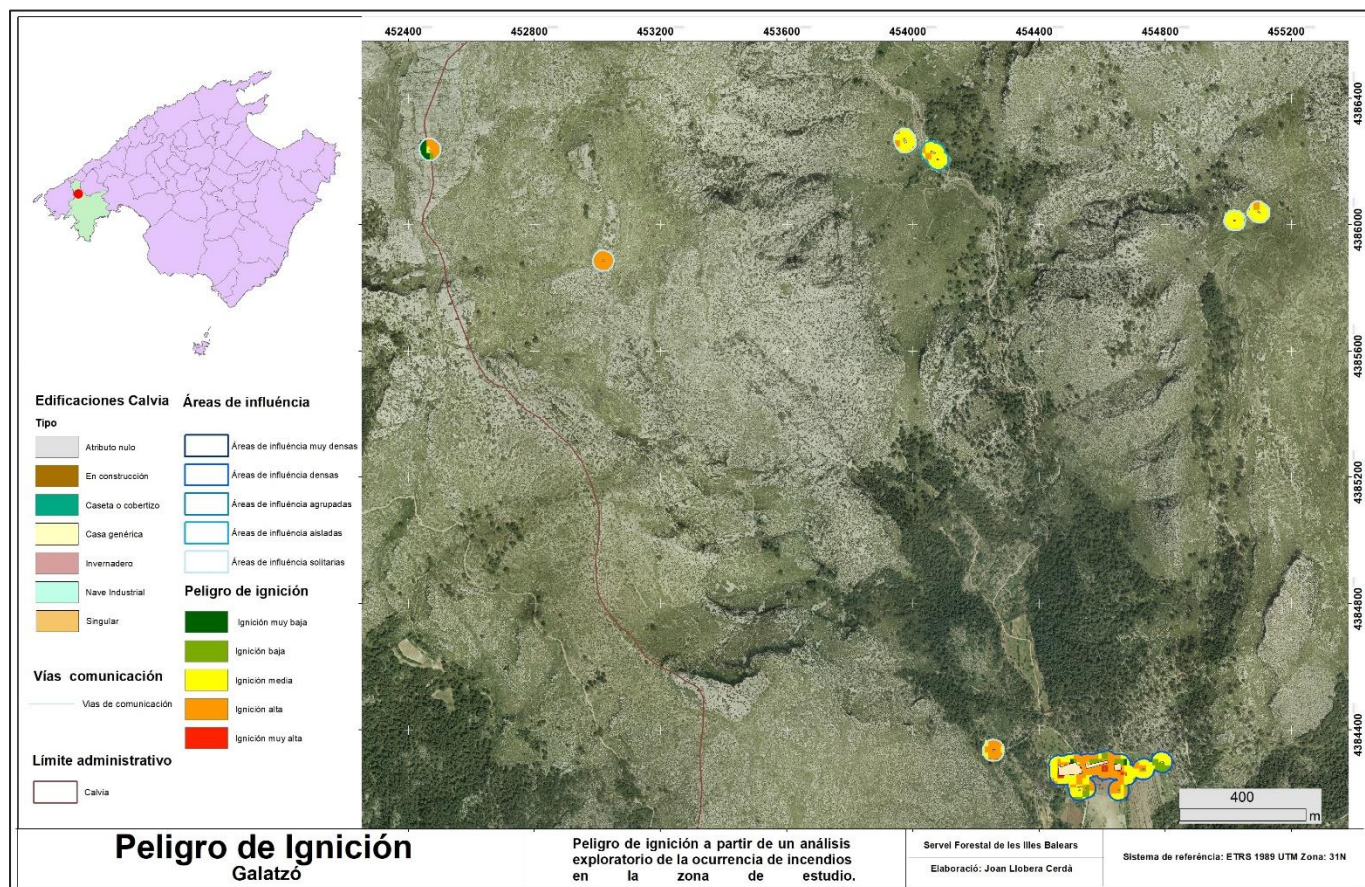


Figura 57. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Galatzó

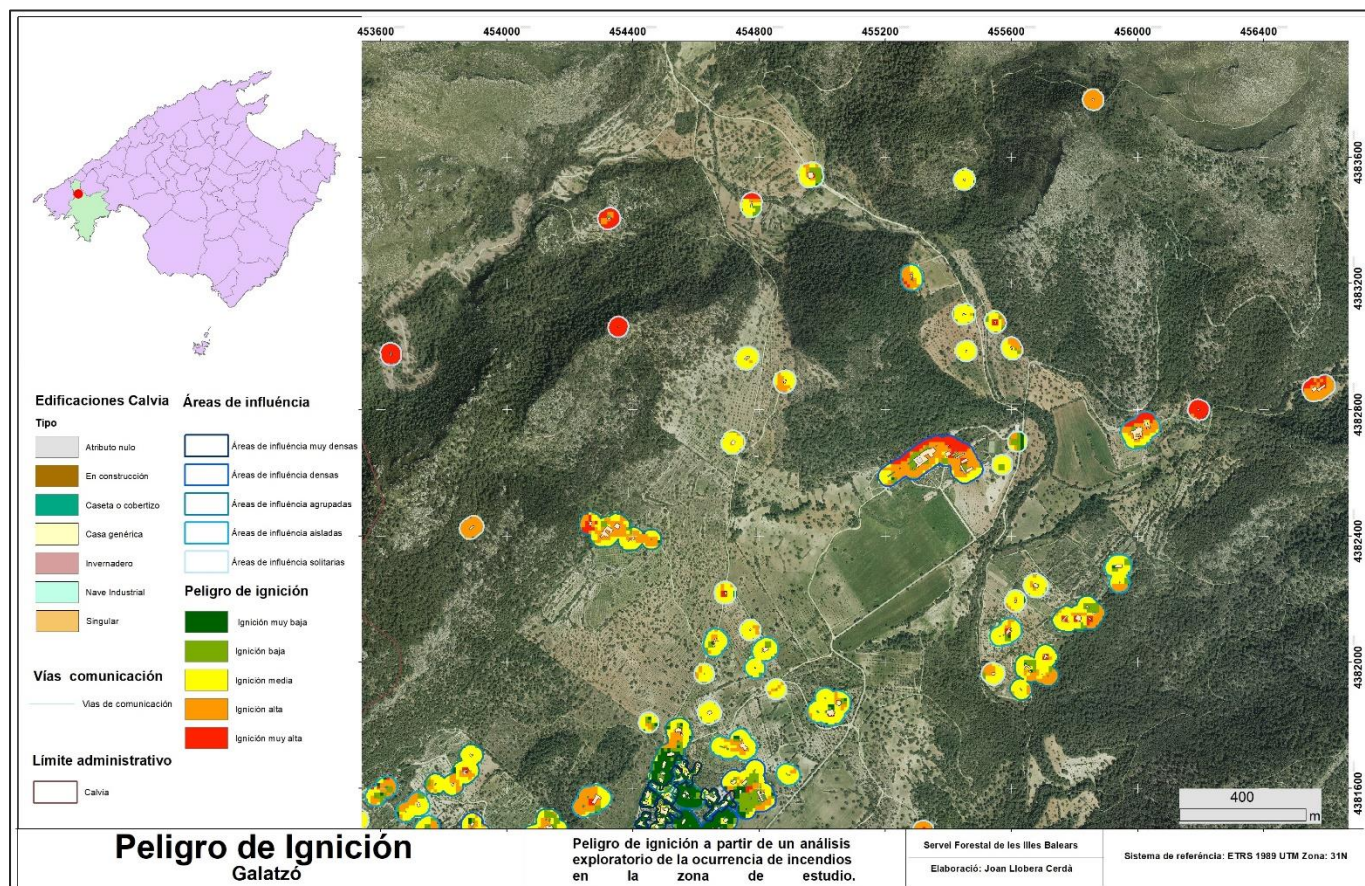


Figura 58. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en la parte Sur del Galatzó.

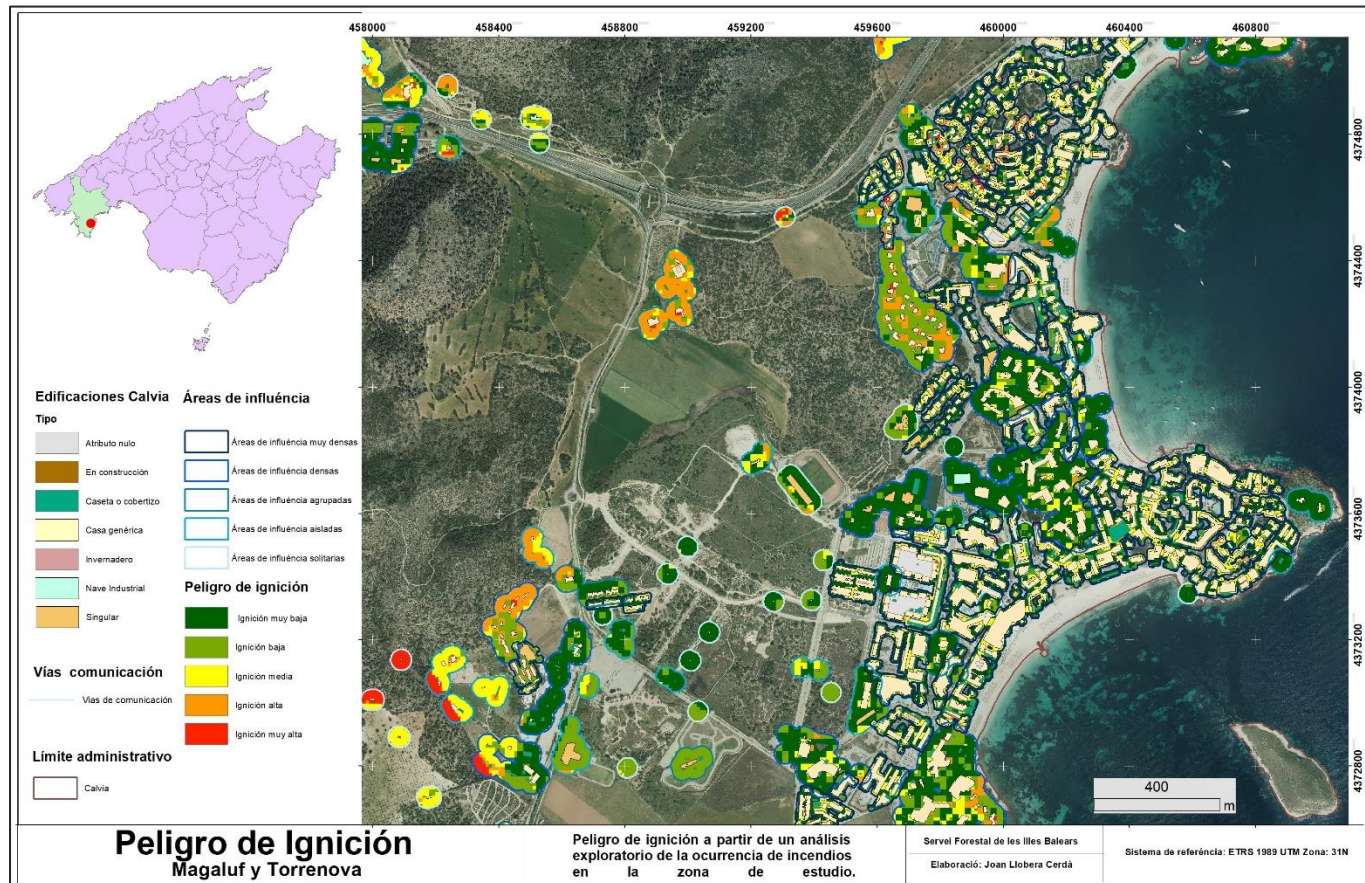


Figura 59. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Magaluf y Torrenova

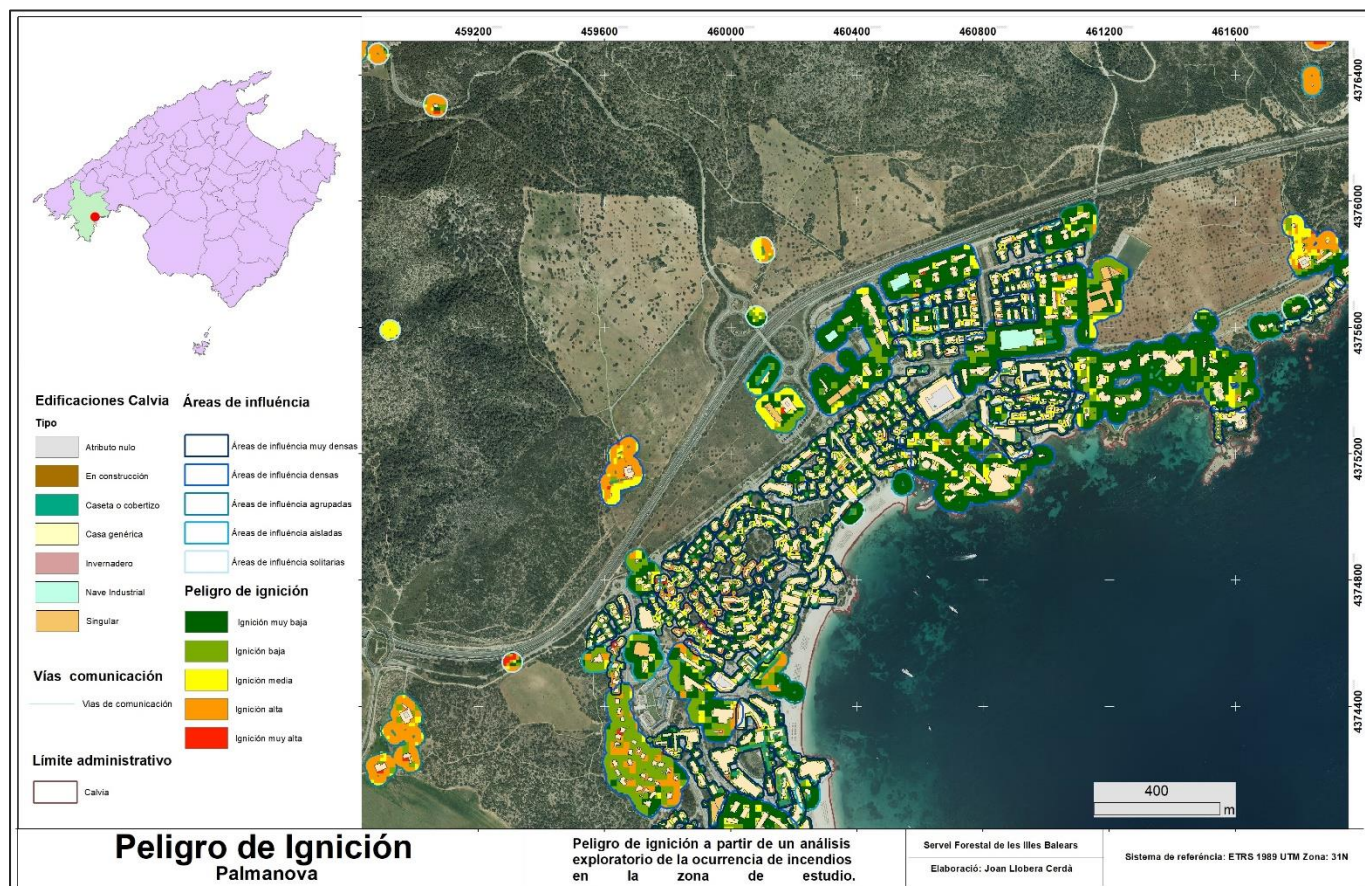


Figura 60. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Palmanova

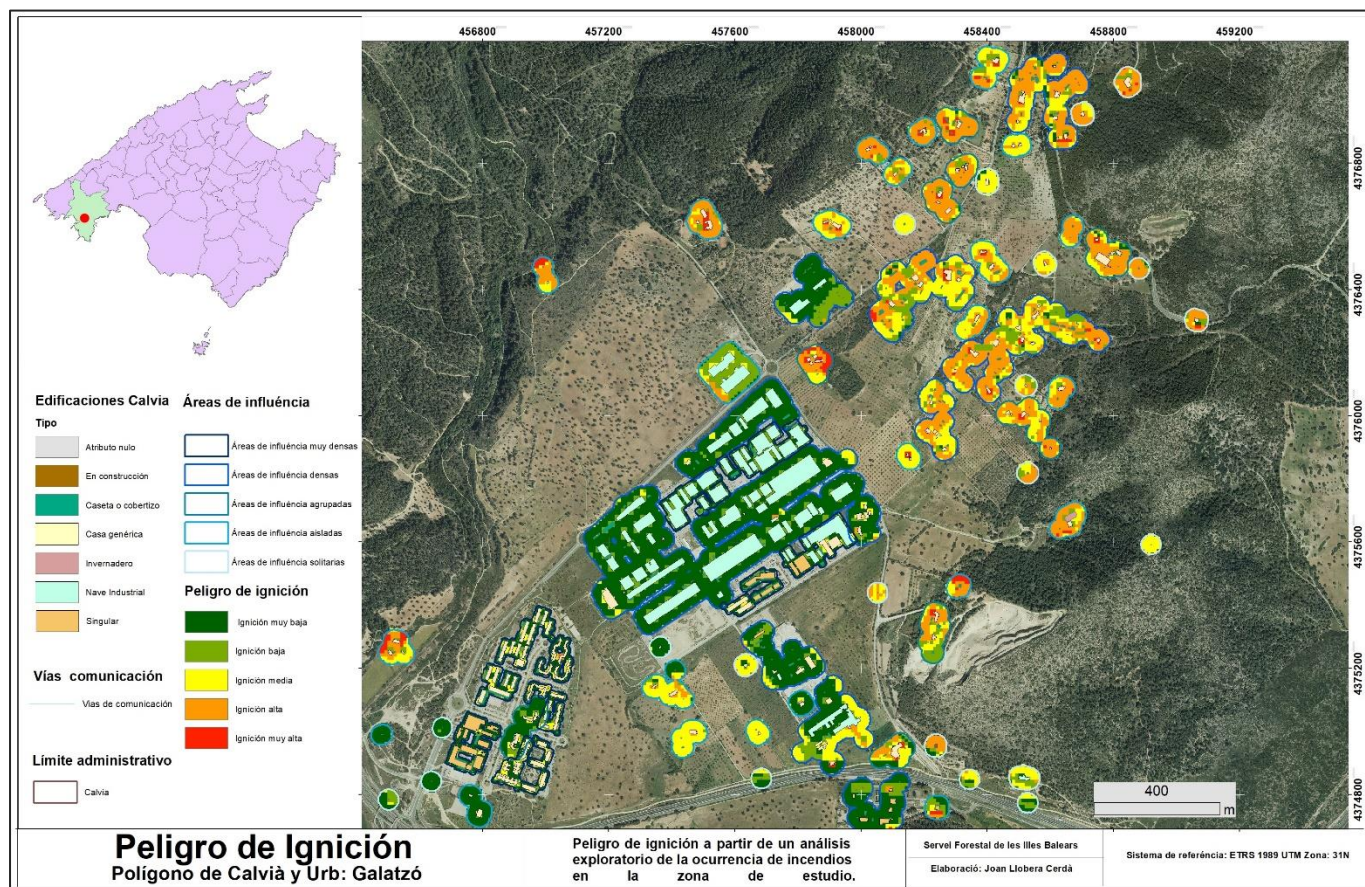


Figura 61. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en el polígono de Calvià y urbanización Galatzó

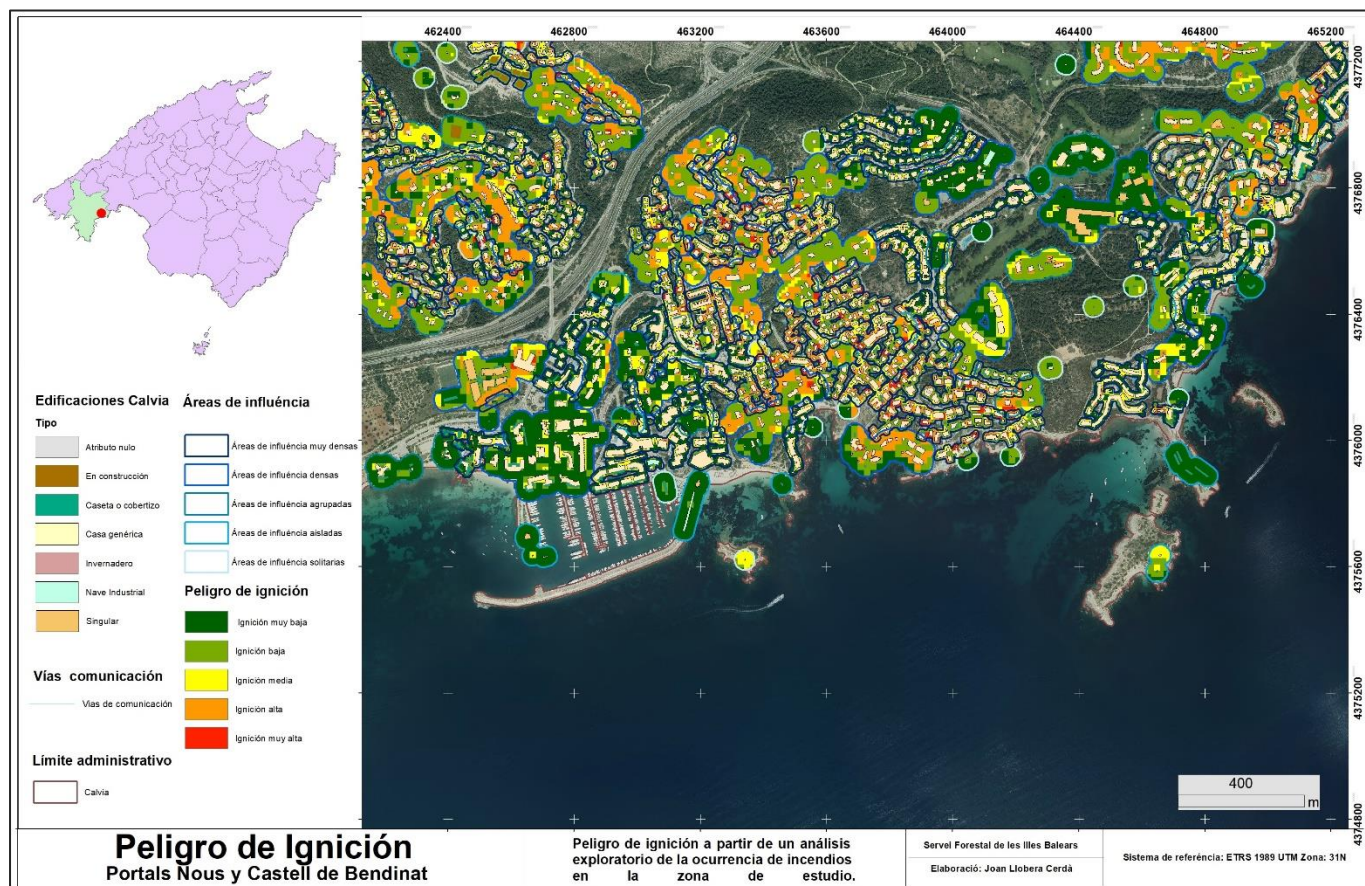


Figura 62. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Portals Nous y Castell de Bendinat.

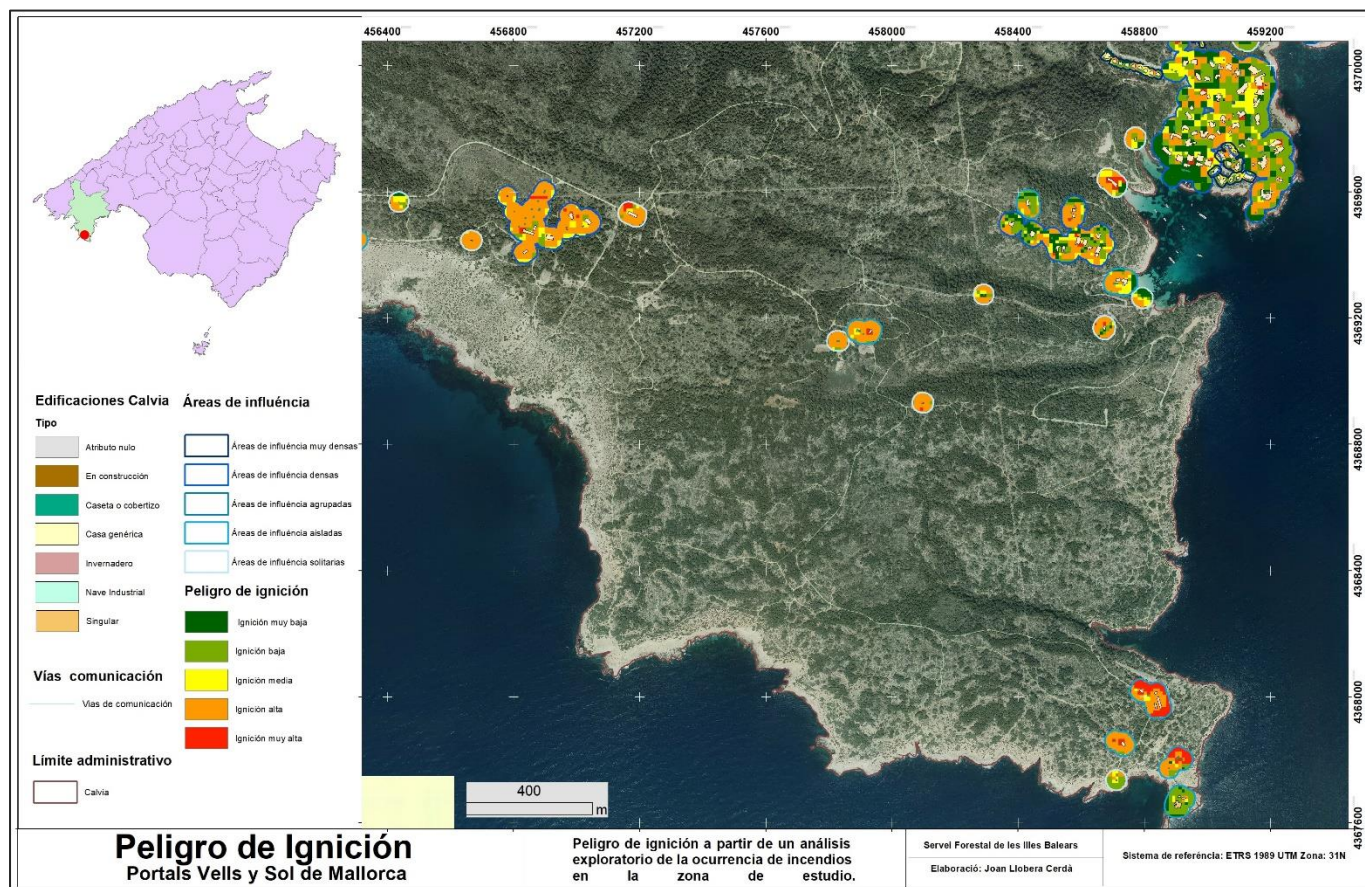


Figura 63. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Portals Vells y Sol de Mallorca

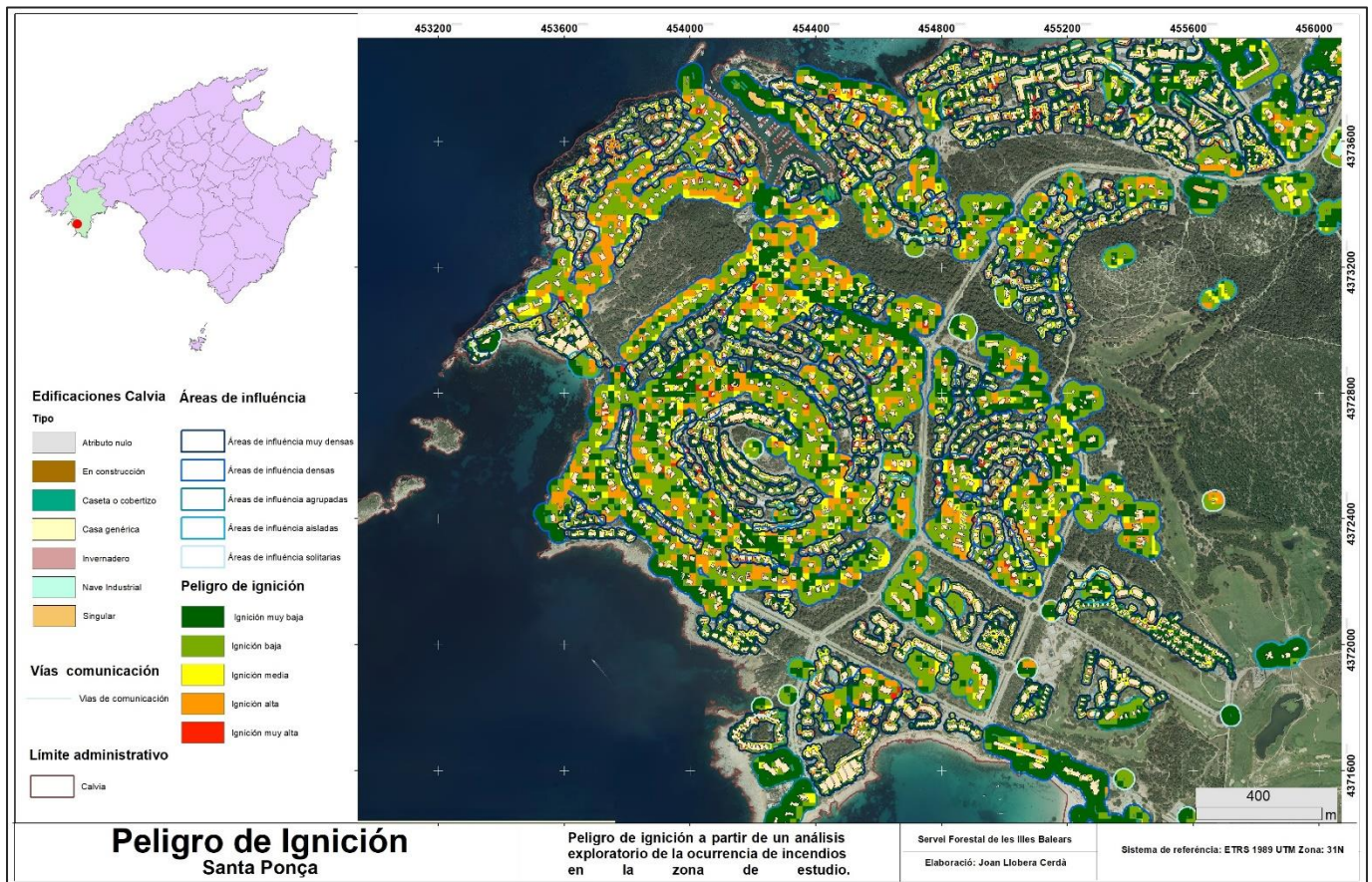


Figura 64. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Santa Ponça

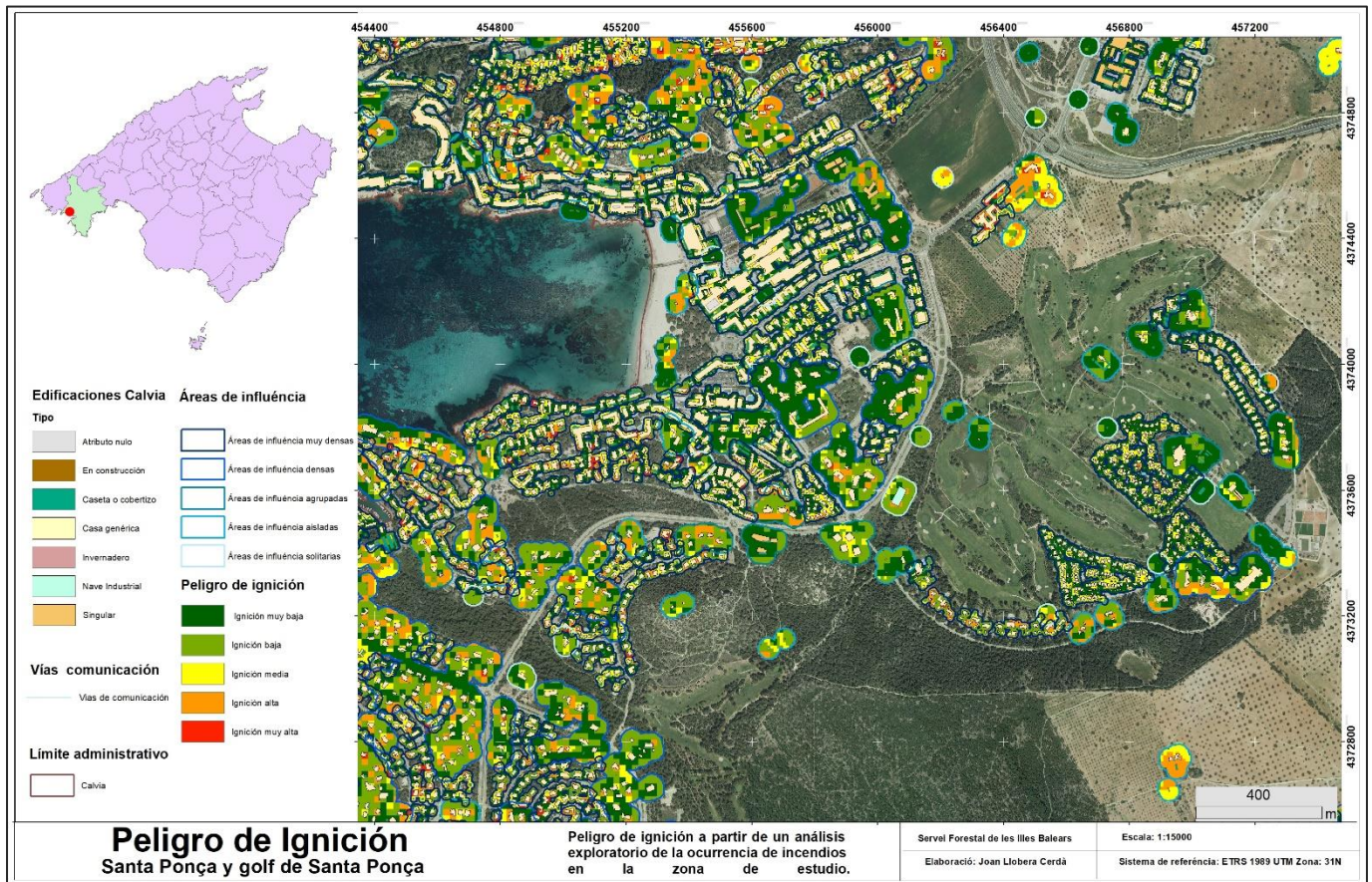


Figura 65. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en la parte Noreste y golf de Santa Ponça

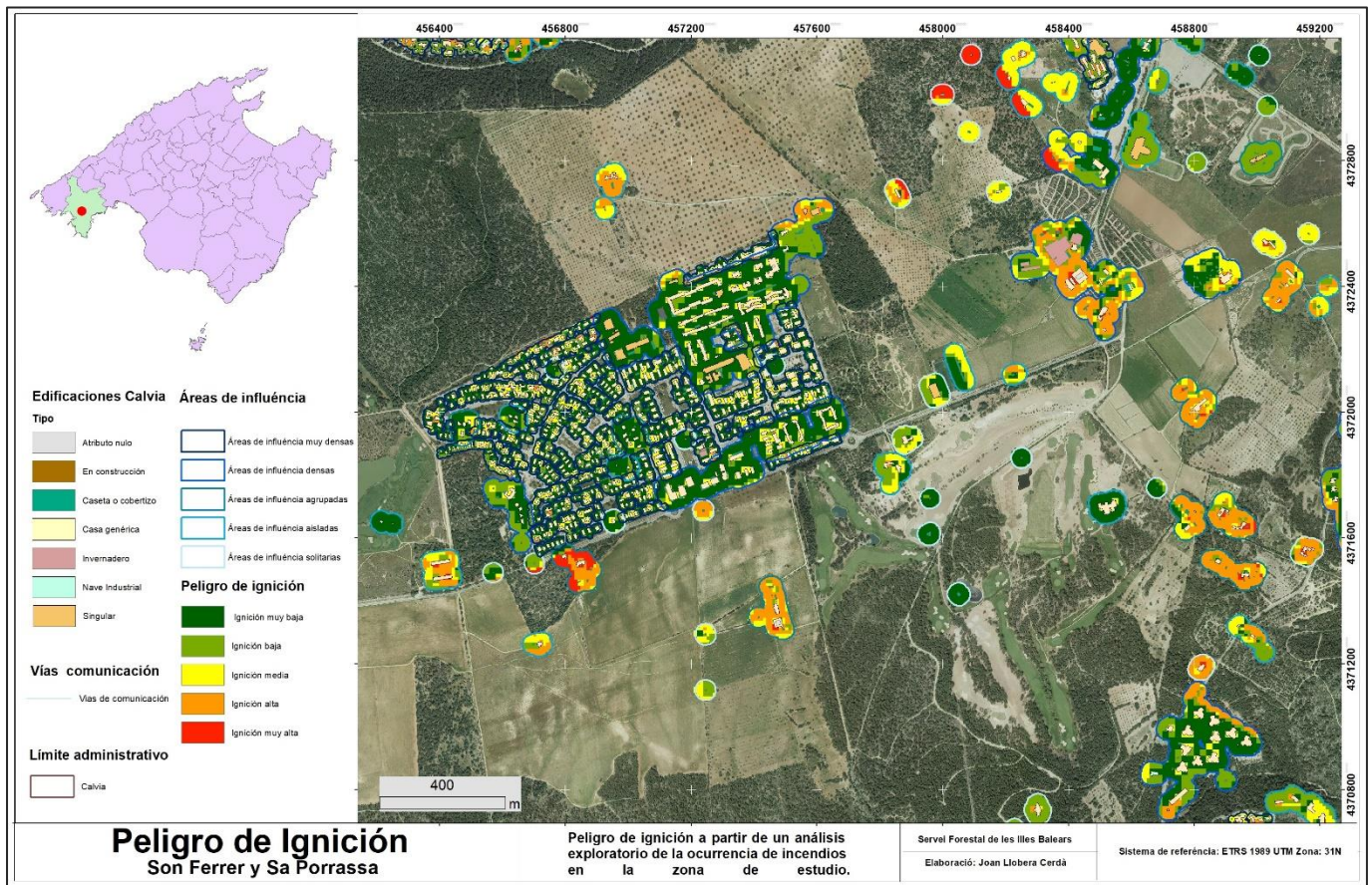


Figura 66. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Son Ferrer y Sa Porrassa

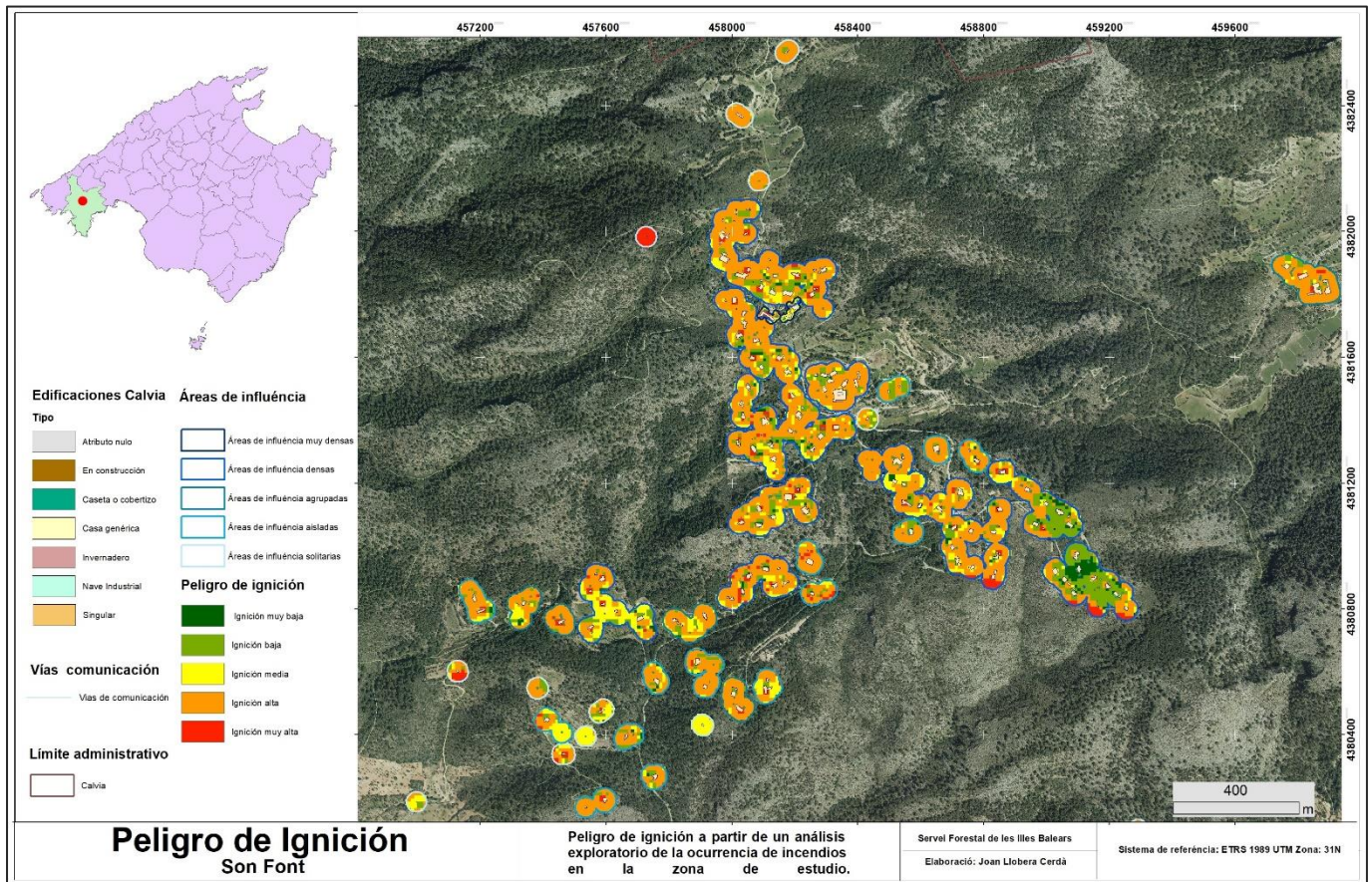


Figura 67. Peligro de ignición en zonas de IUF/IAUF en Son Font.

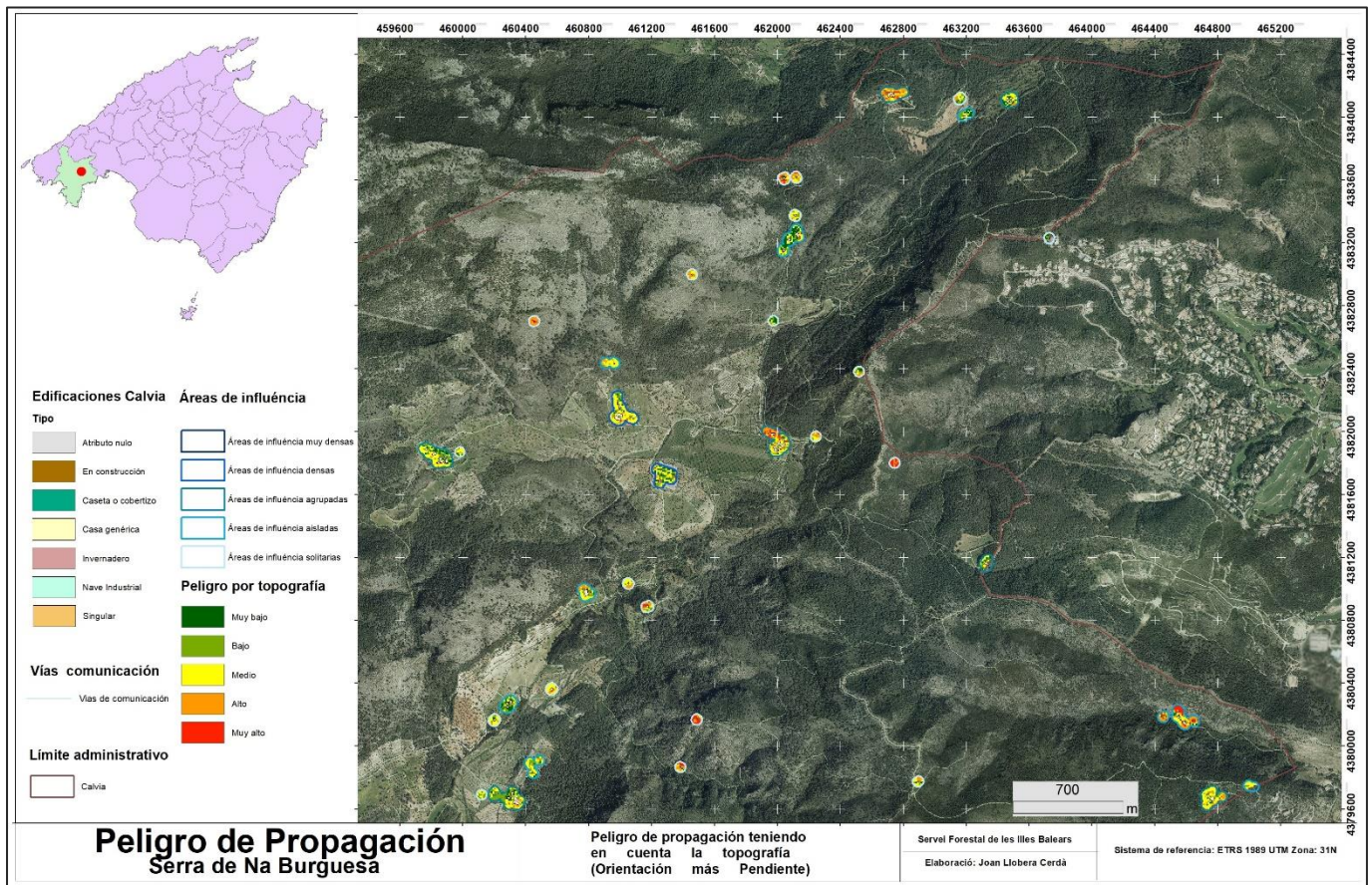


Figura 69. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Serra de Na Burguesa.

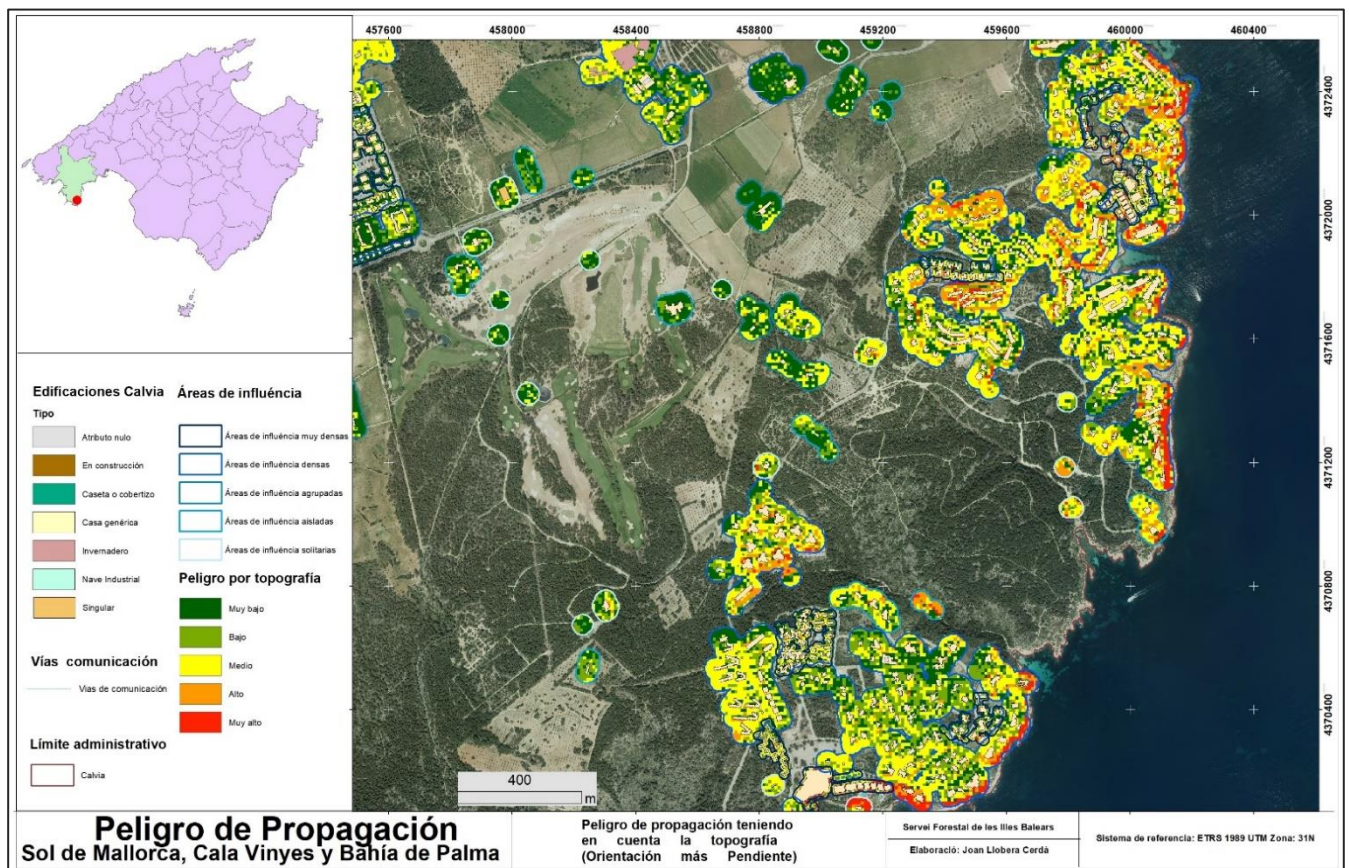


Figura 70. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Sol de Mallorca, Cala Vinyes y Bahía de Palma.

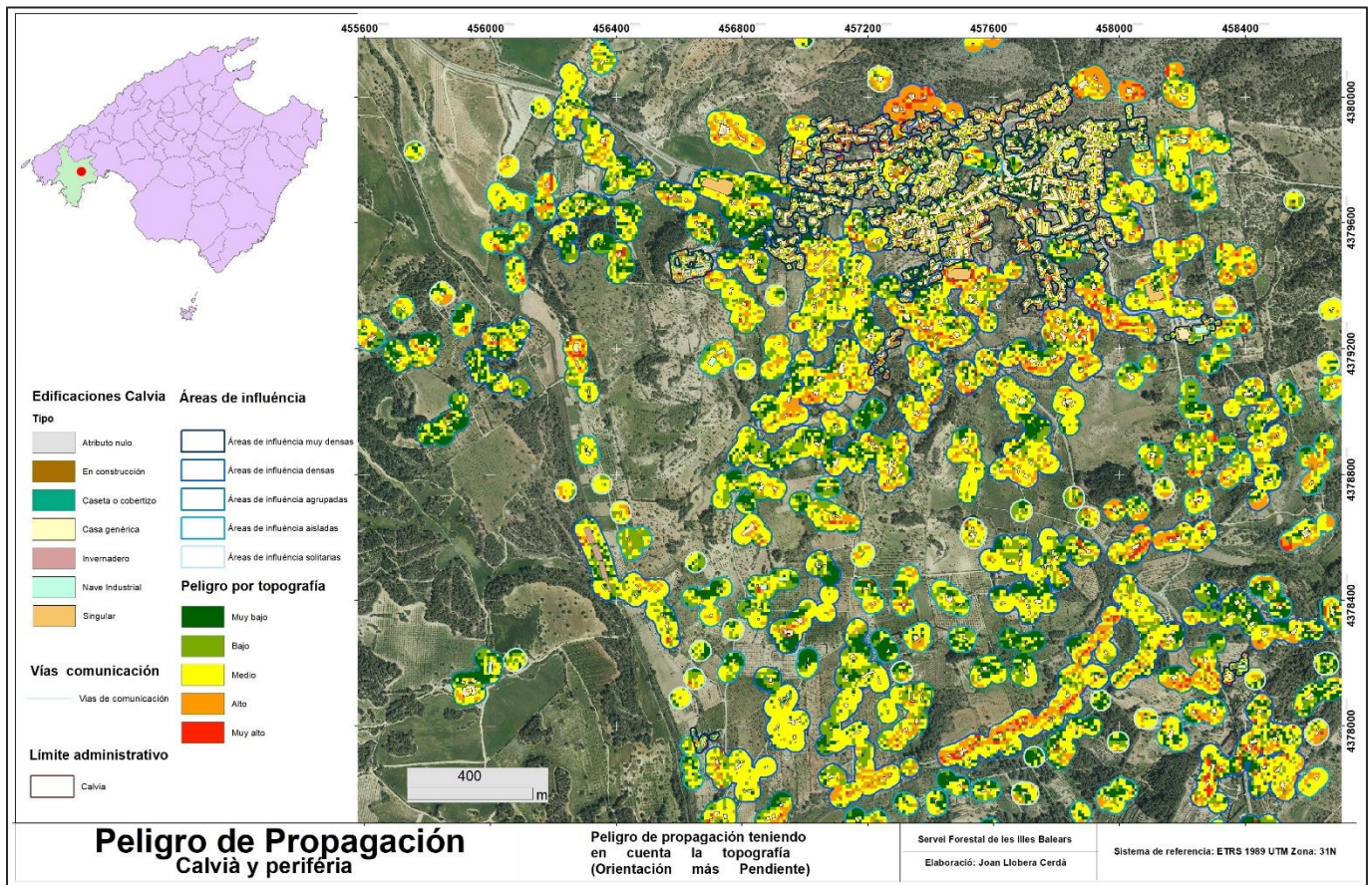


Figura 71. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Calvià y su periferia.

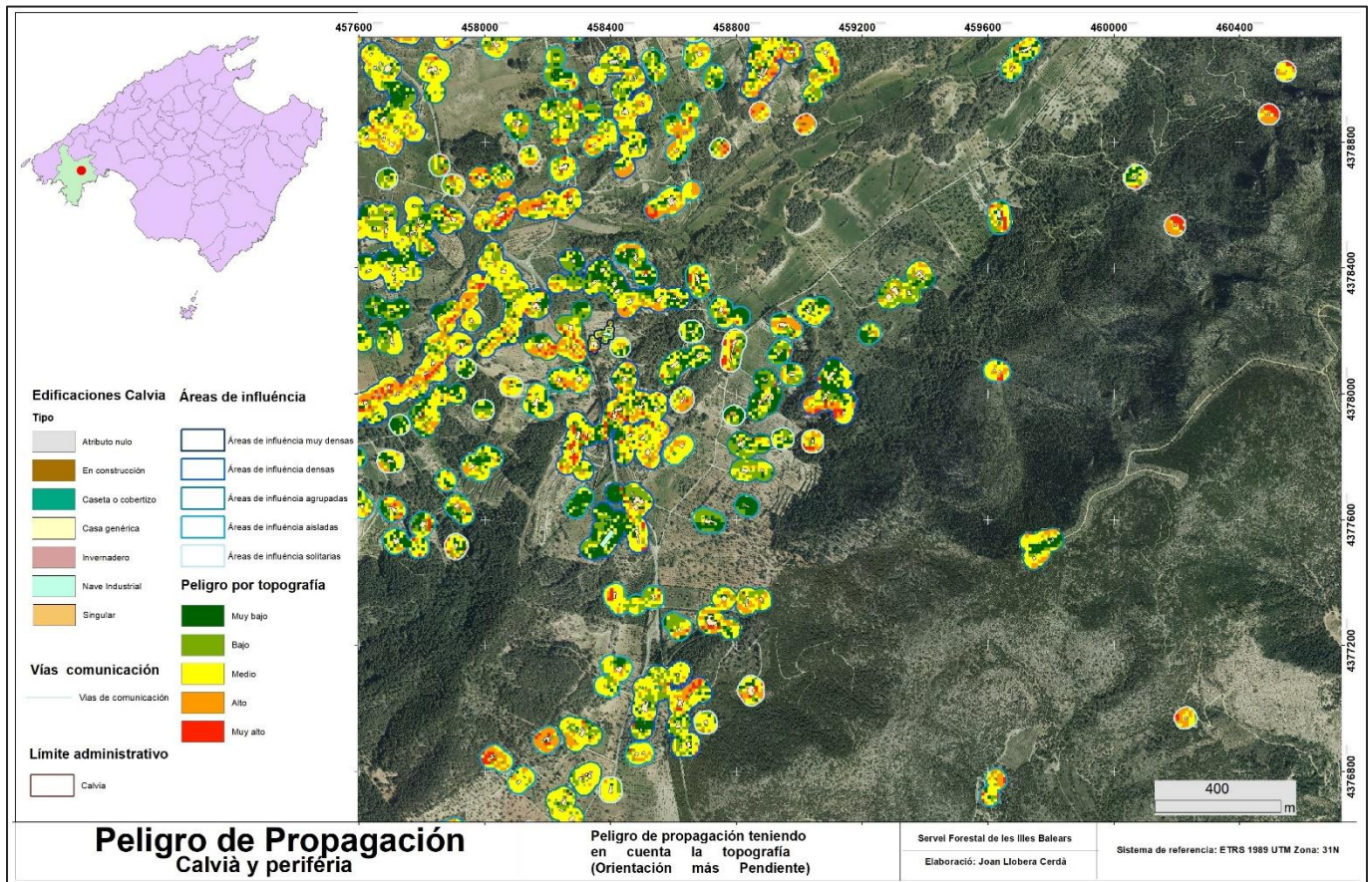


Figura 72. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en la periferia de Calvià

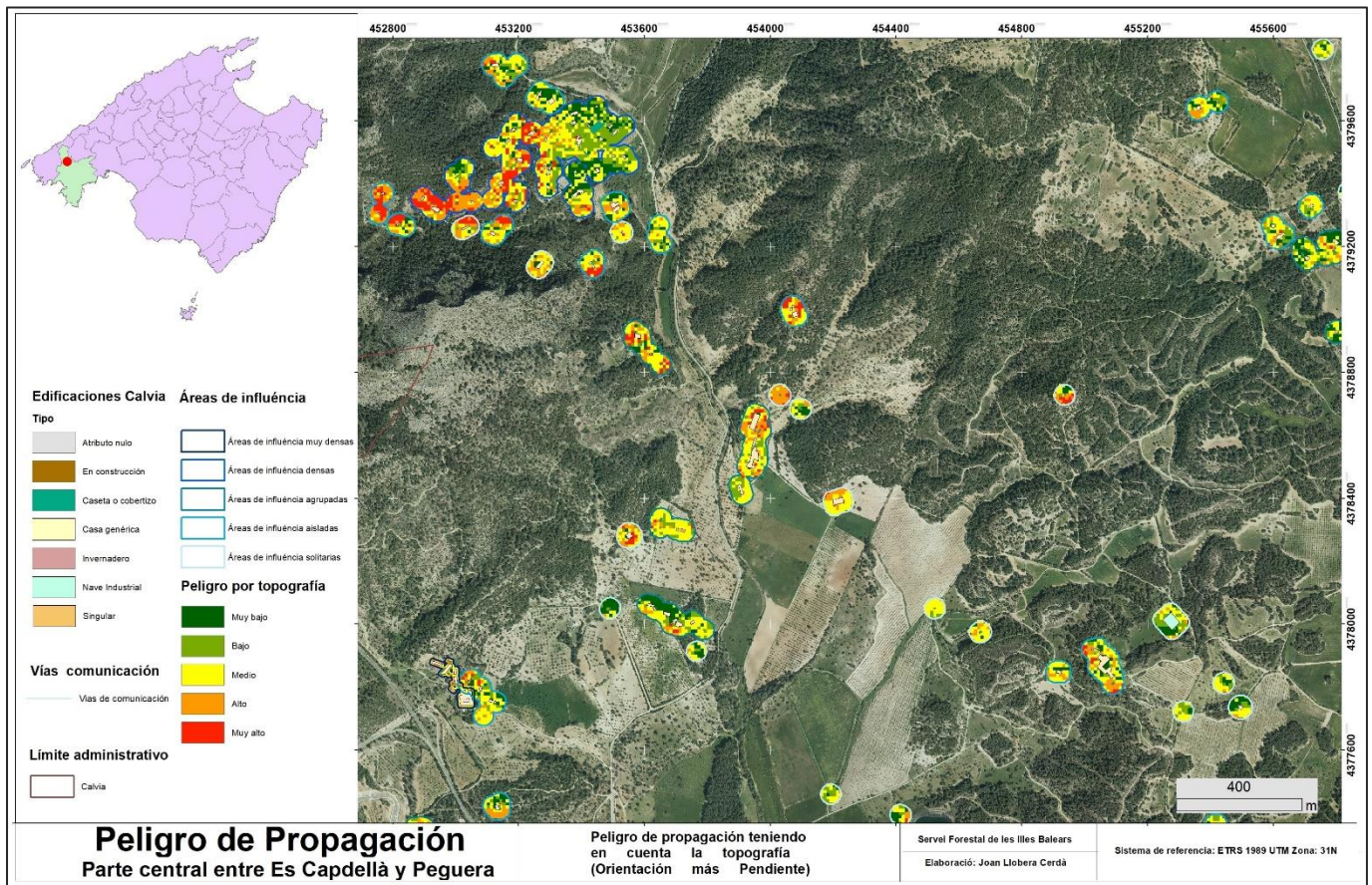


Figura 73. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en la parte central entre Es Capdellà y Peguera.

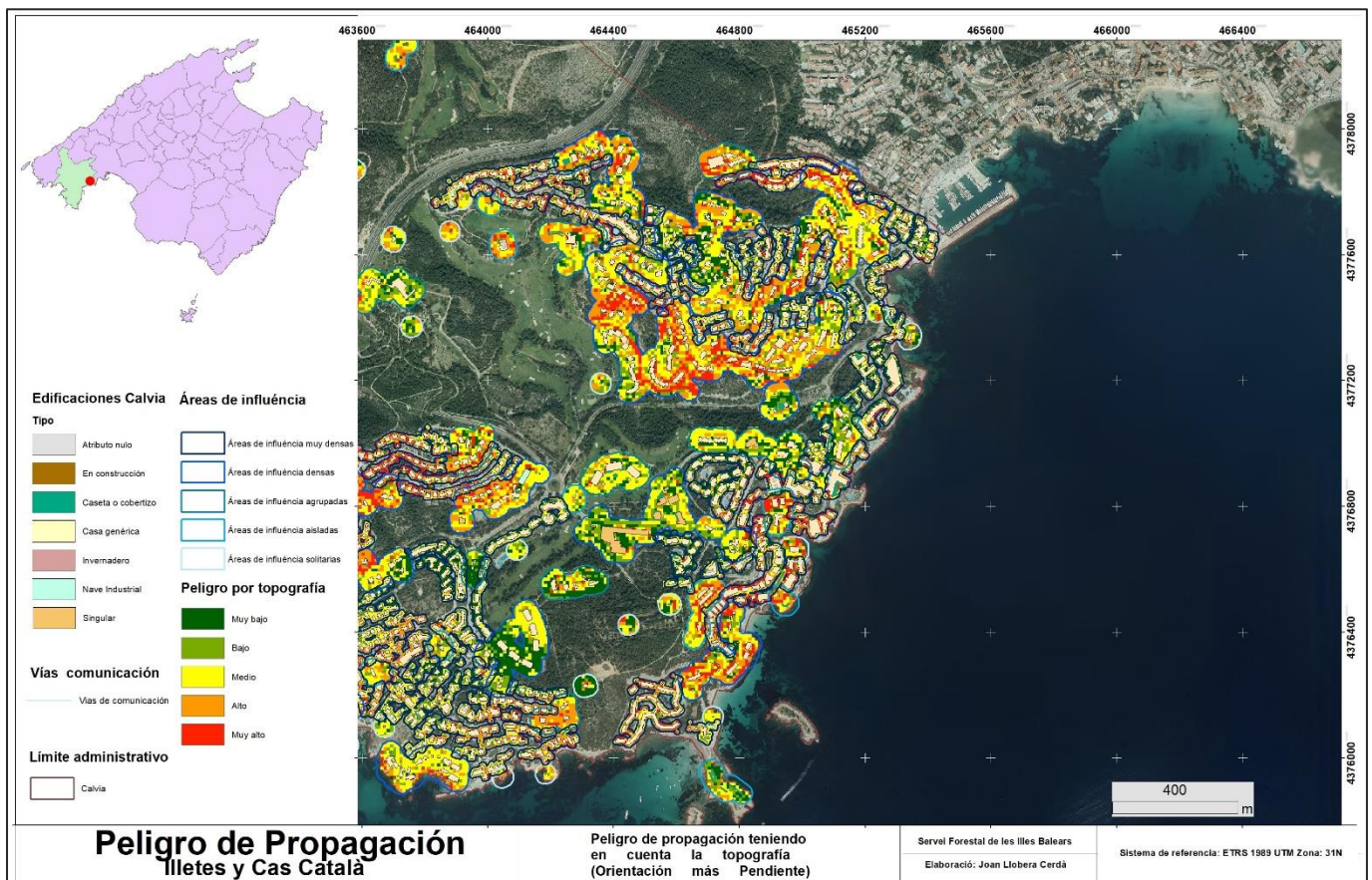


Figura 74. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Illetes y Cas Català.

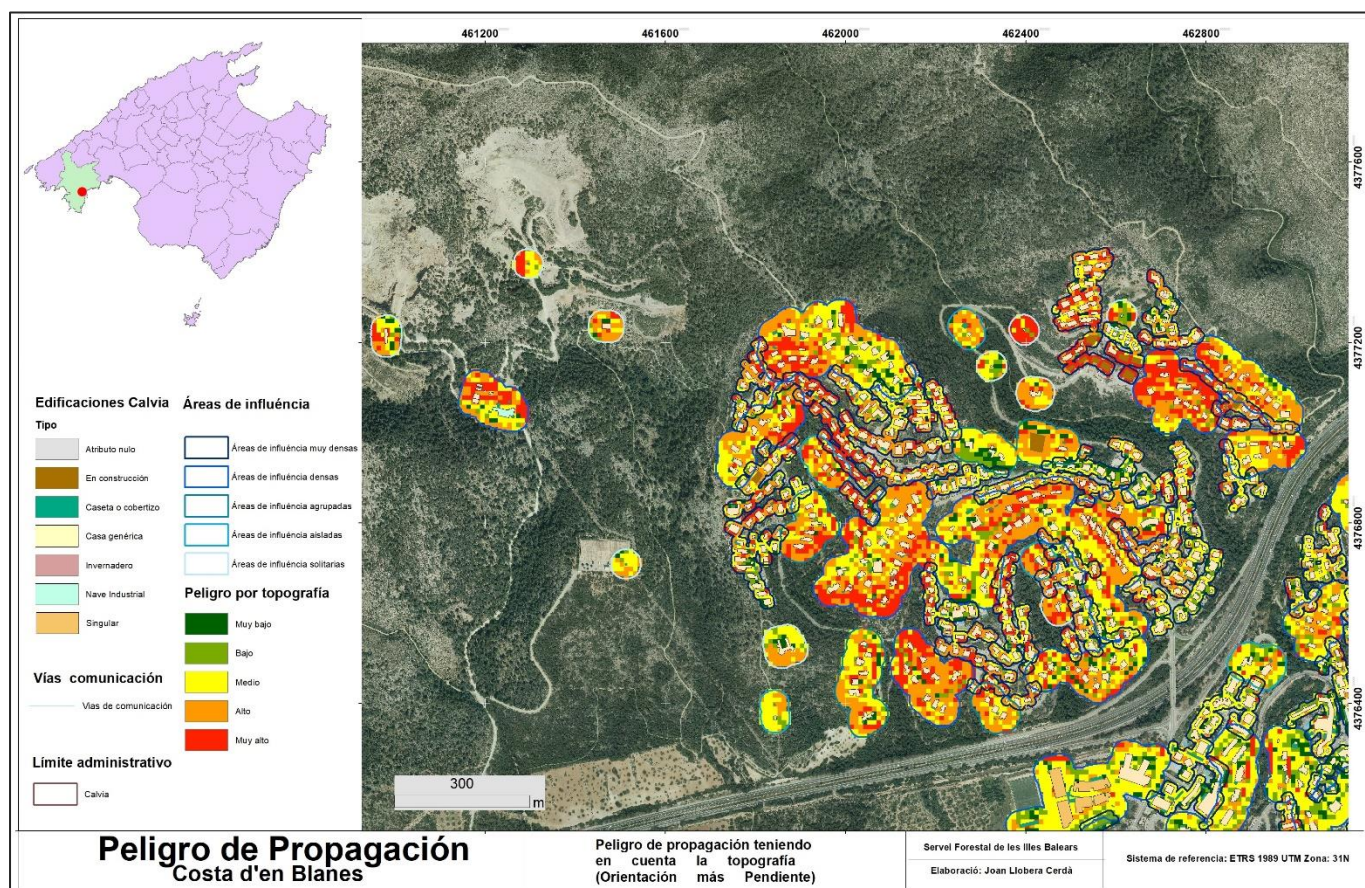


Figura 75. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Costa d'en Blanes

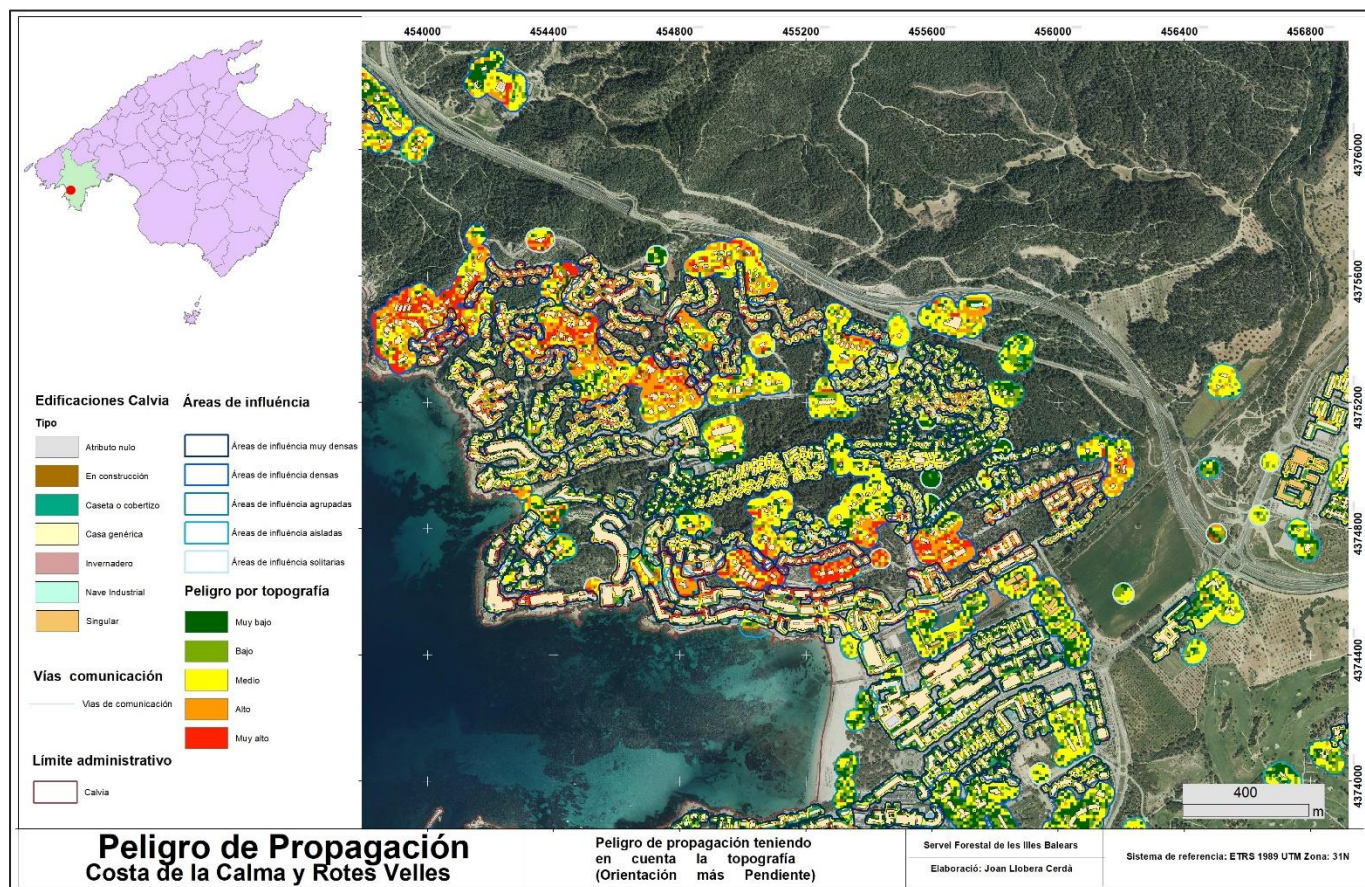


Figura 76. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Costa de la Calma y Rotes Vells

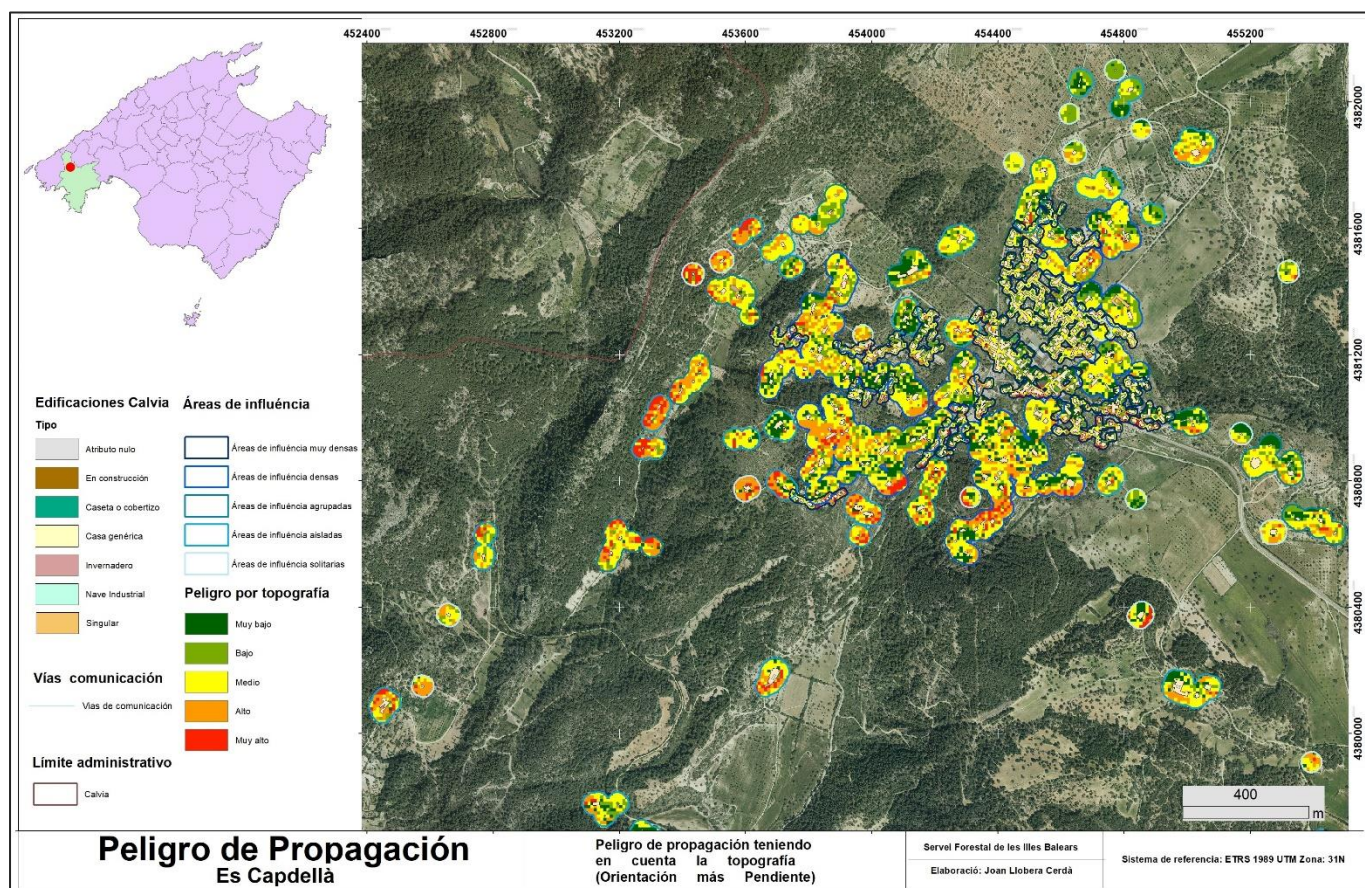


Figura 77. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Es Capdellà

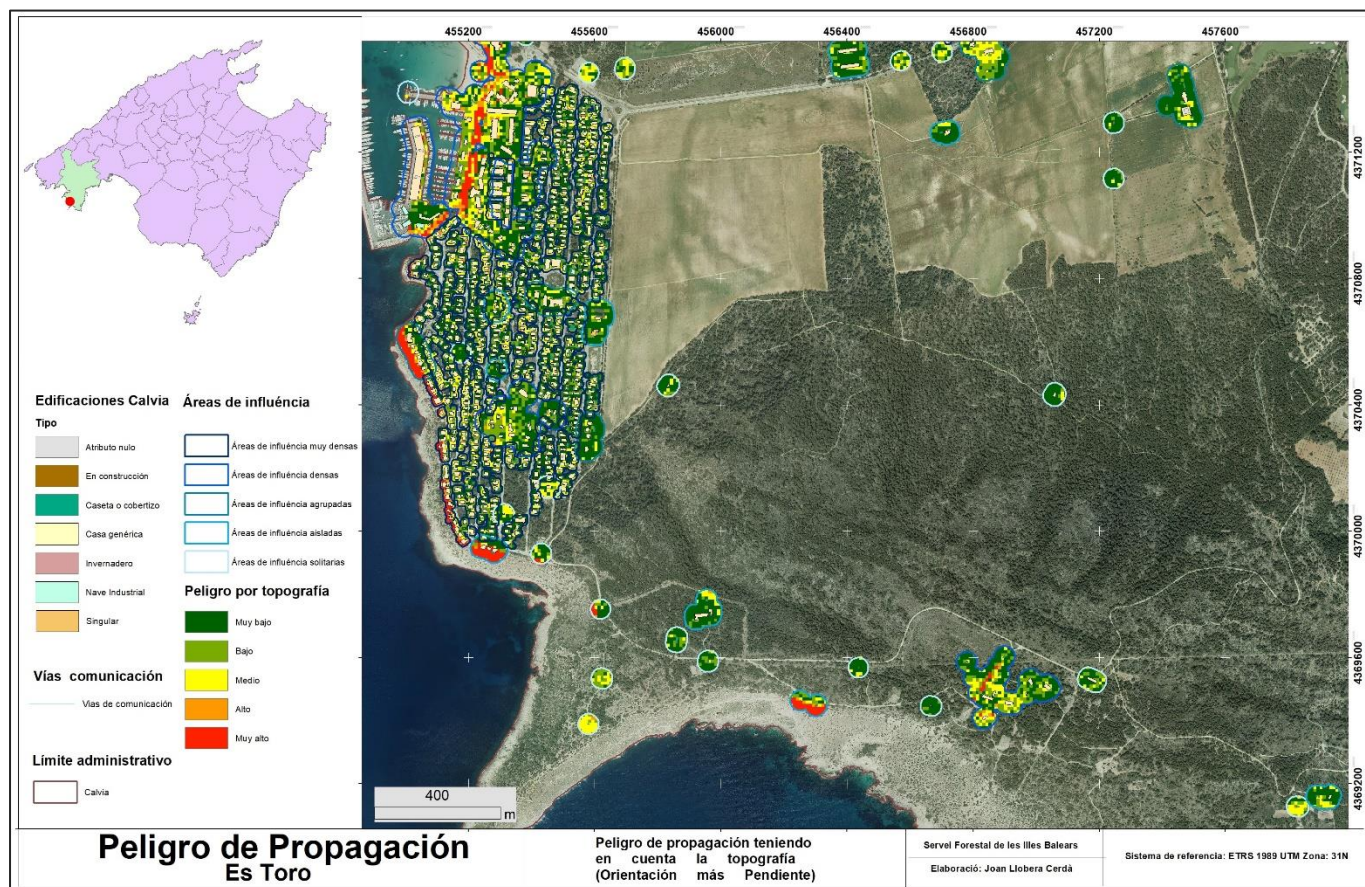


Figura 78. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Es Toro.

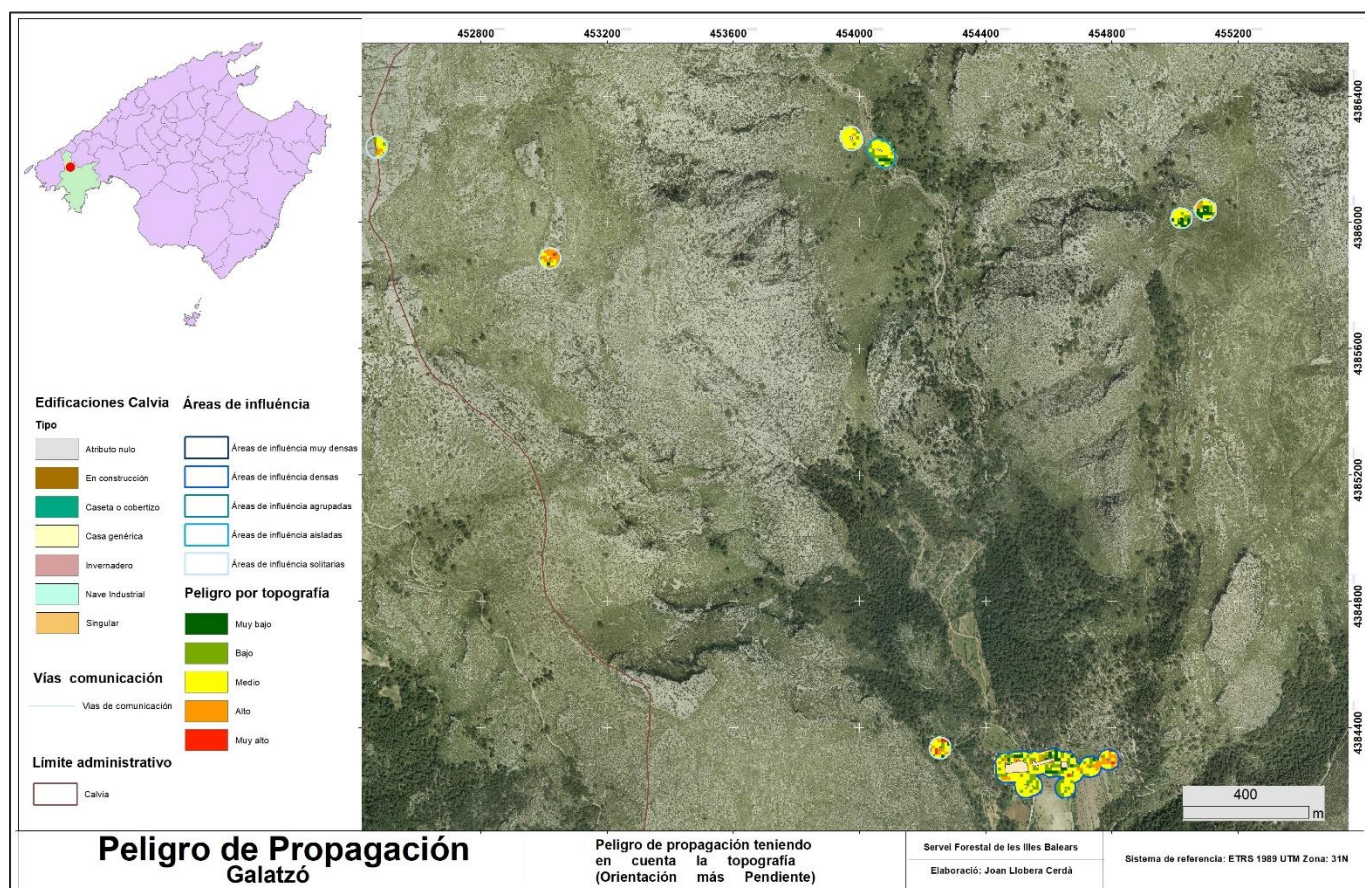


Figura 79. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Galatzó.

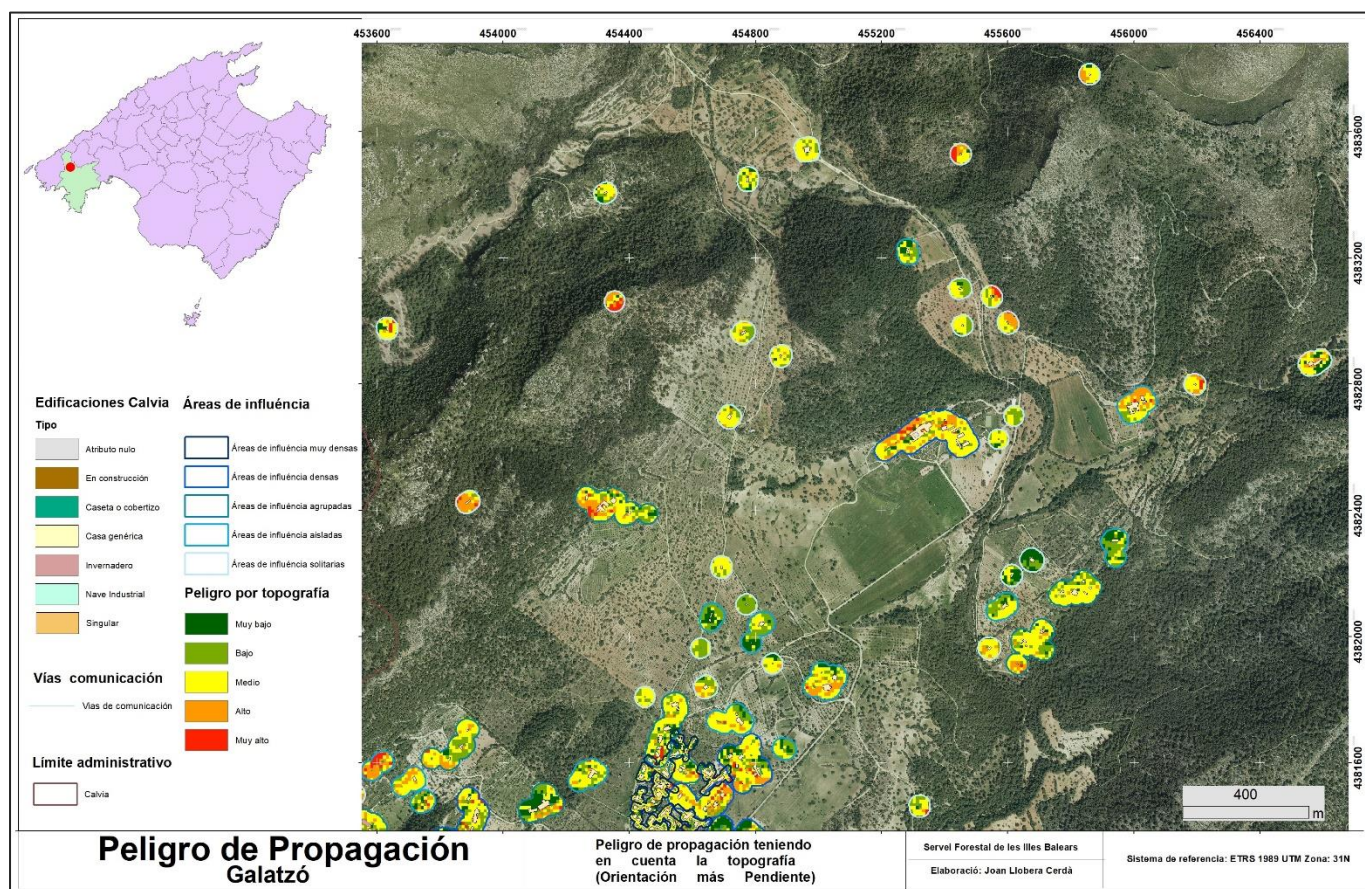


Figura 80. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en la parte Sur del Galatzó

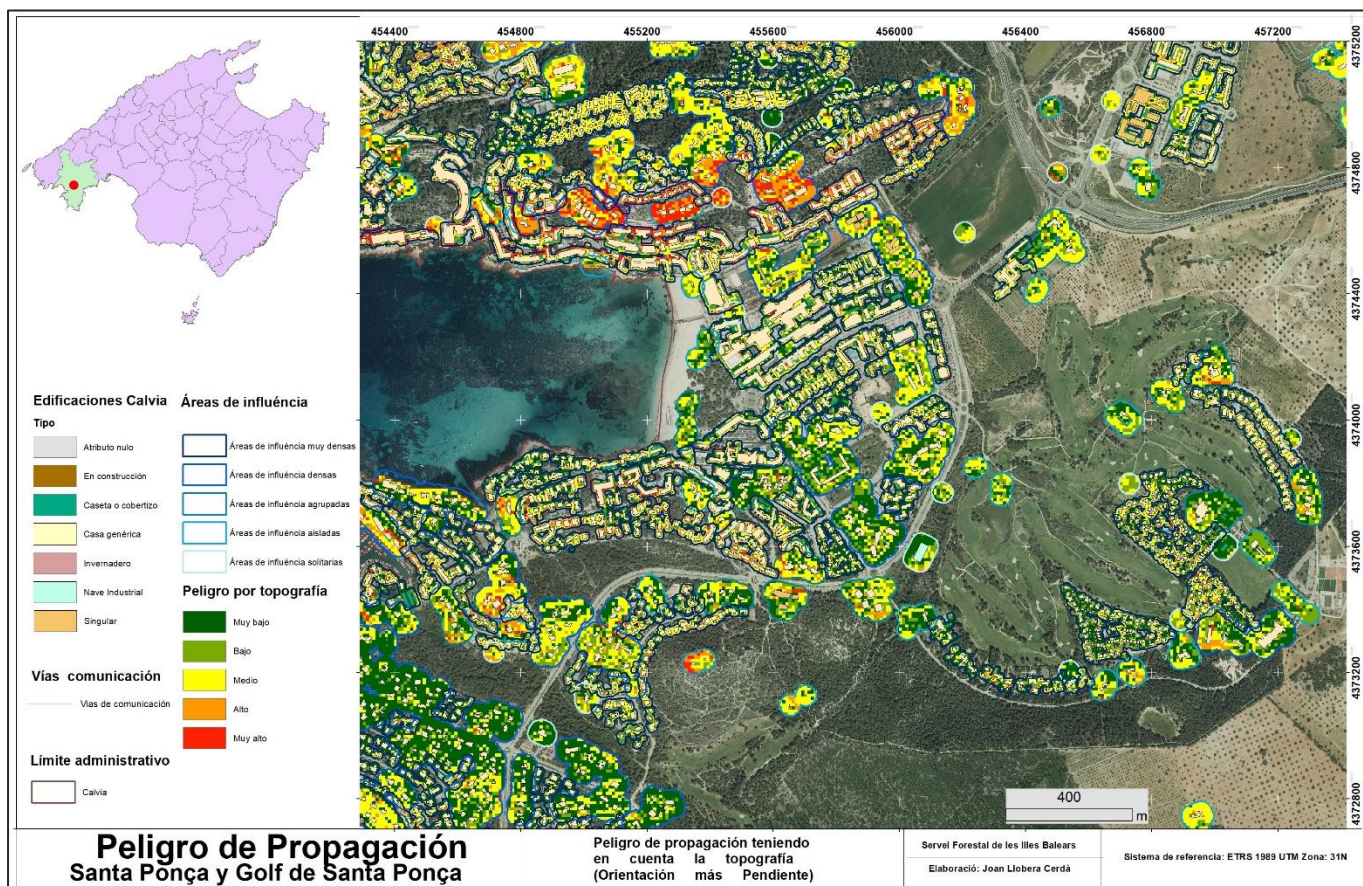


Figura 81. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en la parte Noreste y golf de Santa Ponce.

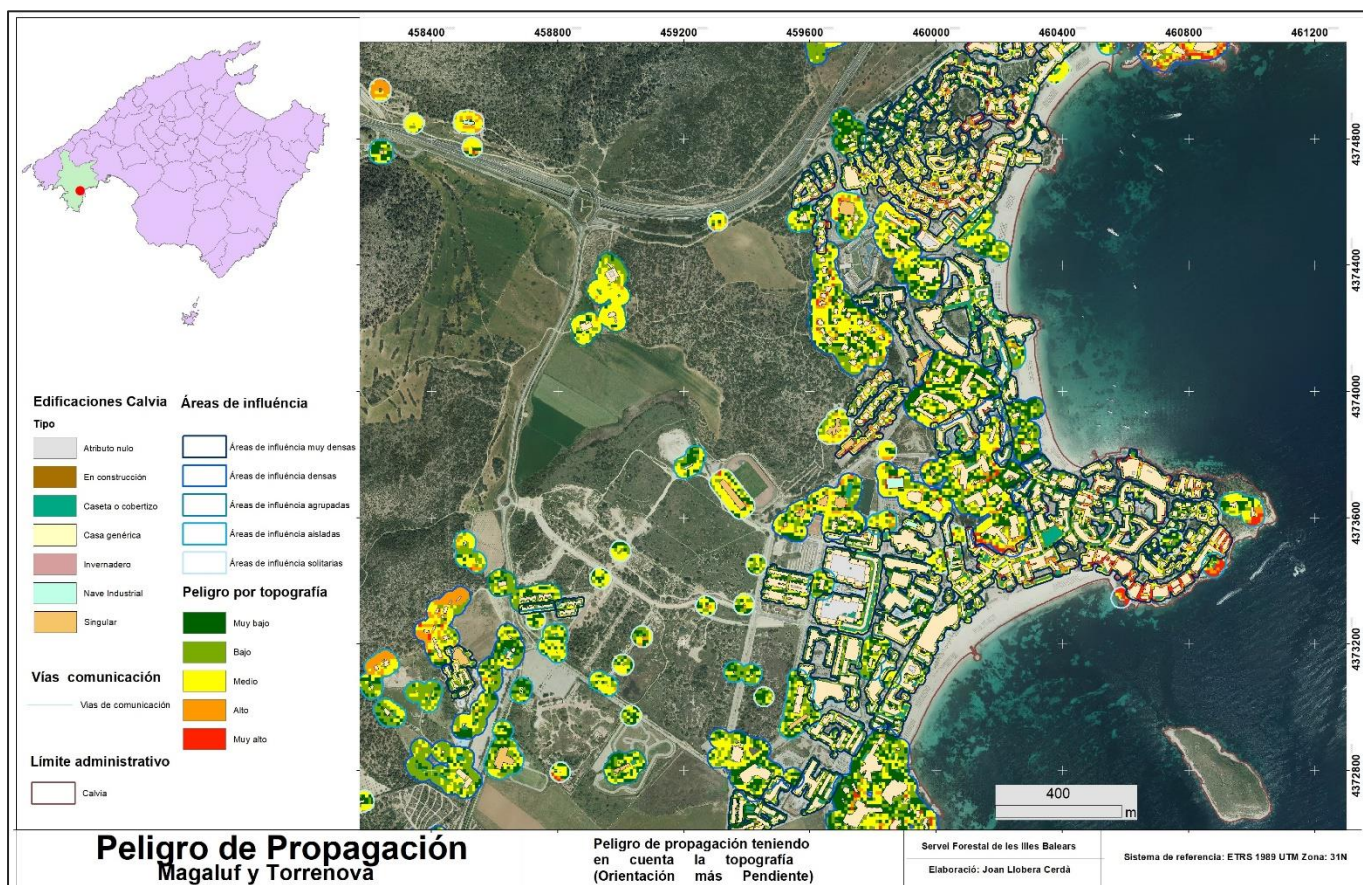


Figura 82. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Magaluf y Torrenova

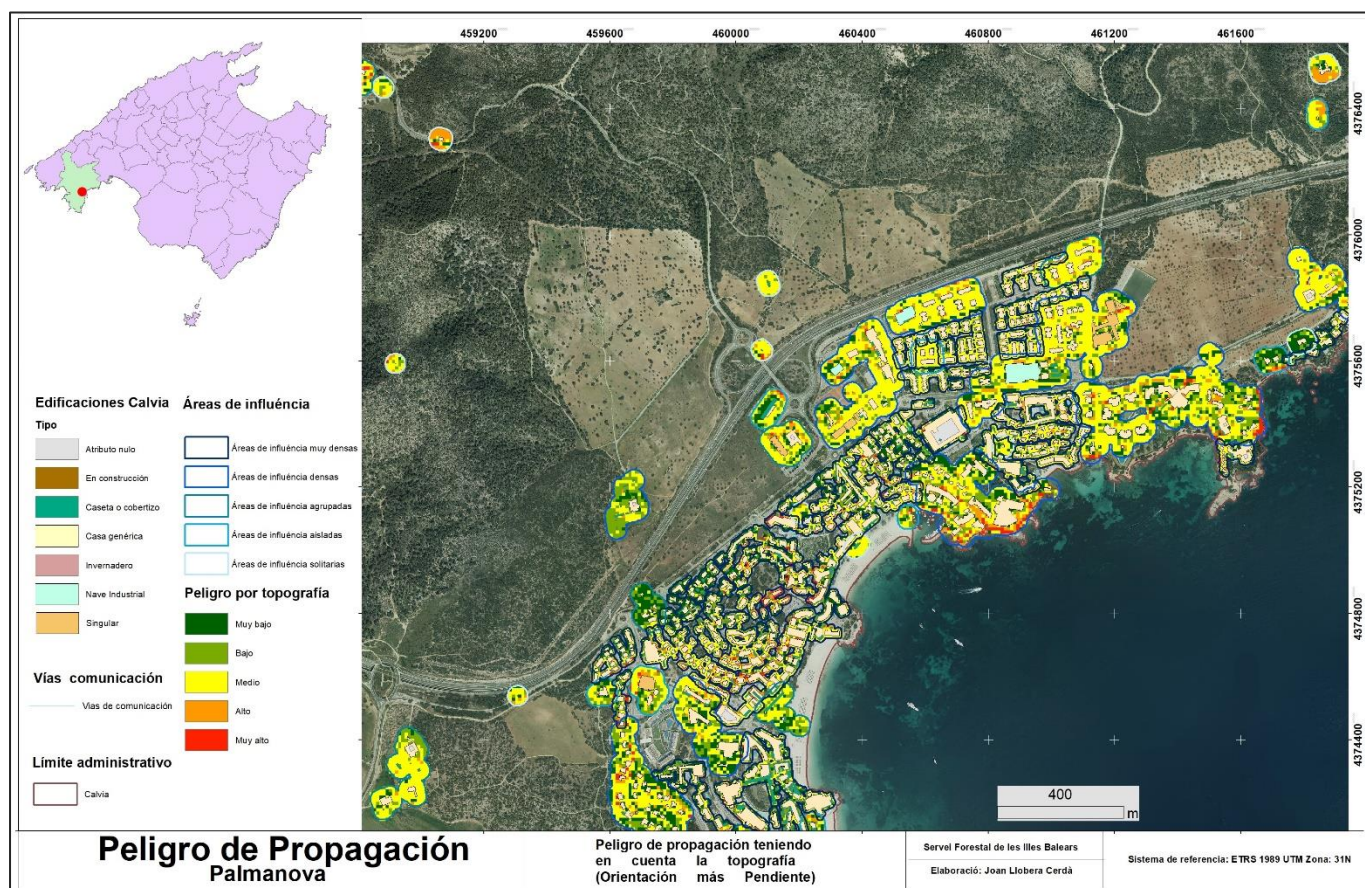


Figura 83. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Palmanova

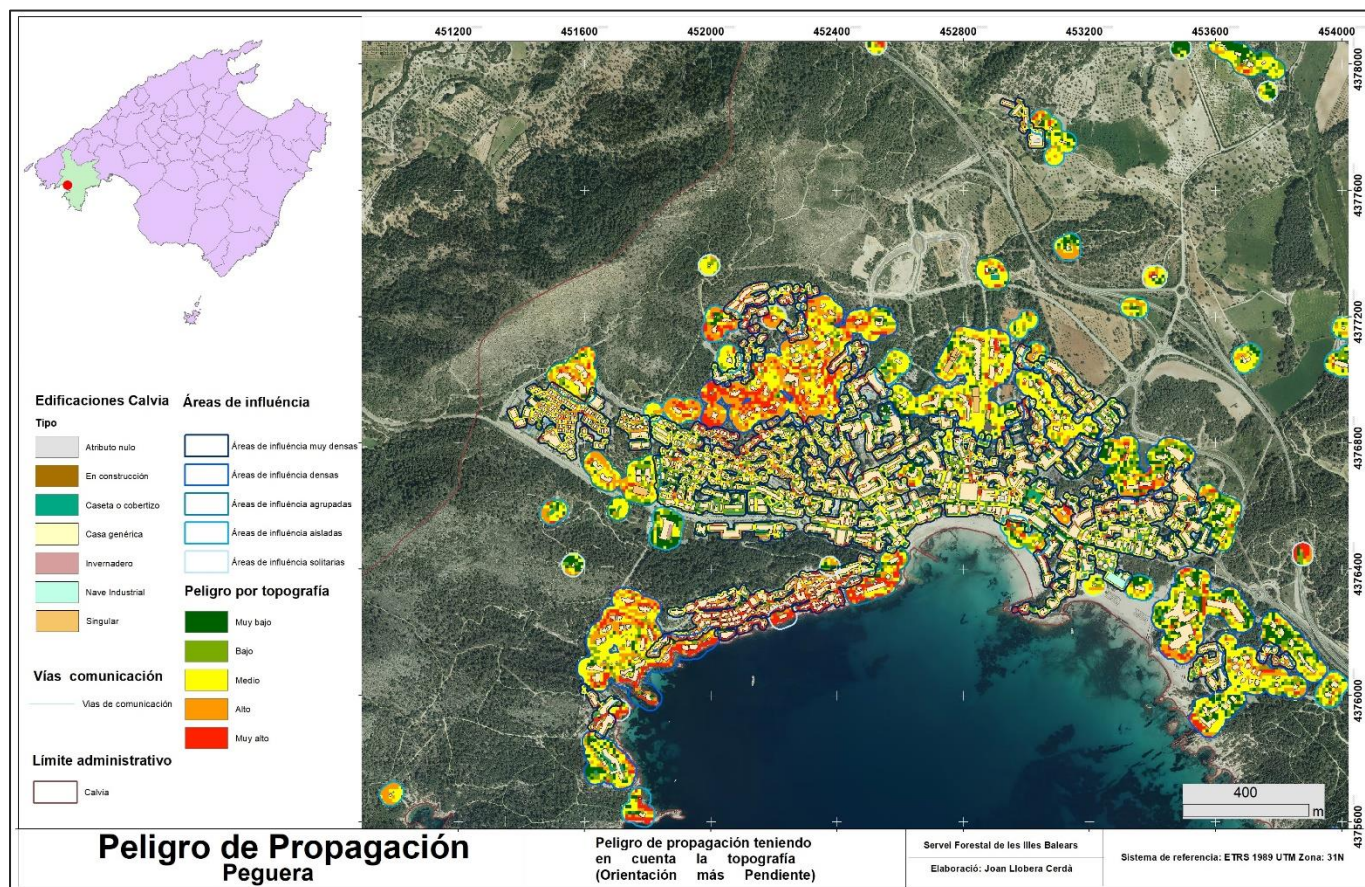


Figura 84. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Peguera.

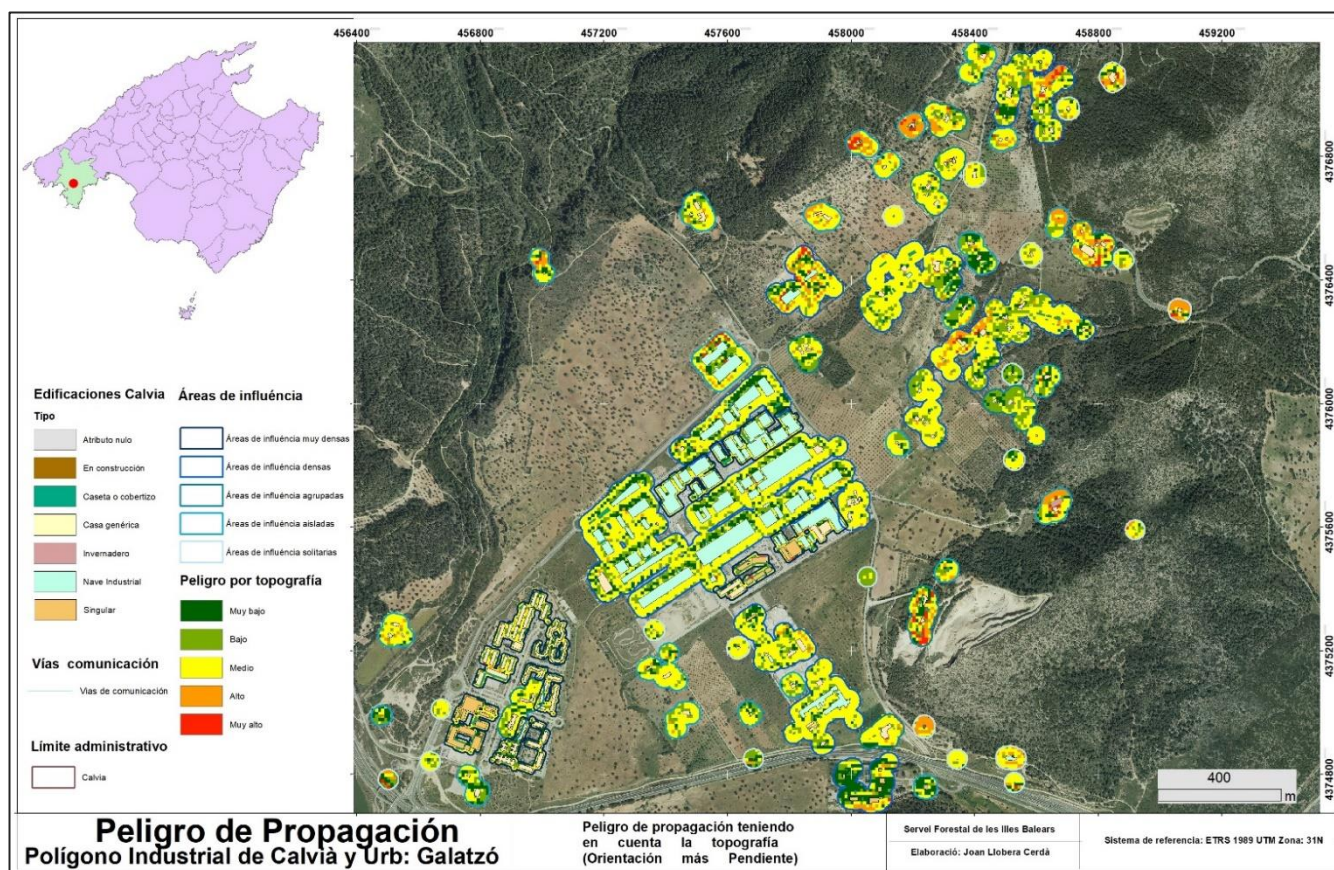


Figura 85. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en el polígono industrial de Calvià y urbanización de Galatzó.

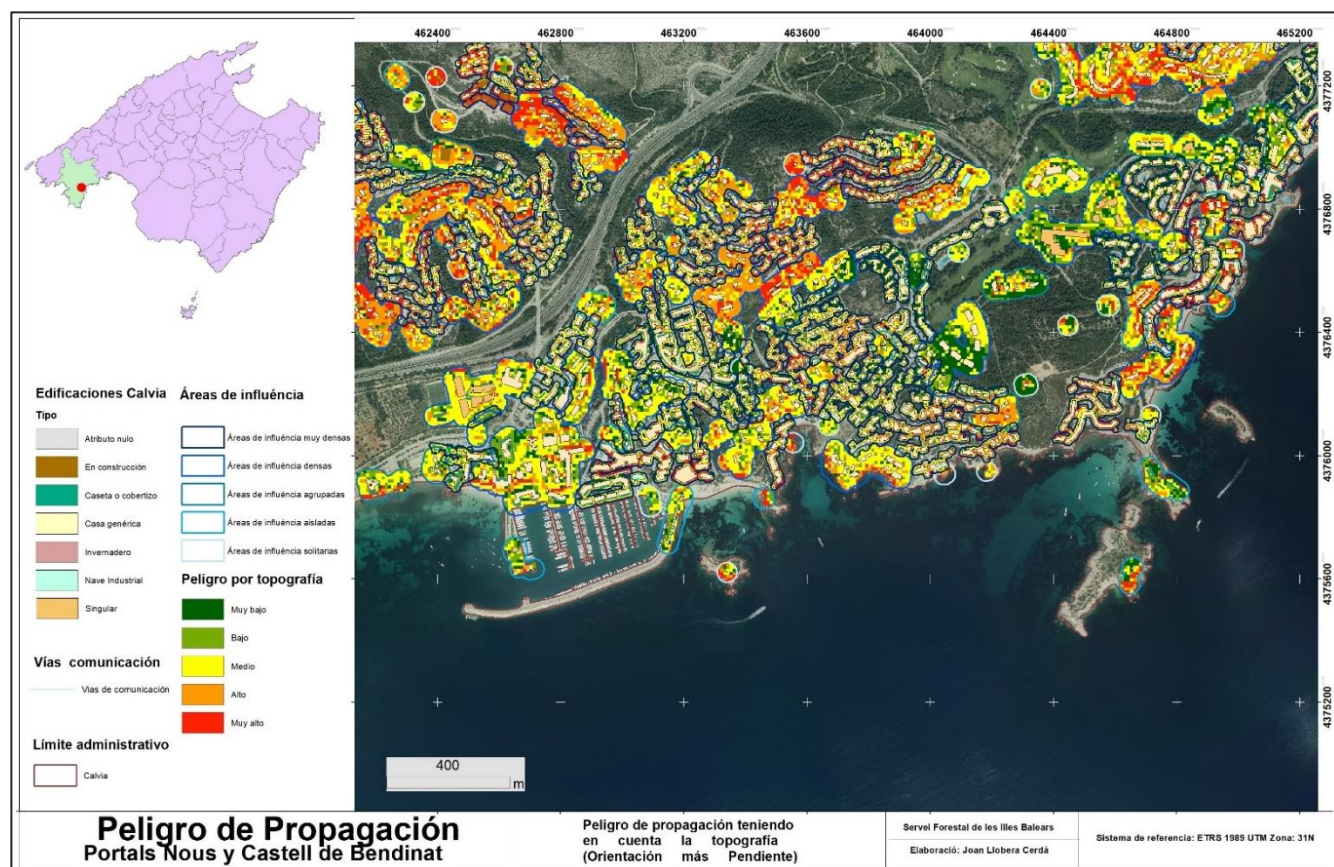


Figura 86. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Portals Nous y Castell de Bèndinat.

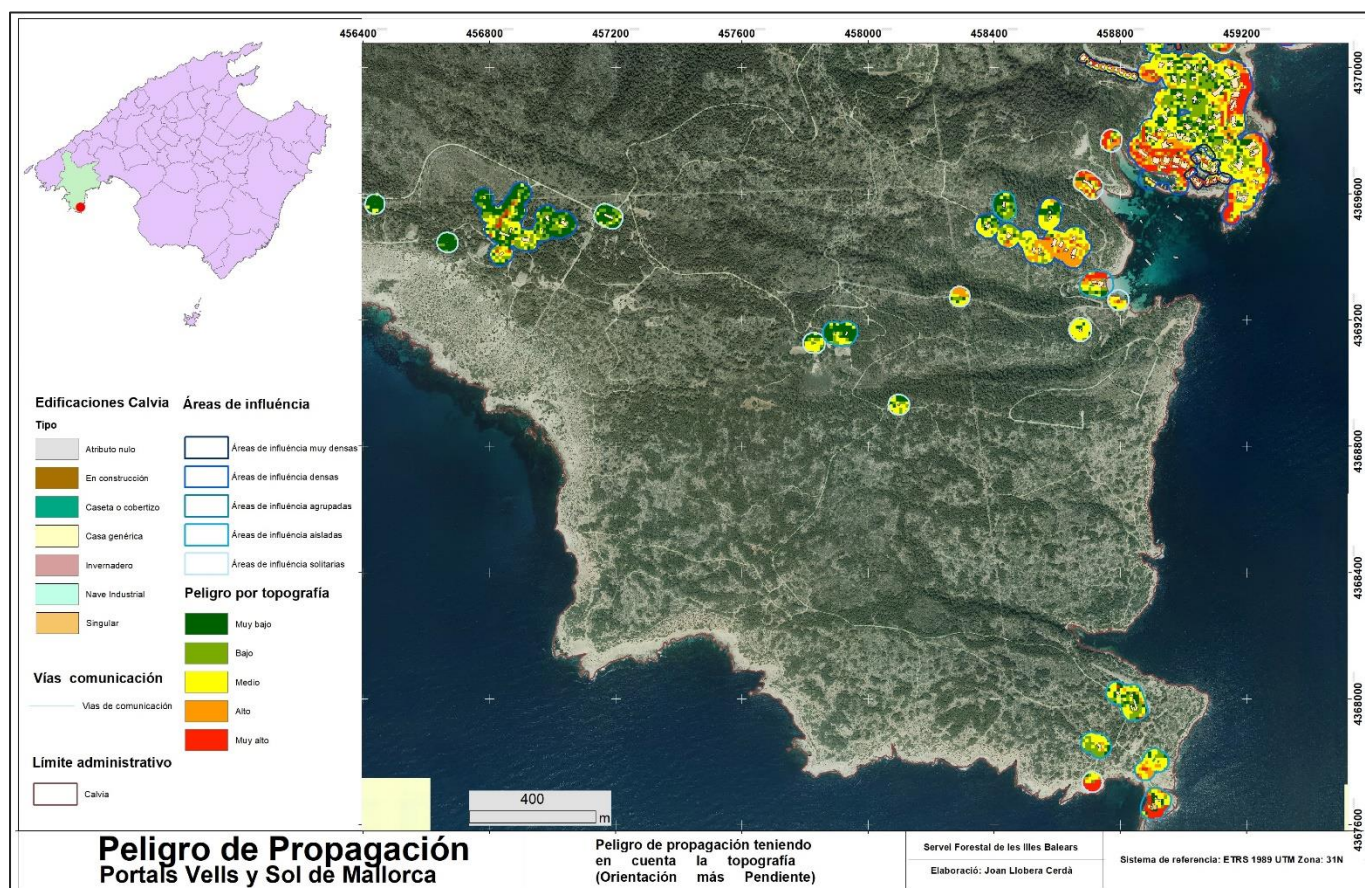


Figura 87. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Portals Vells y Sol de Mallorca.

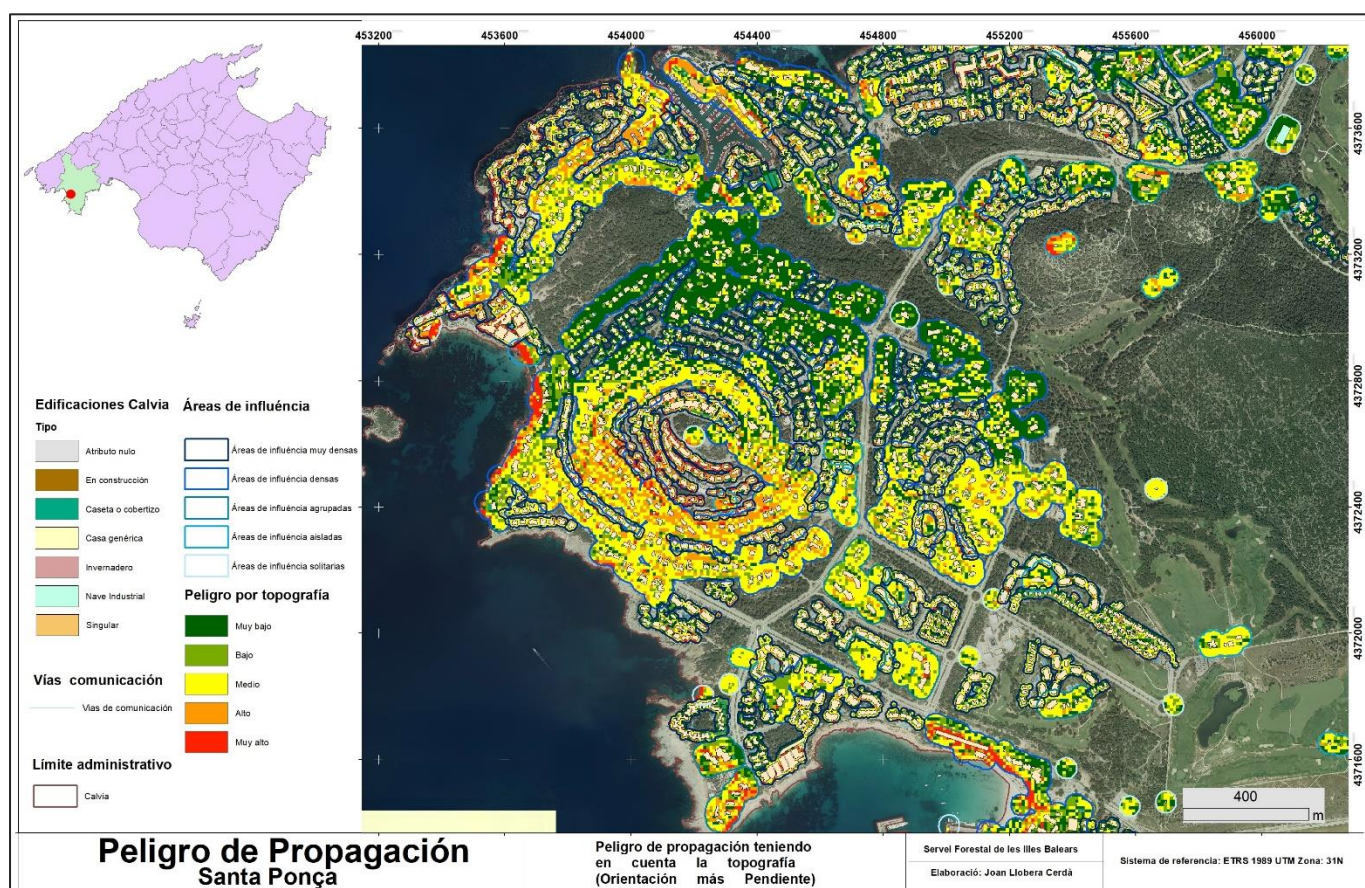


Figura 88. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Santa Ponça.

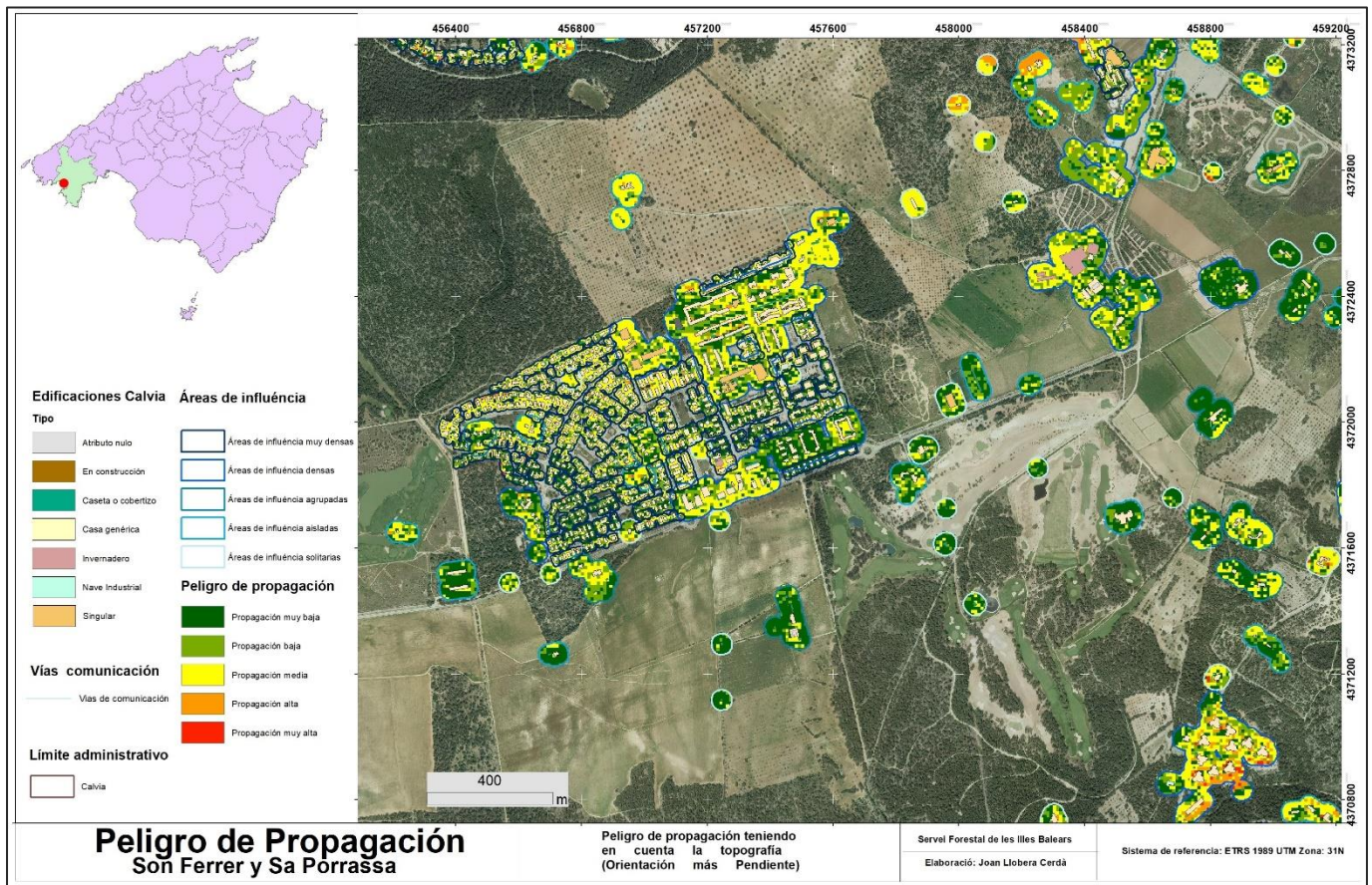


Figura 89. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Son Ferrer y Sa Porrassa.

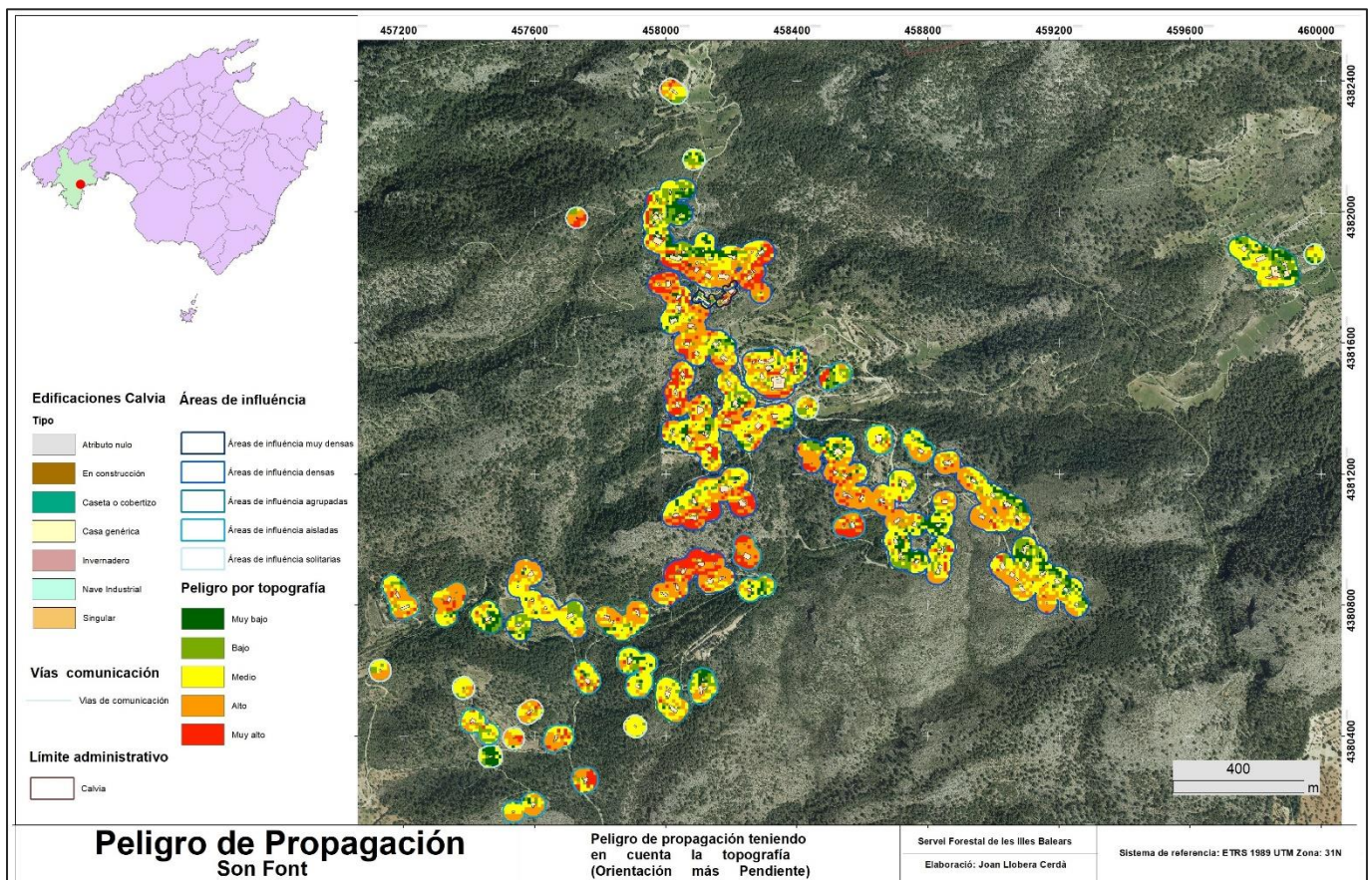


Figura 90. Peligro de propagación en relación con la topografía en zonas de IUF/IAUF en Son Font.

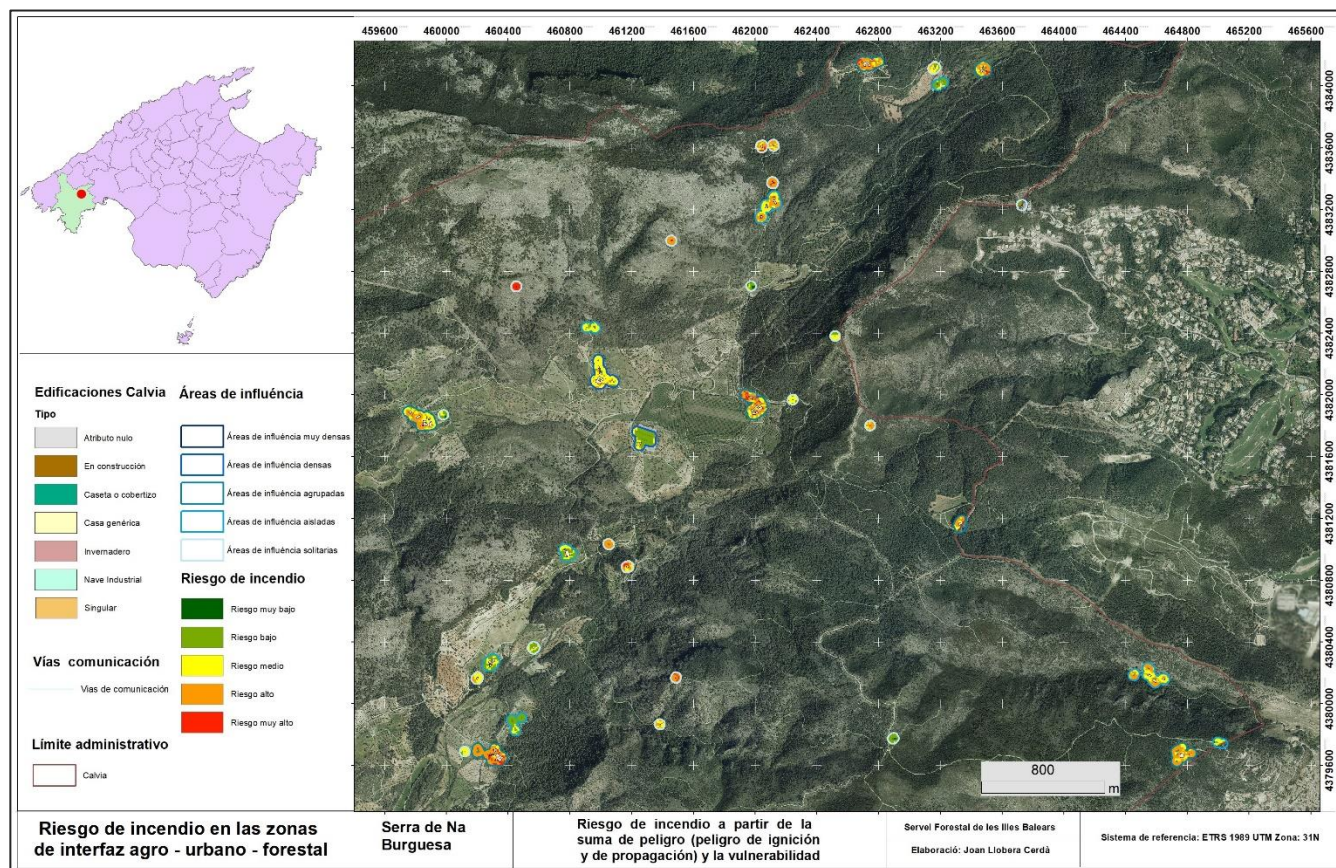


Figura 147. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de la Serra de Na Burguesa.

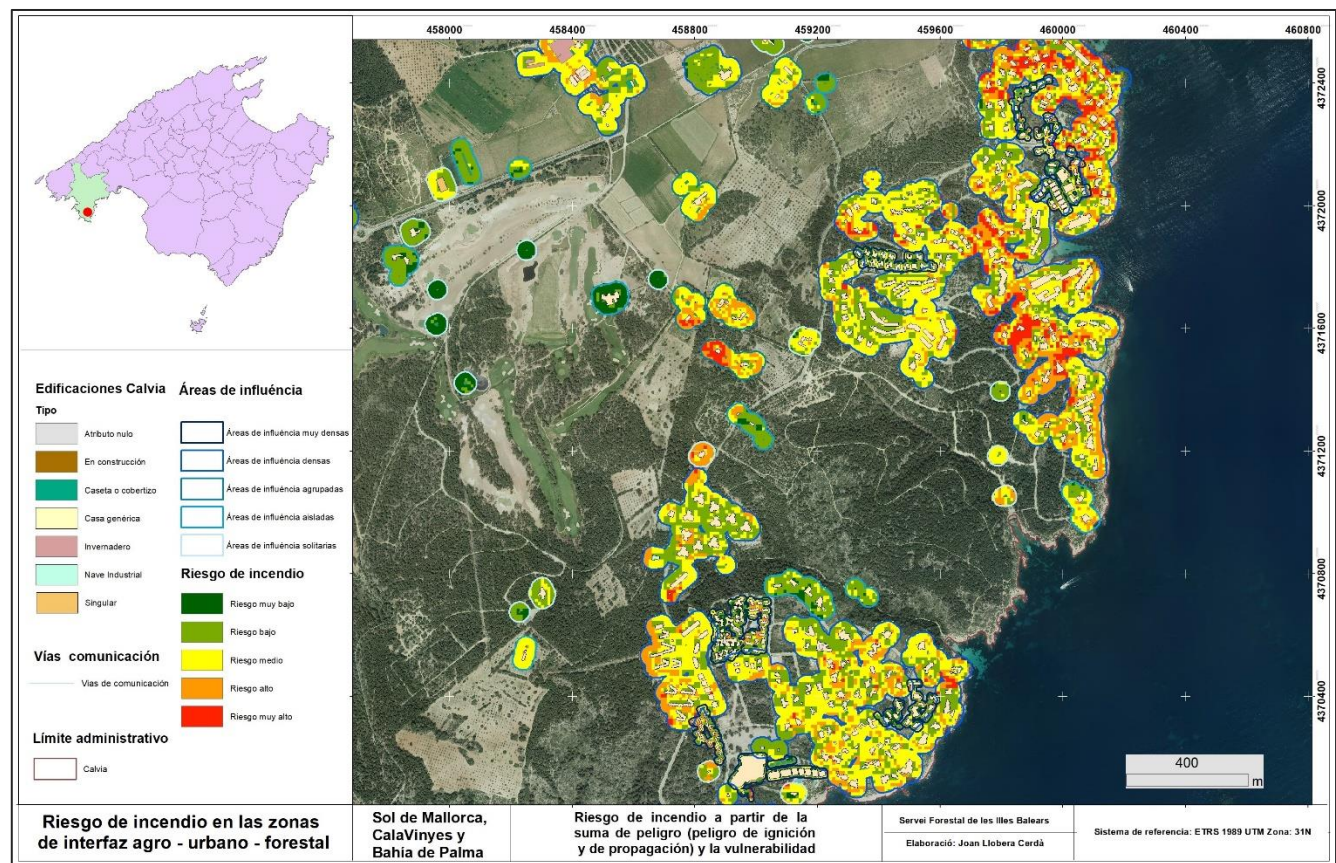


Figura 148. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Sol de Mallorca, Cala Vinyes y Bahía de Palma.

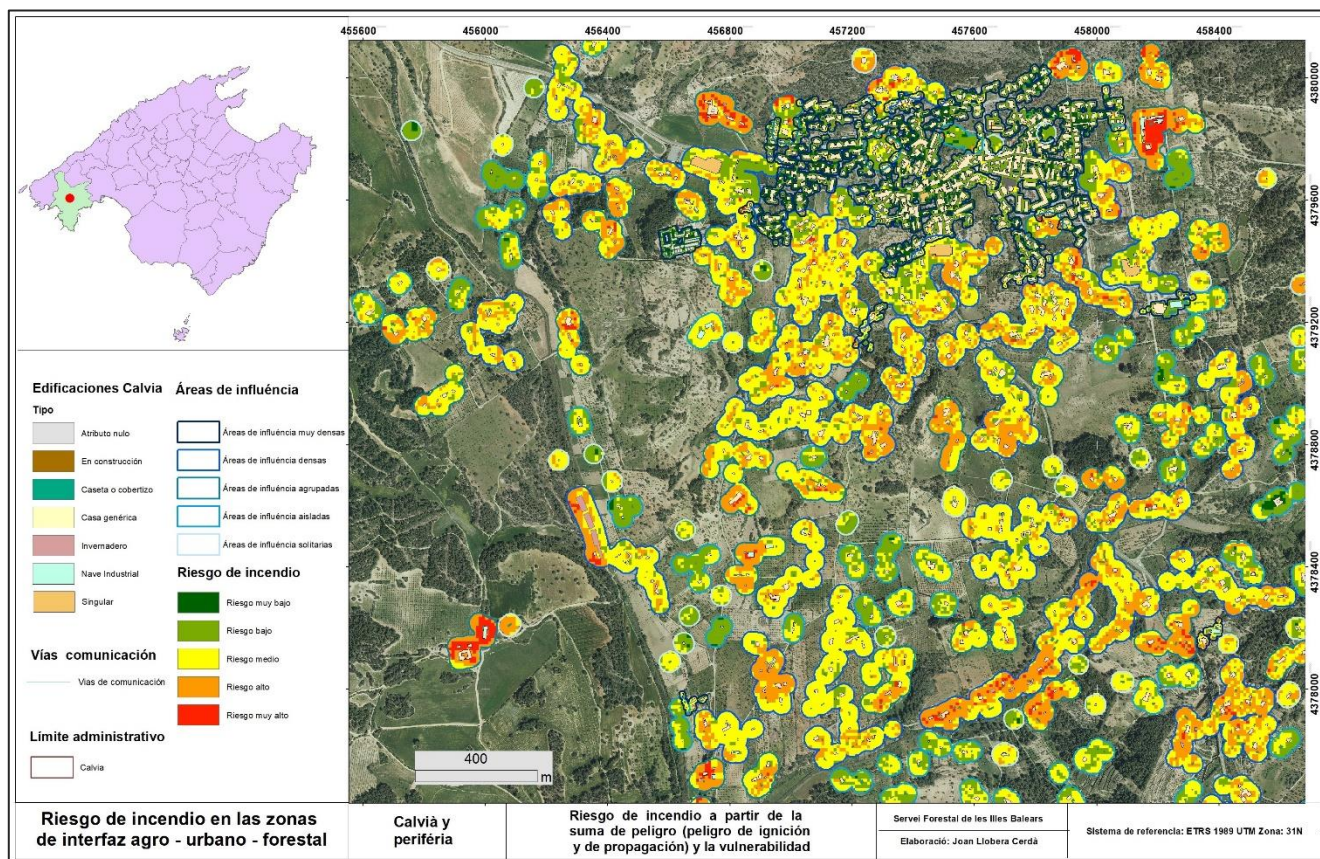


Figura 149. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Calvià y su periferia.

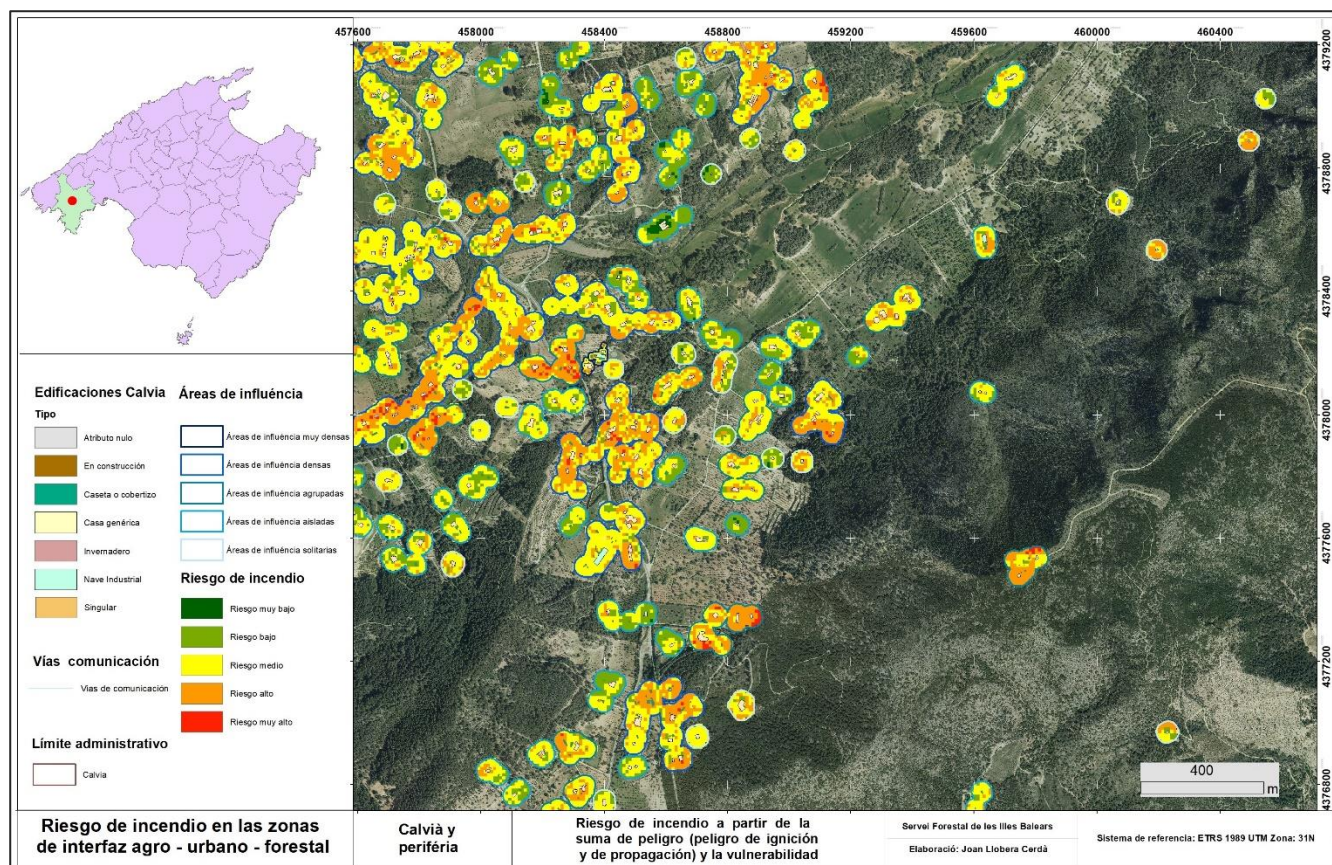


Figura 150. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de la periferia de Calvià.

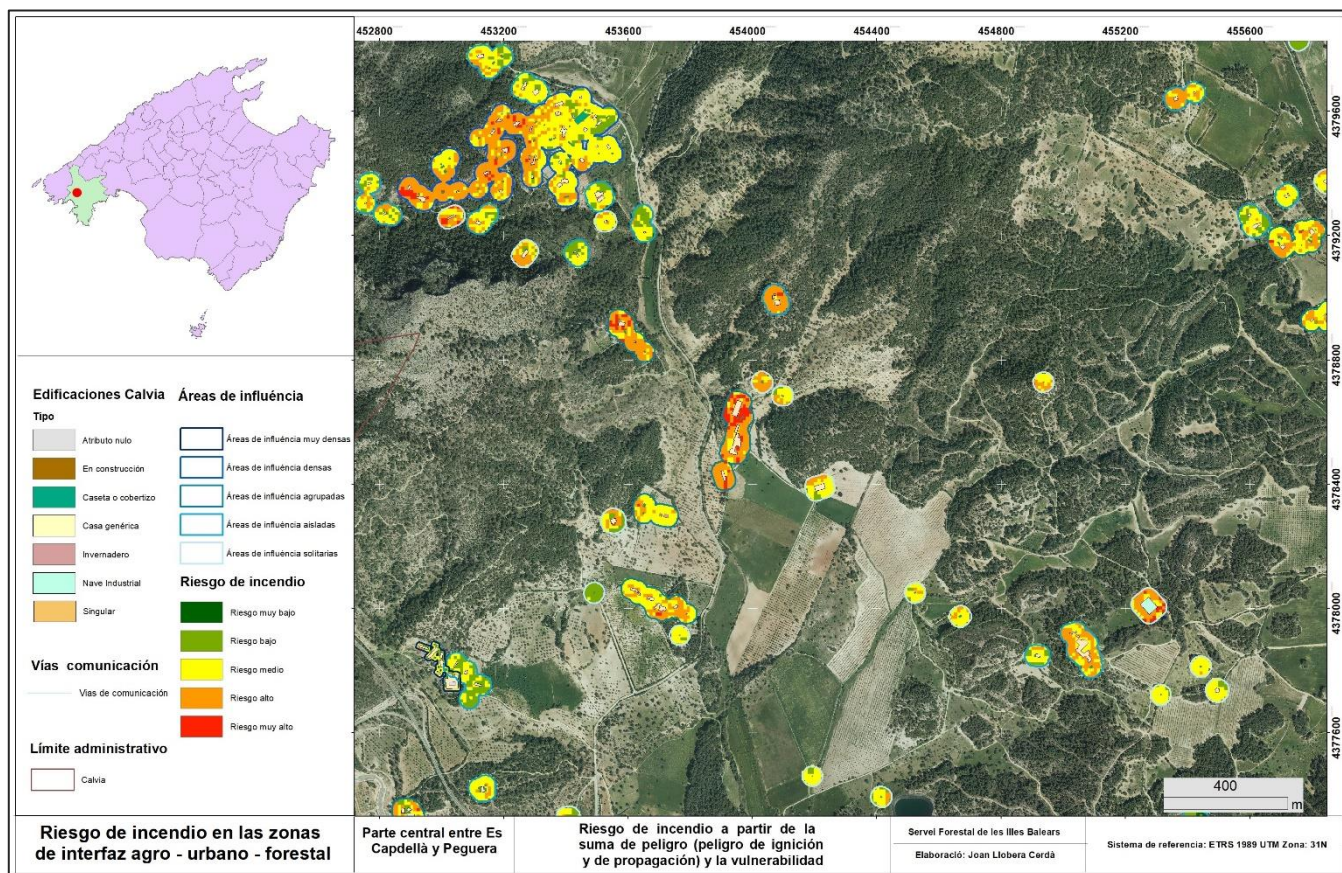


Figura 151. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF entre Es Capdellà y Peguera.

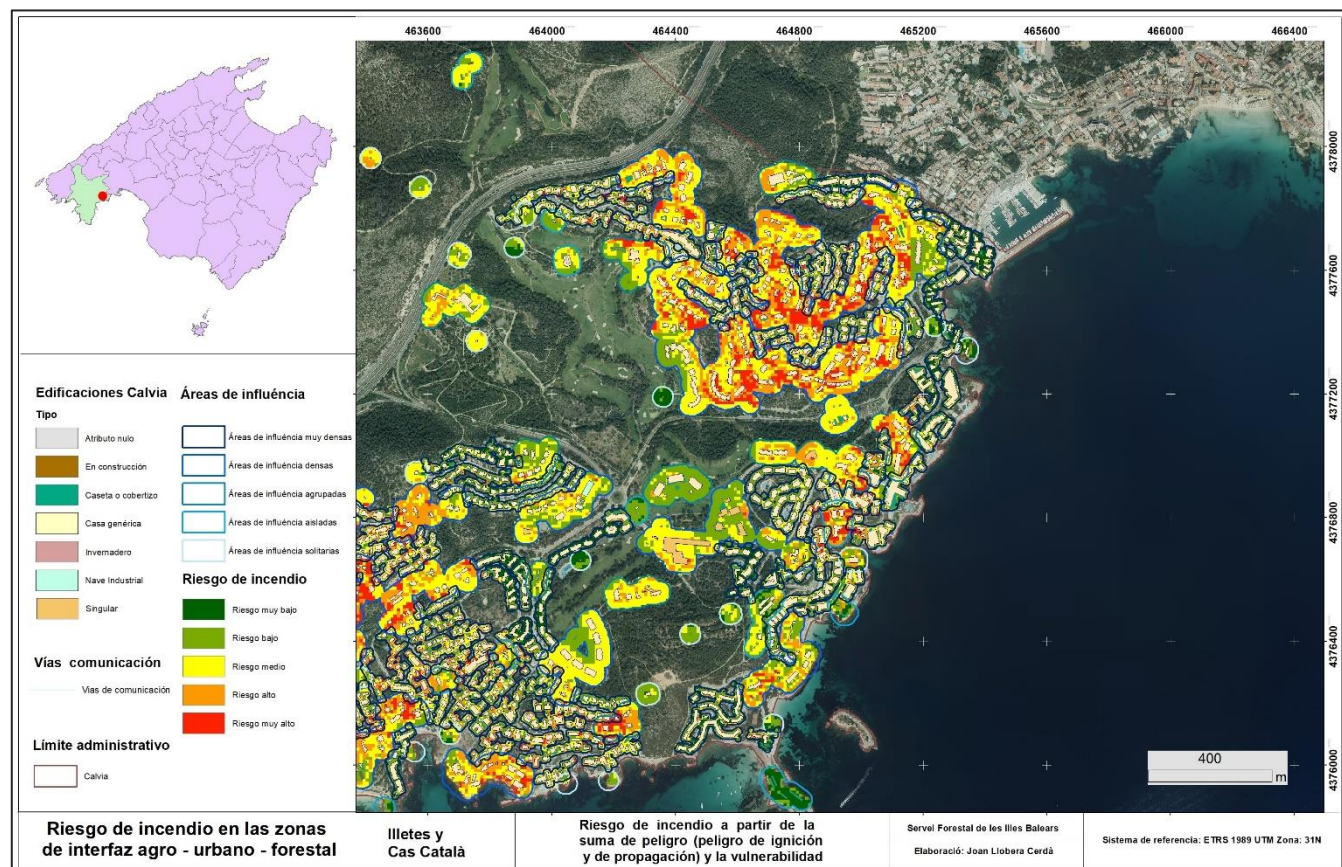


Figura 152. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Illetes y Cas Català.

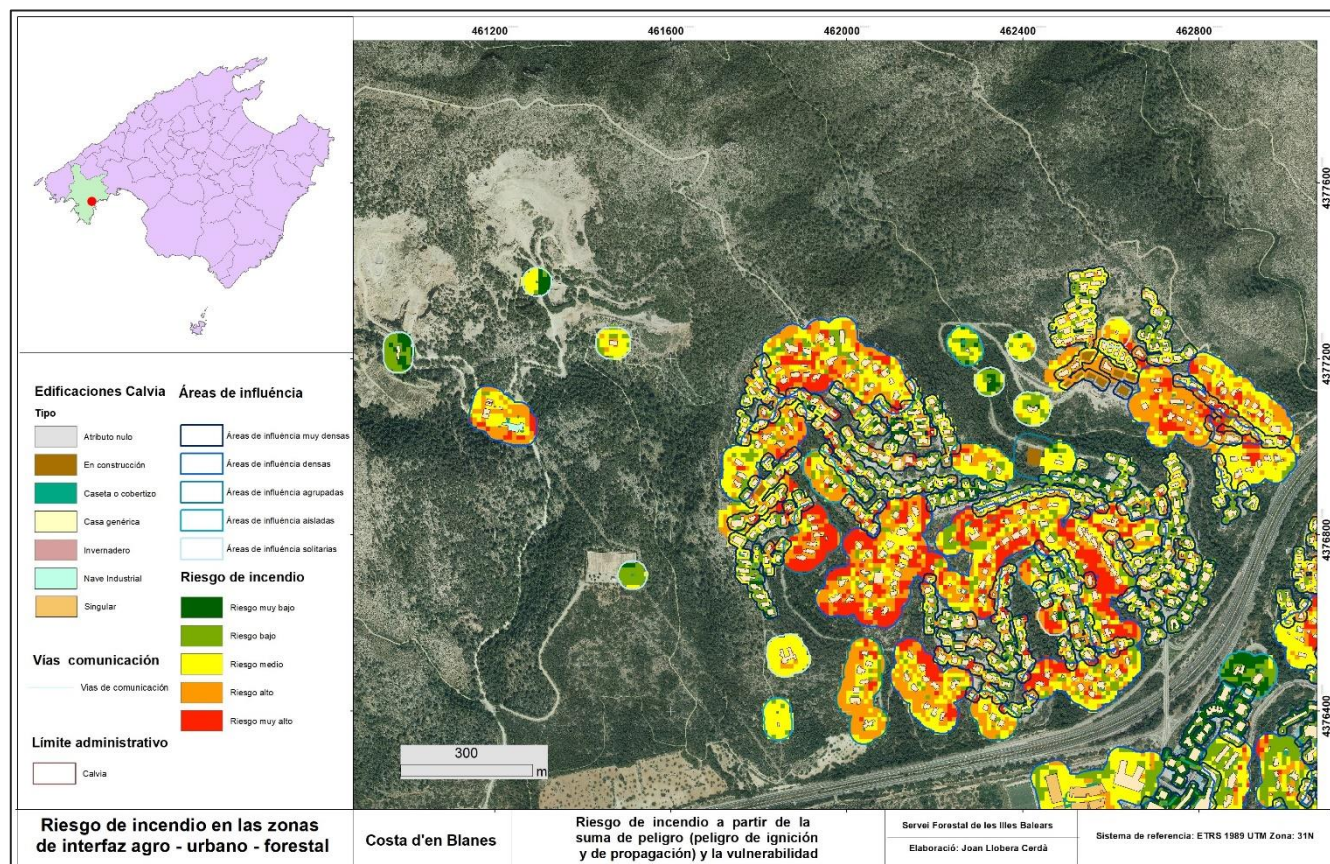


Figura 153. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Costa d'en Blanes.

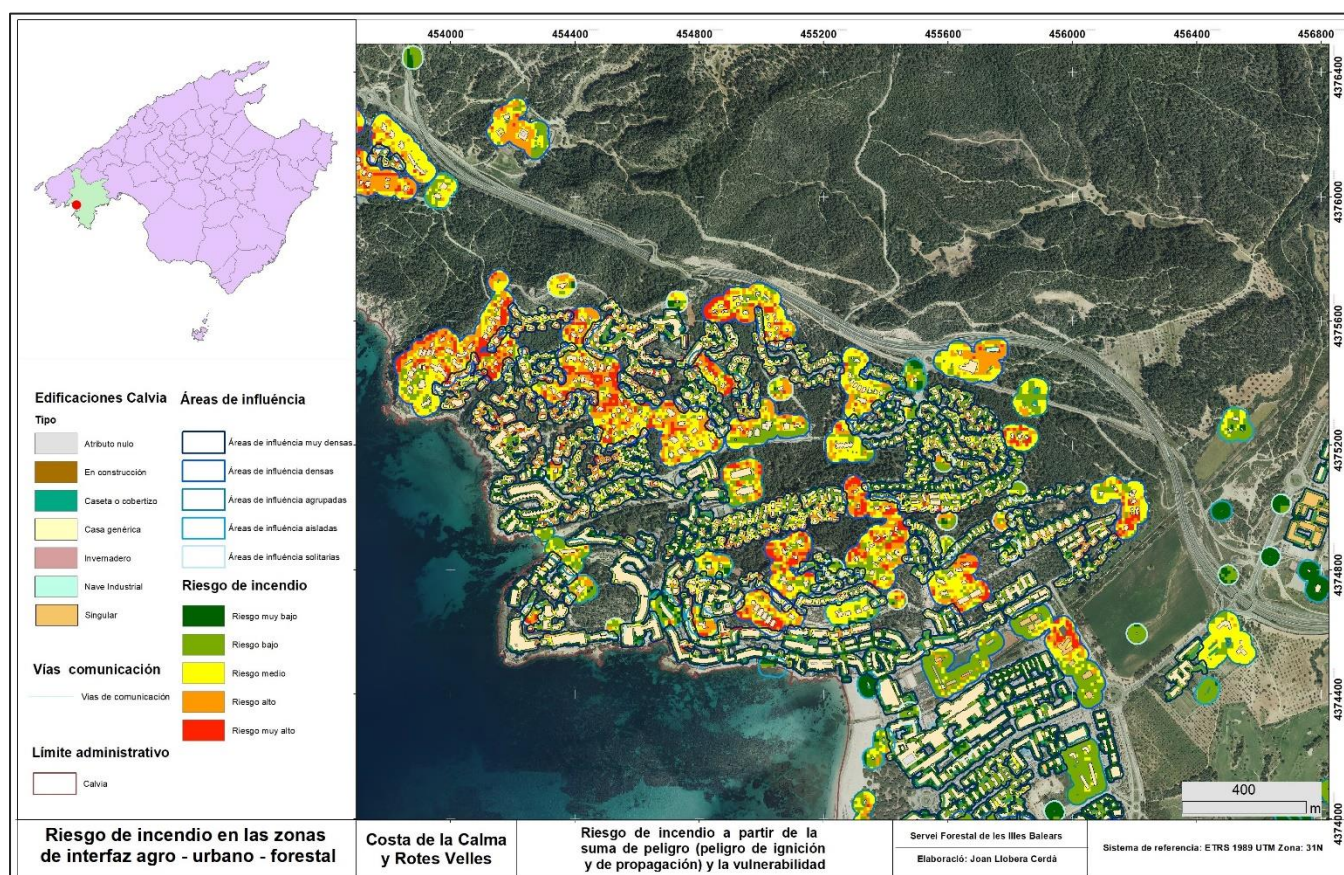


Figura 154. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Costa de la Calma y Rotes Velles.

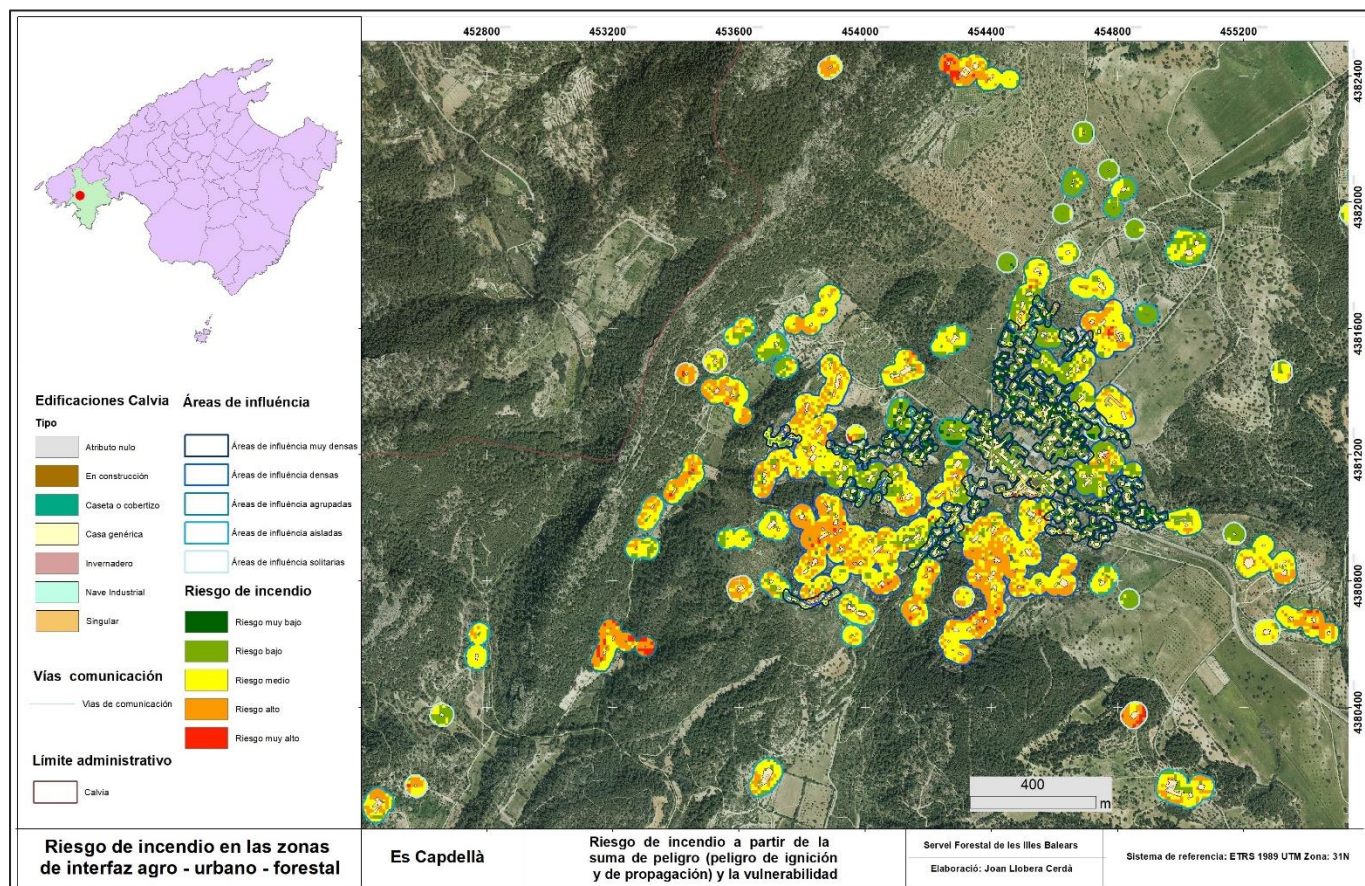


Figura 155. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Es Capdellà.

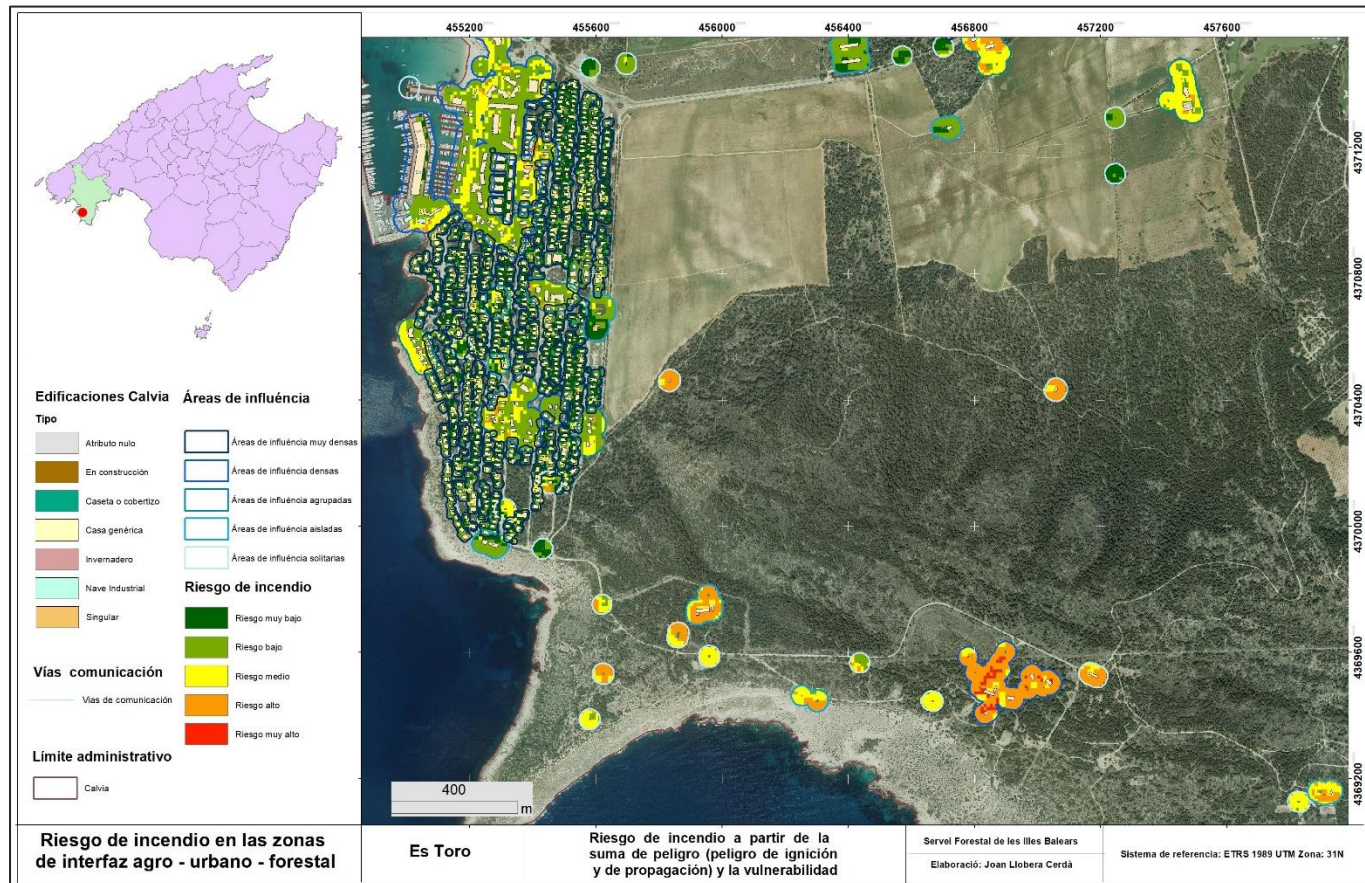


Figura 156. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Es Toro.

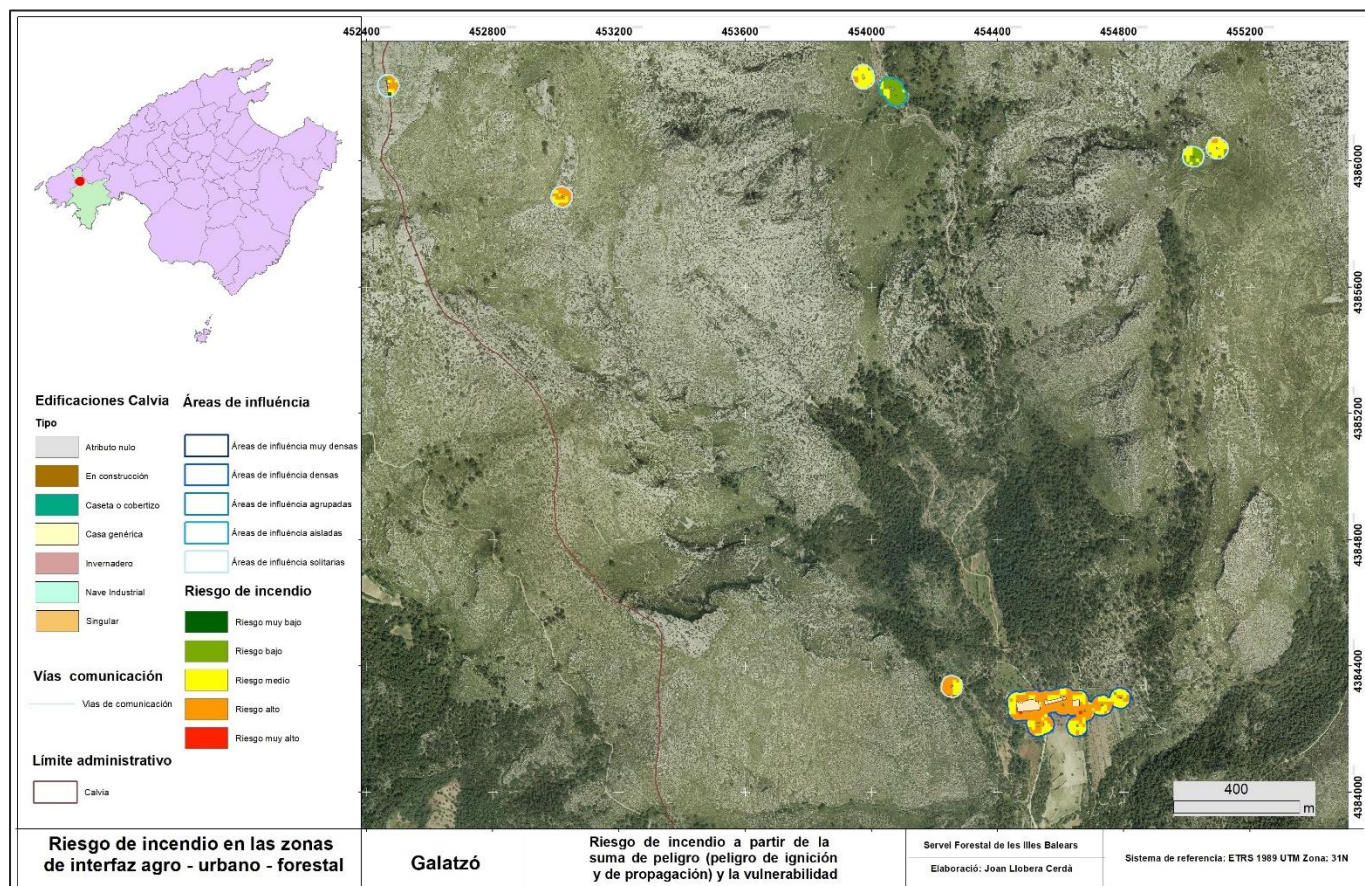


Figura 157. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Galatzó.

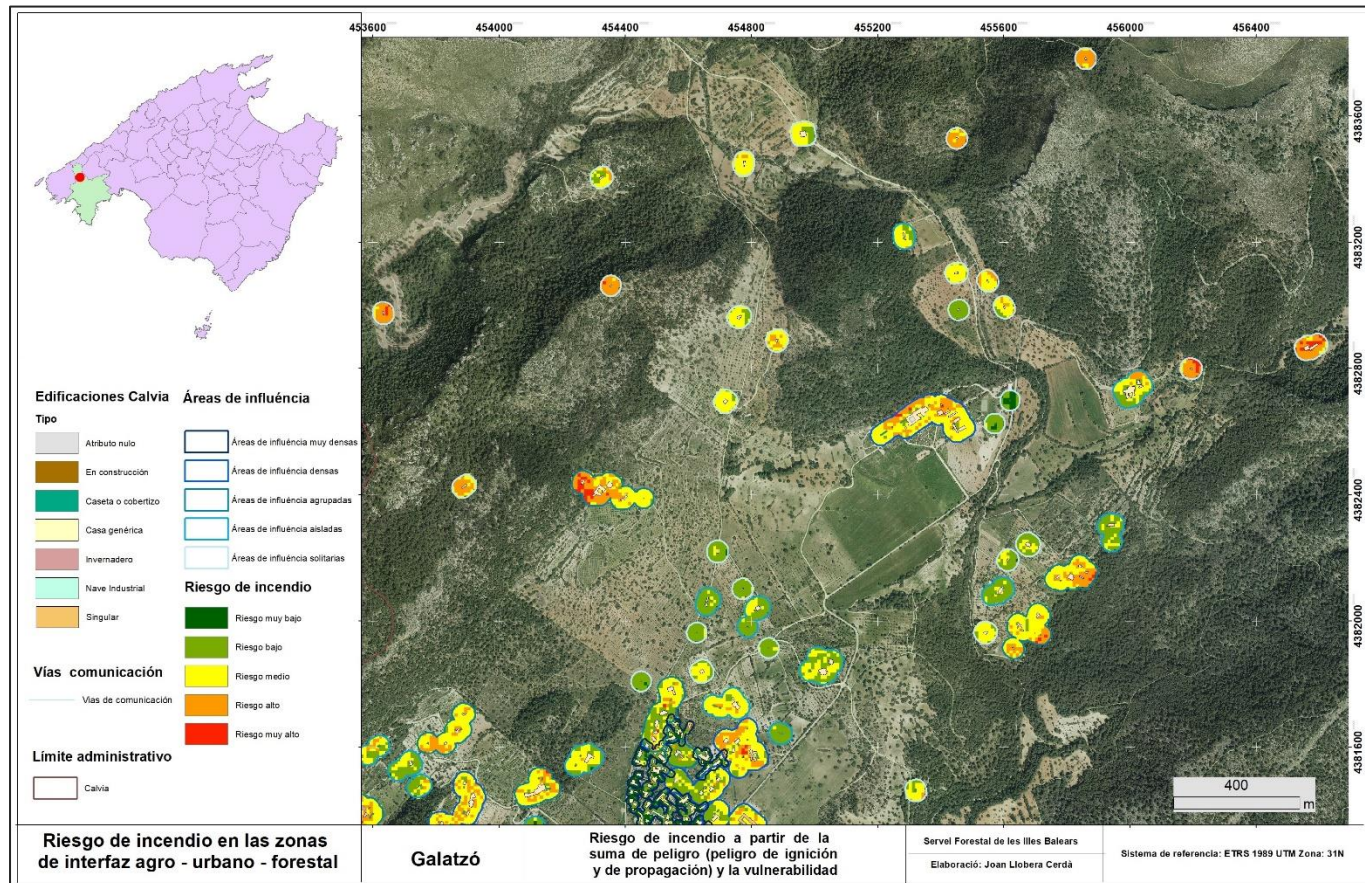


Figura 158. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de la parte Sur de Galatzó.

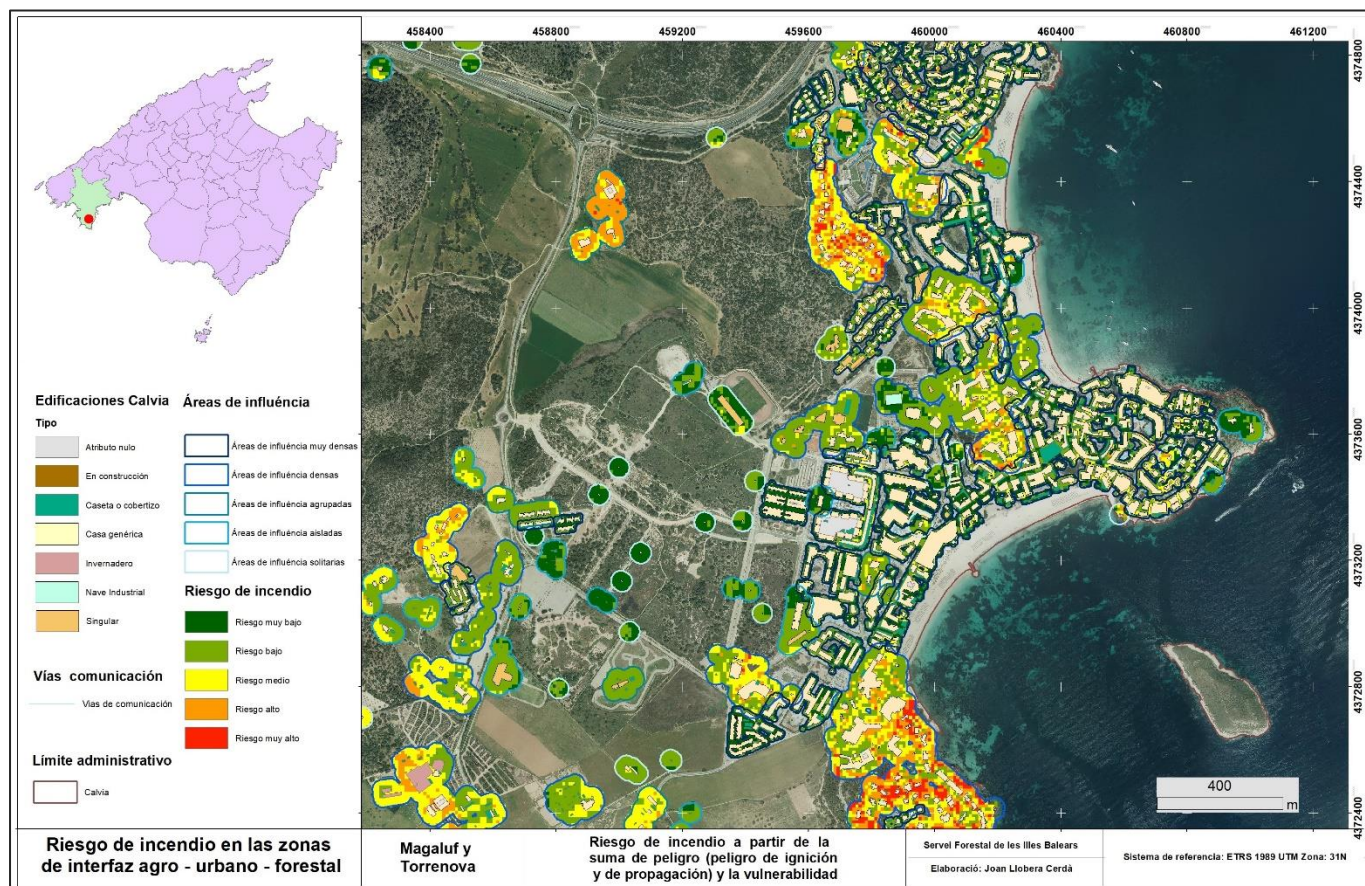


Figura 159. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Magaluf y Torrenova.

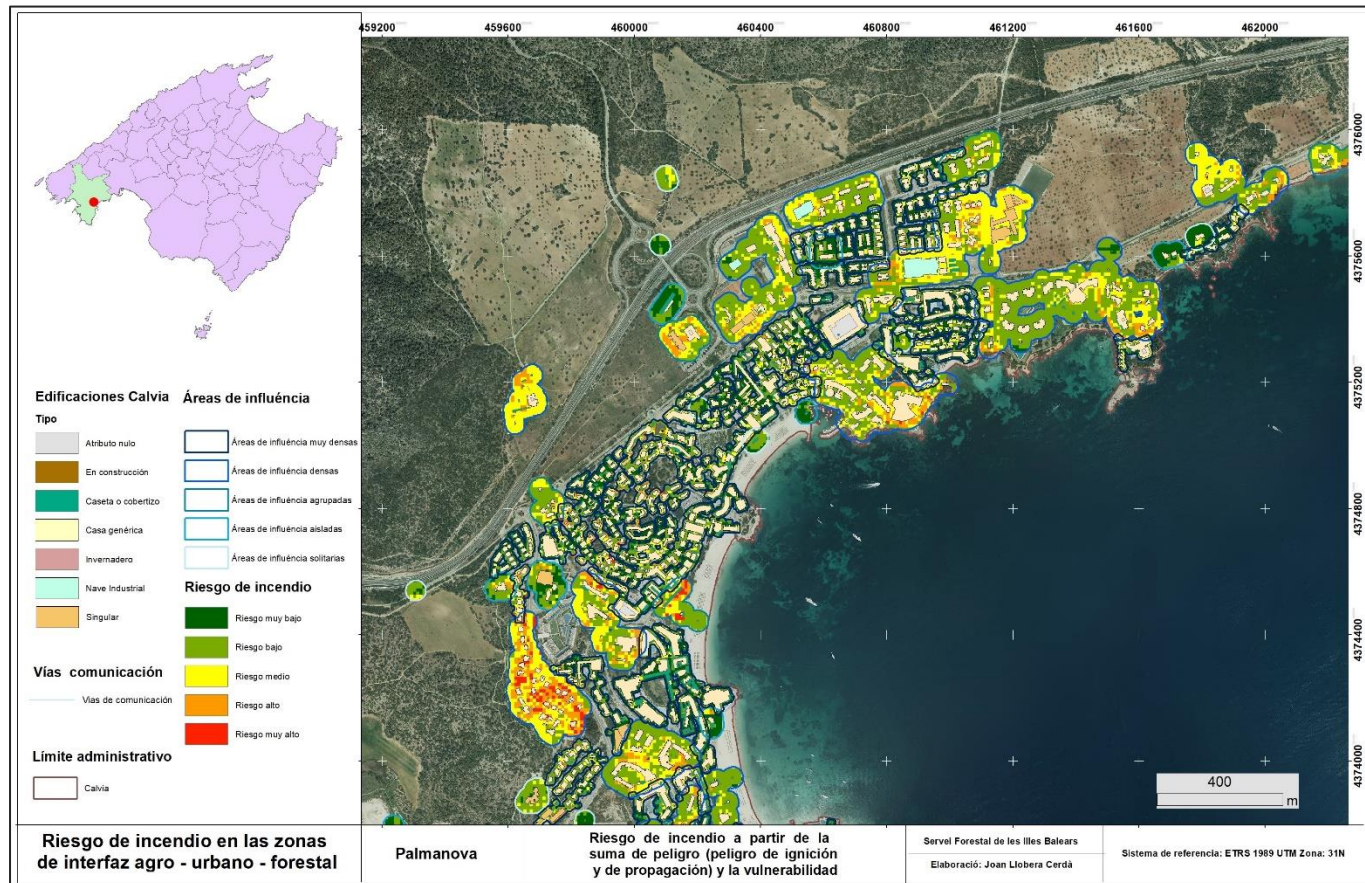


Figura 160. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Palmanova.

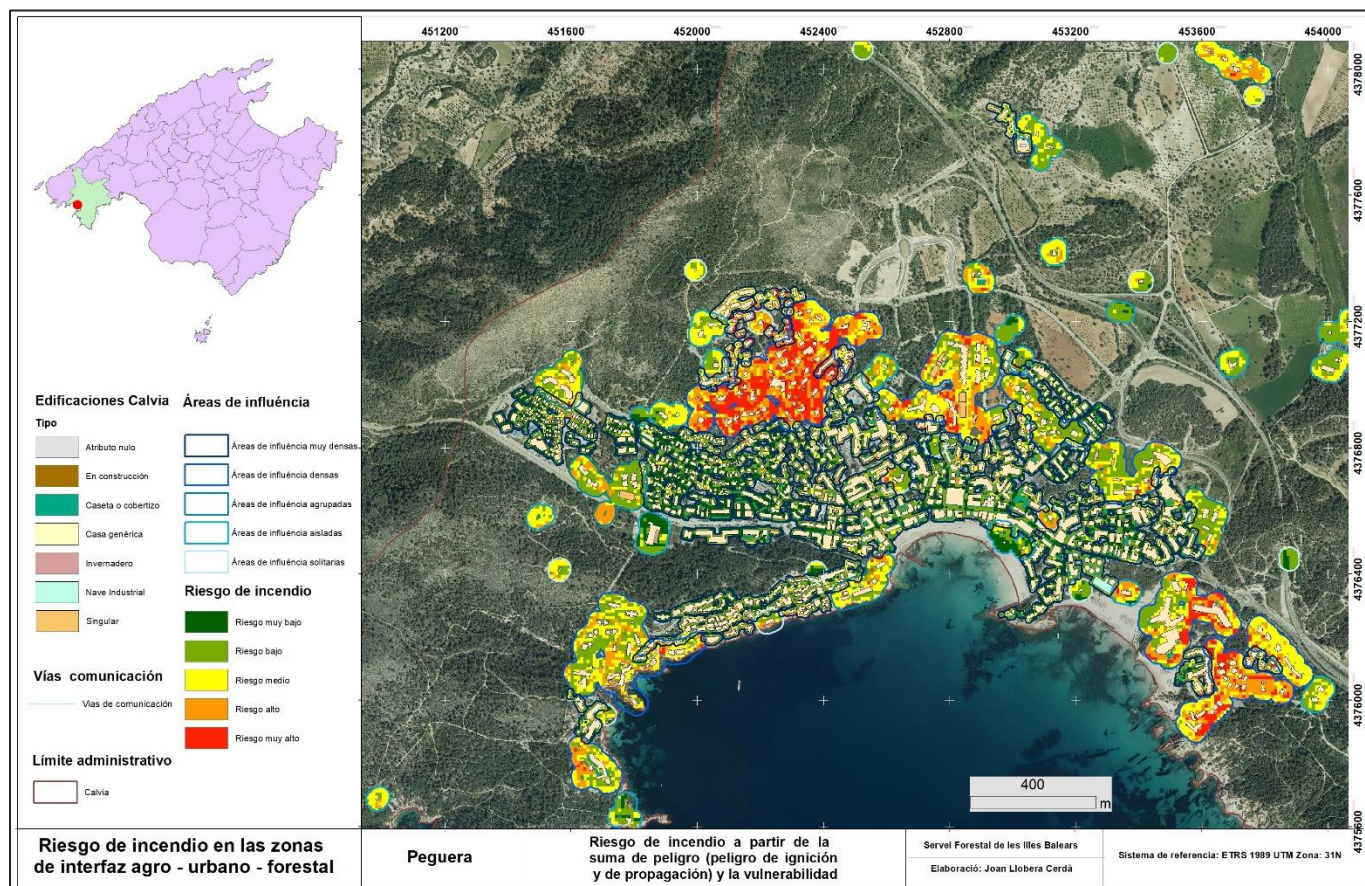


Figura 161. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Peguera.

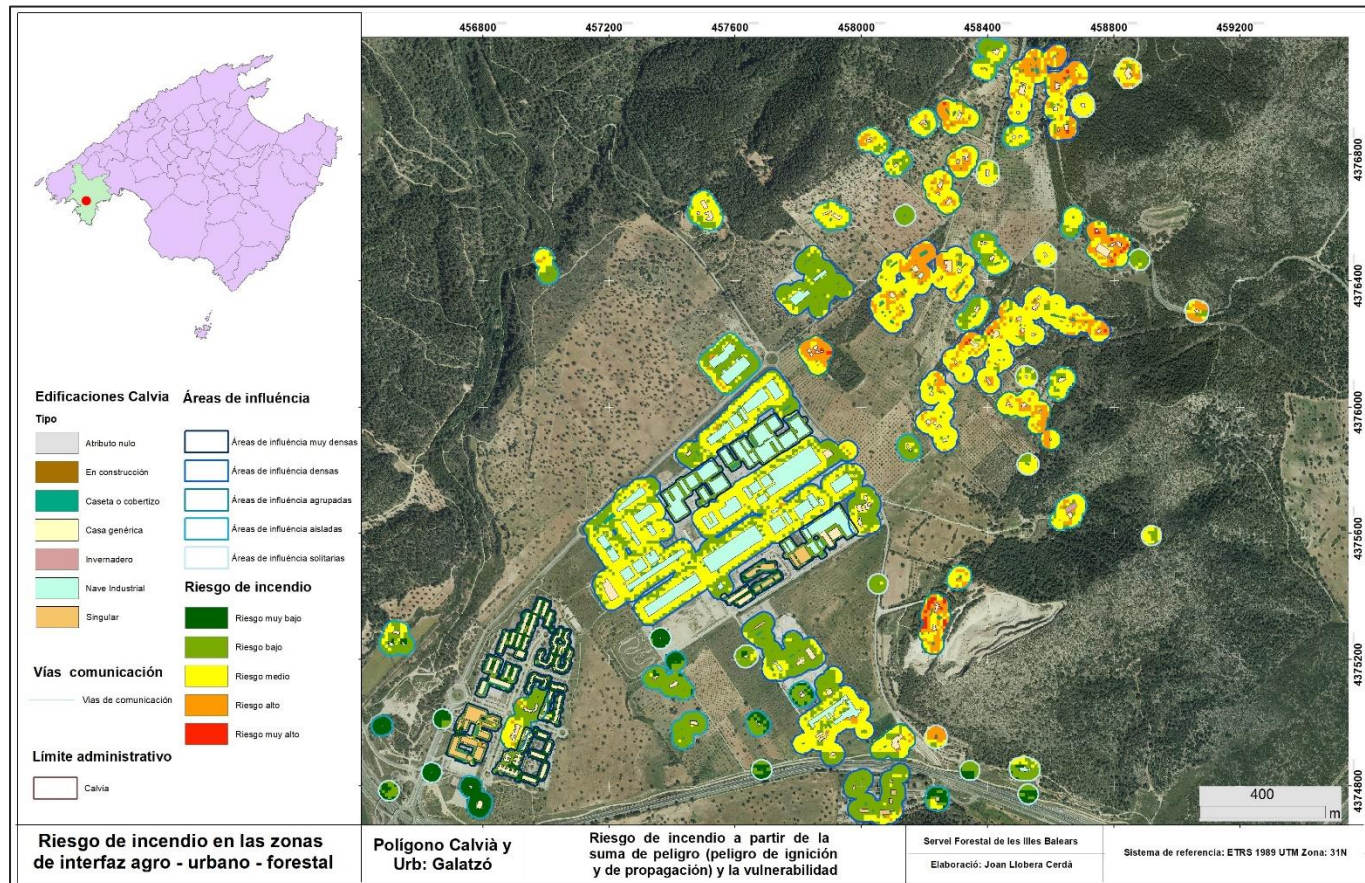


Figura 162. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF del polígono de Calvià y la urbanización Galatzó.

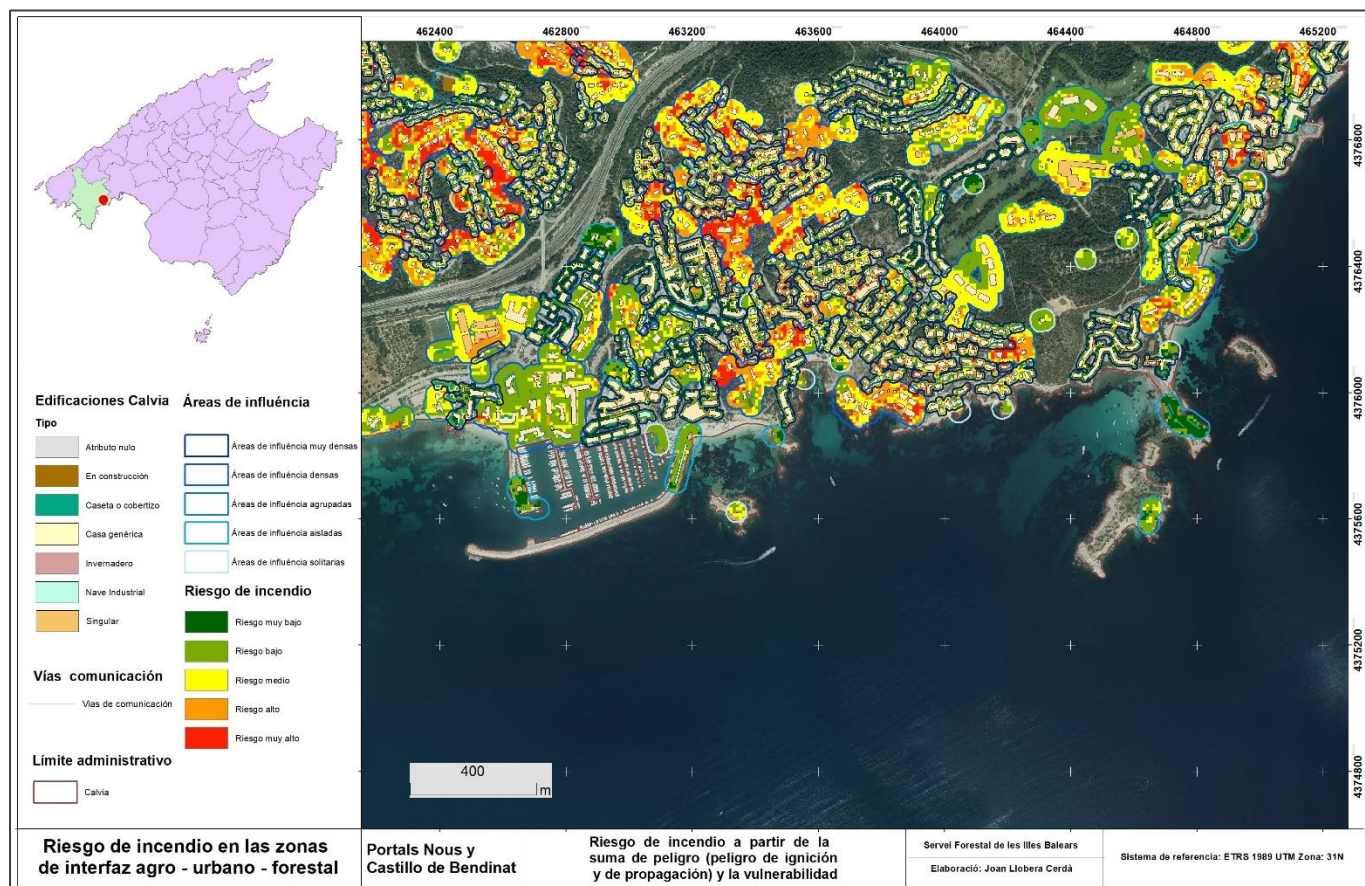


Figura 163. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Portals Nous y Castell de Bendorf.

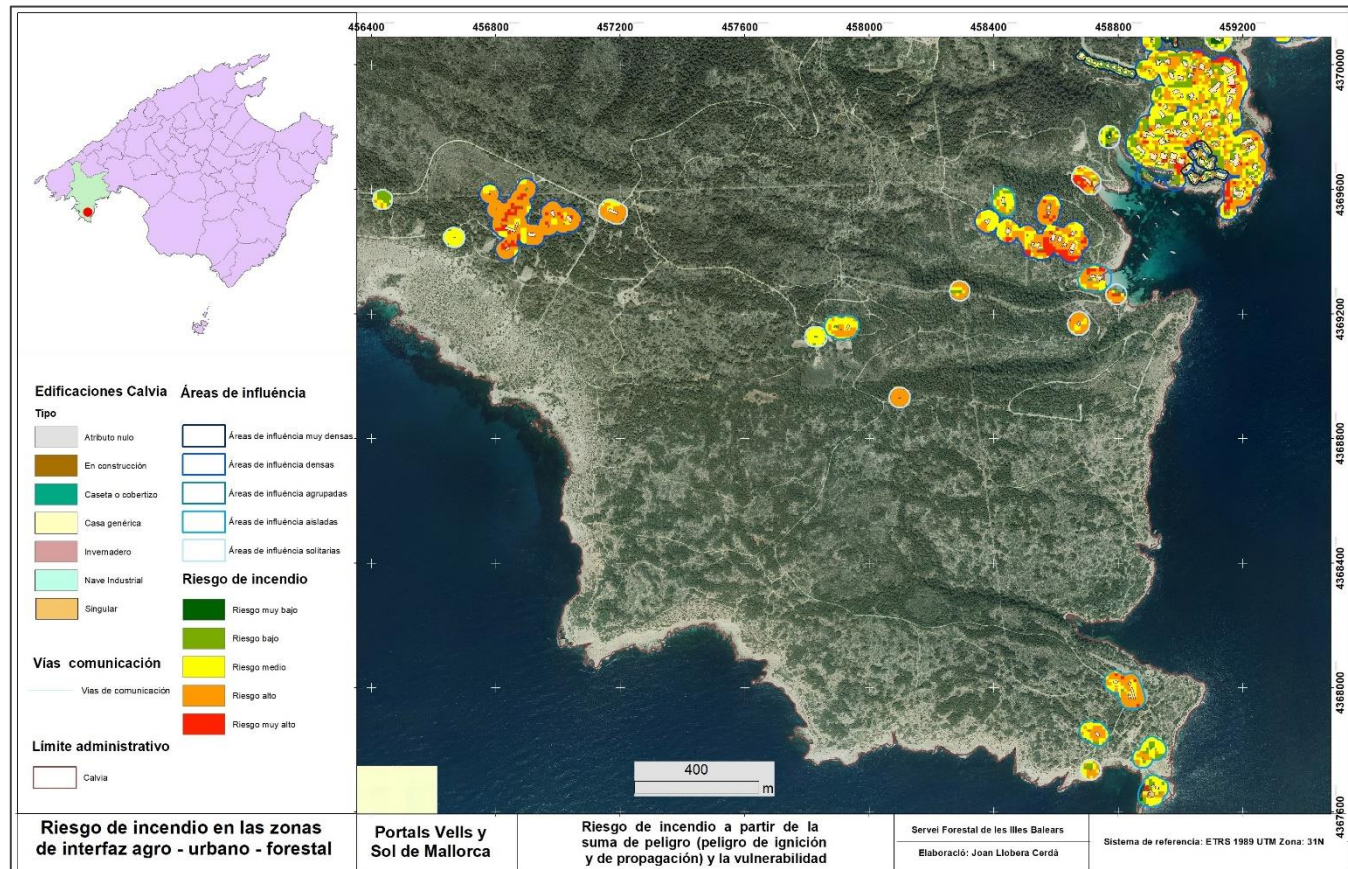


Figura 164. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Portals Vells y Sol de Mallorca.

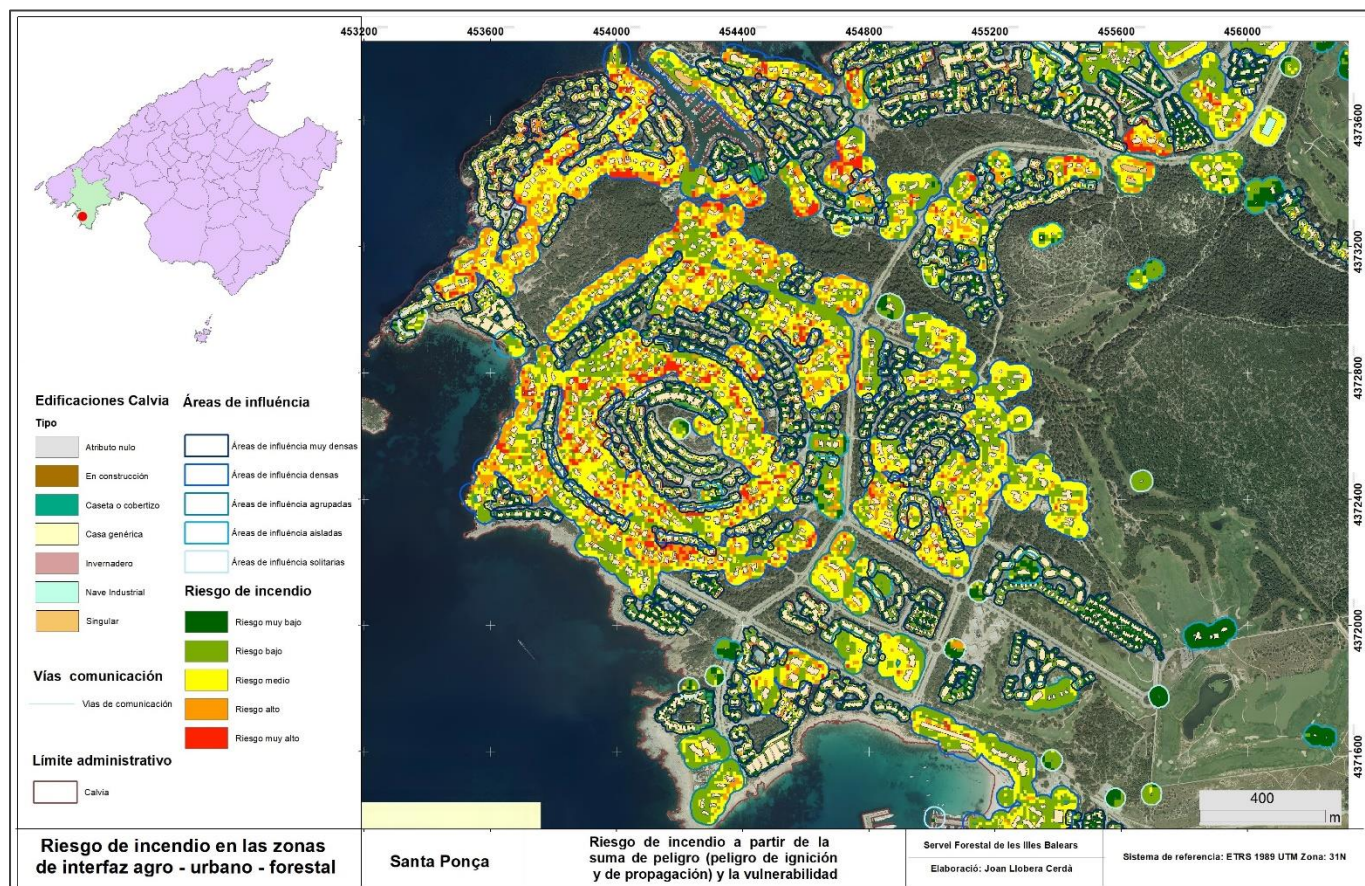


Figura 165. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Santa Ponça.

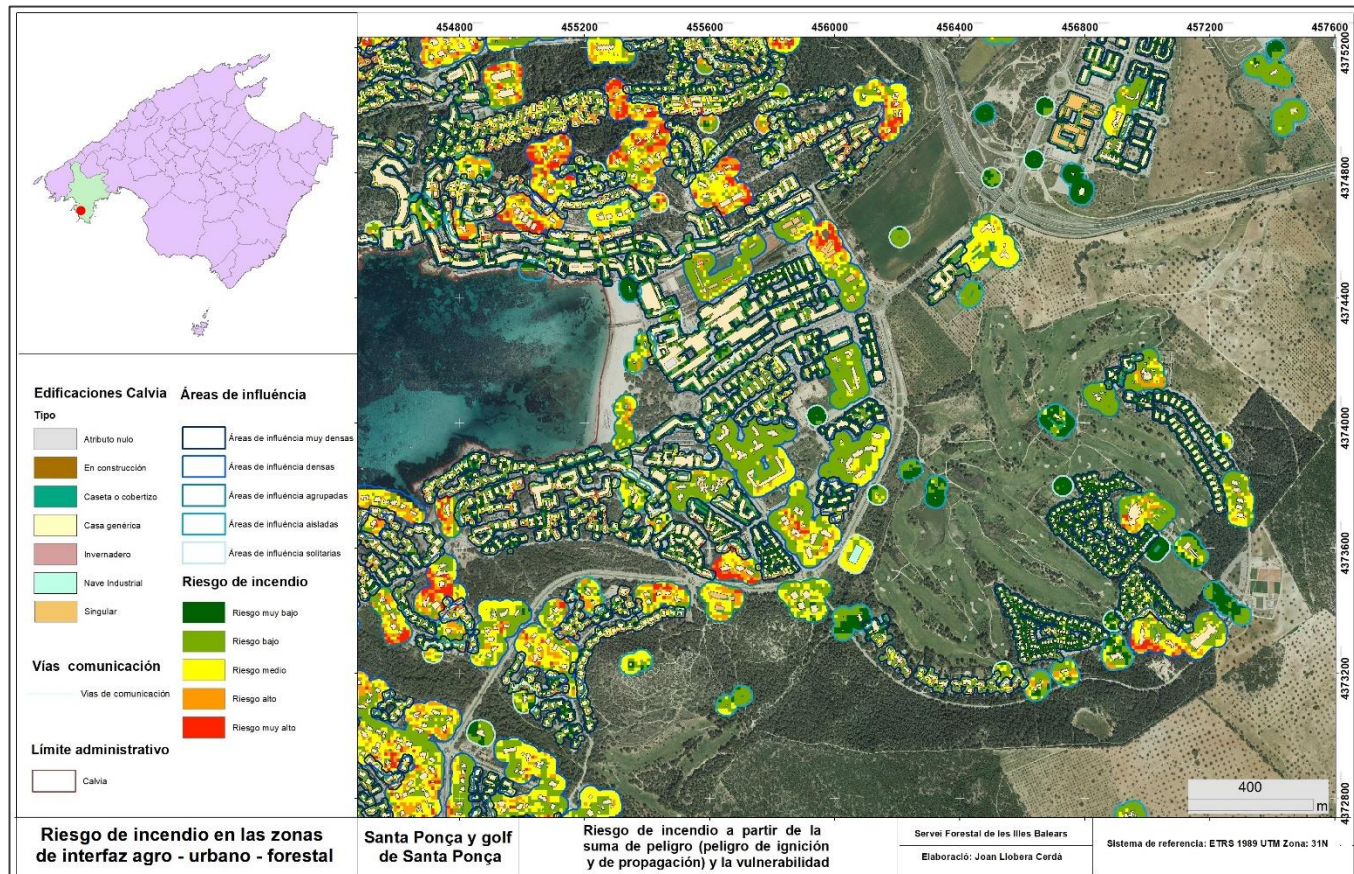


Figura 166. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de la parte Noreste y golf de Santa Ponça.

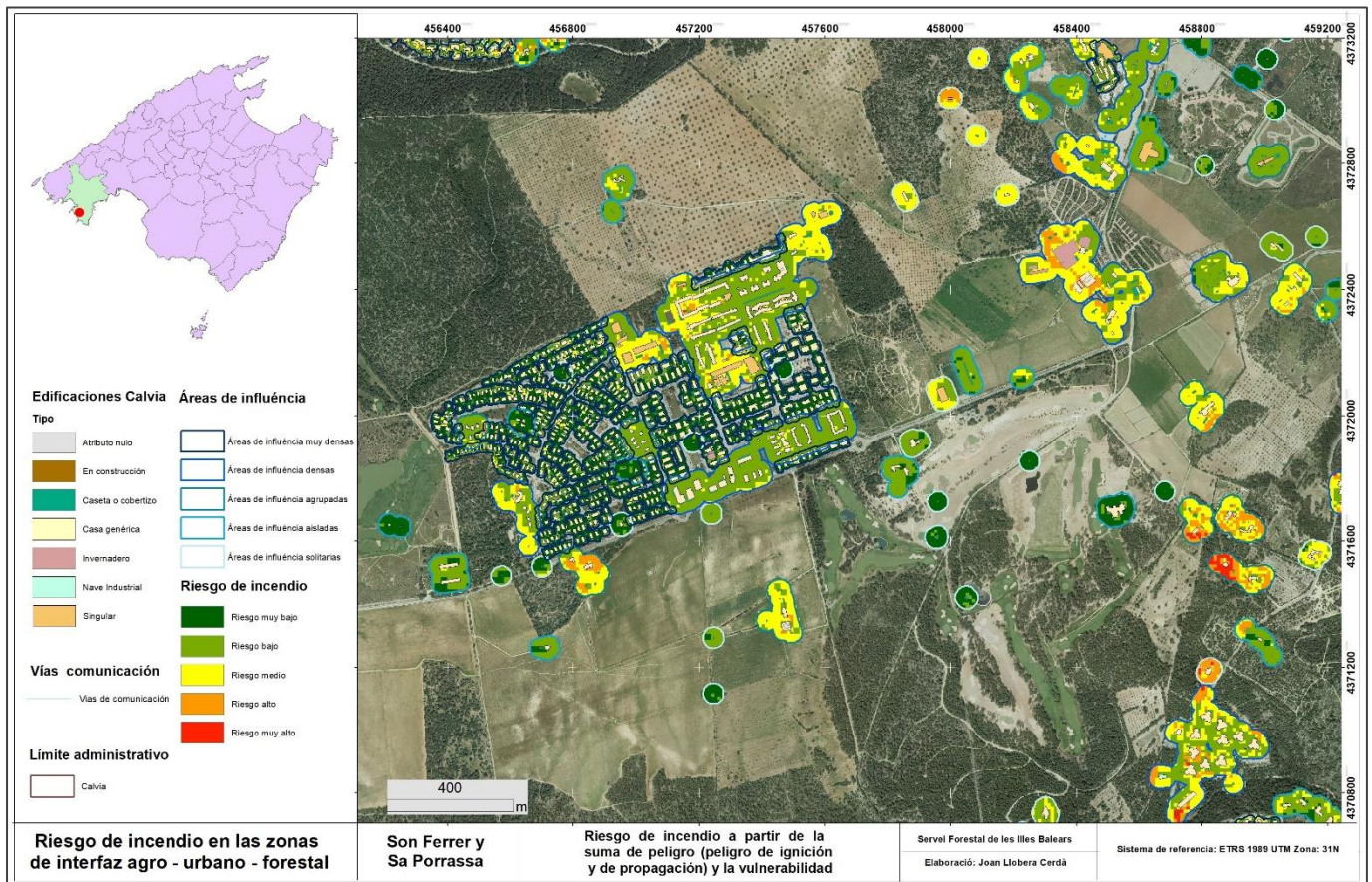


Figura 167. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Son Ferrer y Sa Porrassa.

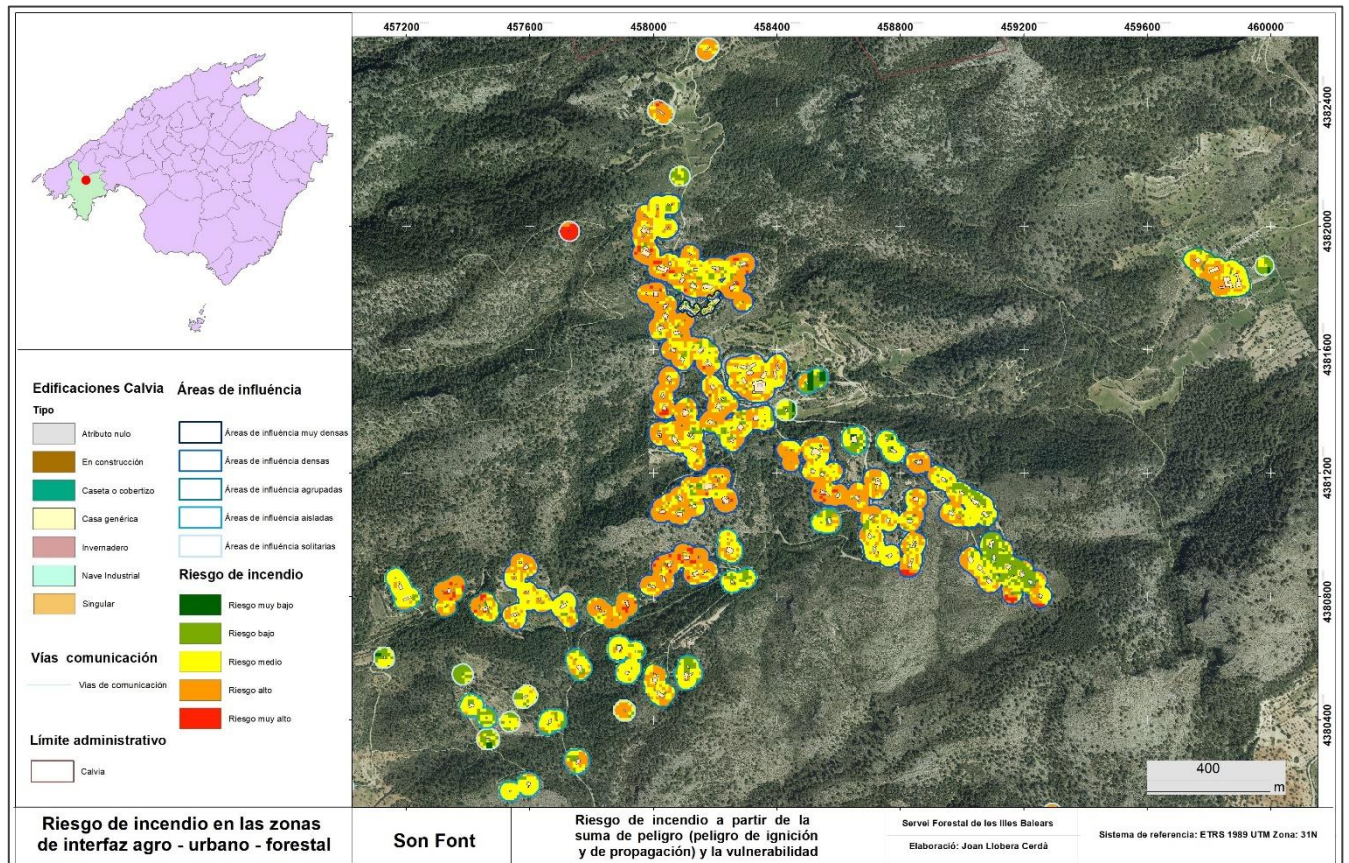


Figura 168. Riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF de Son Font.

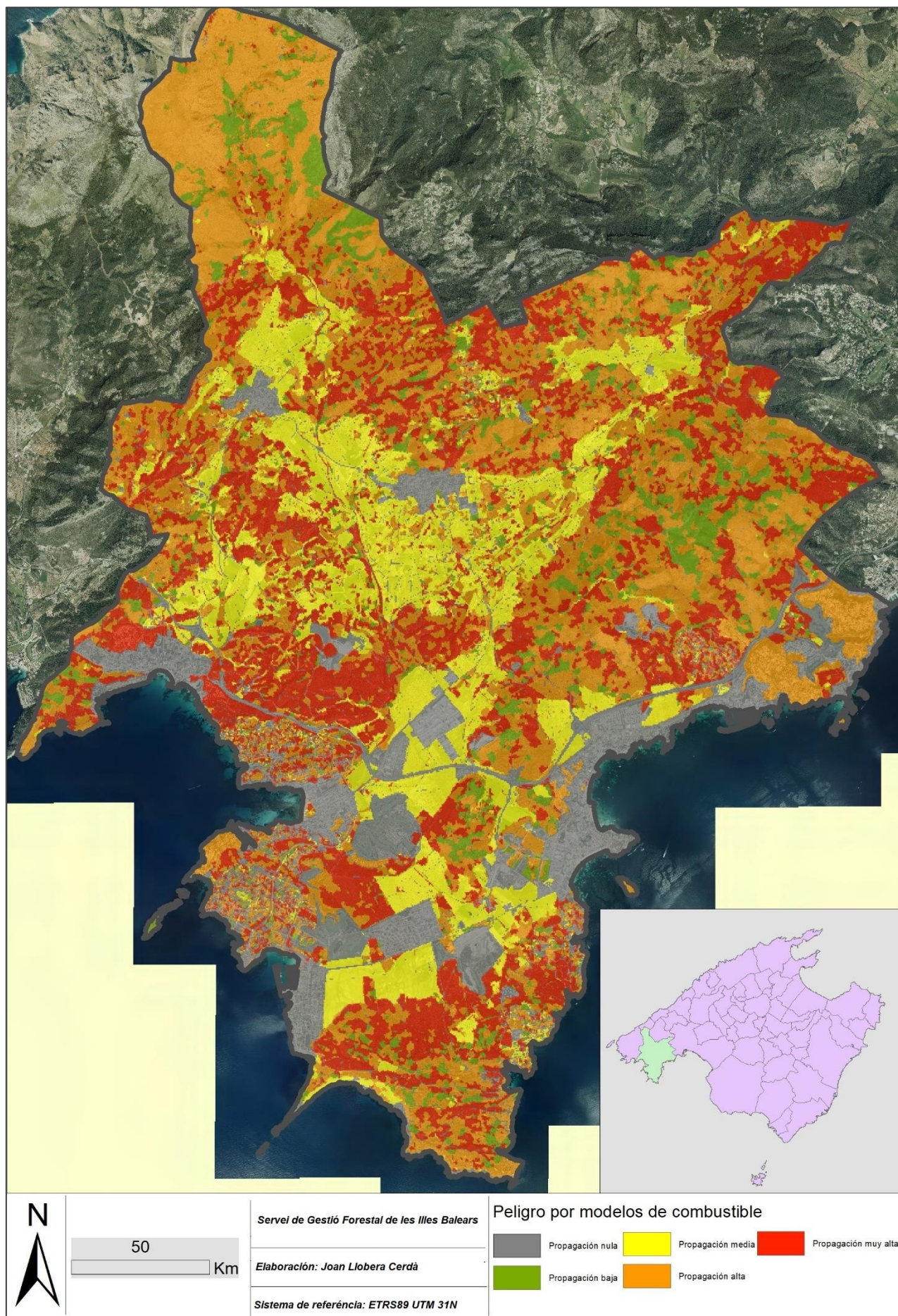


Figura 178. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en el municipio de Calvià.

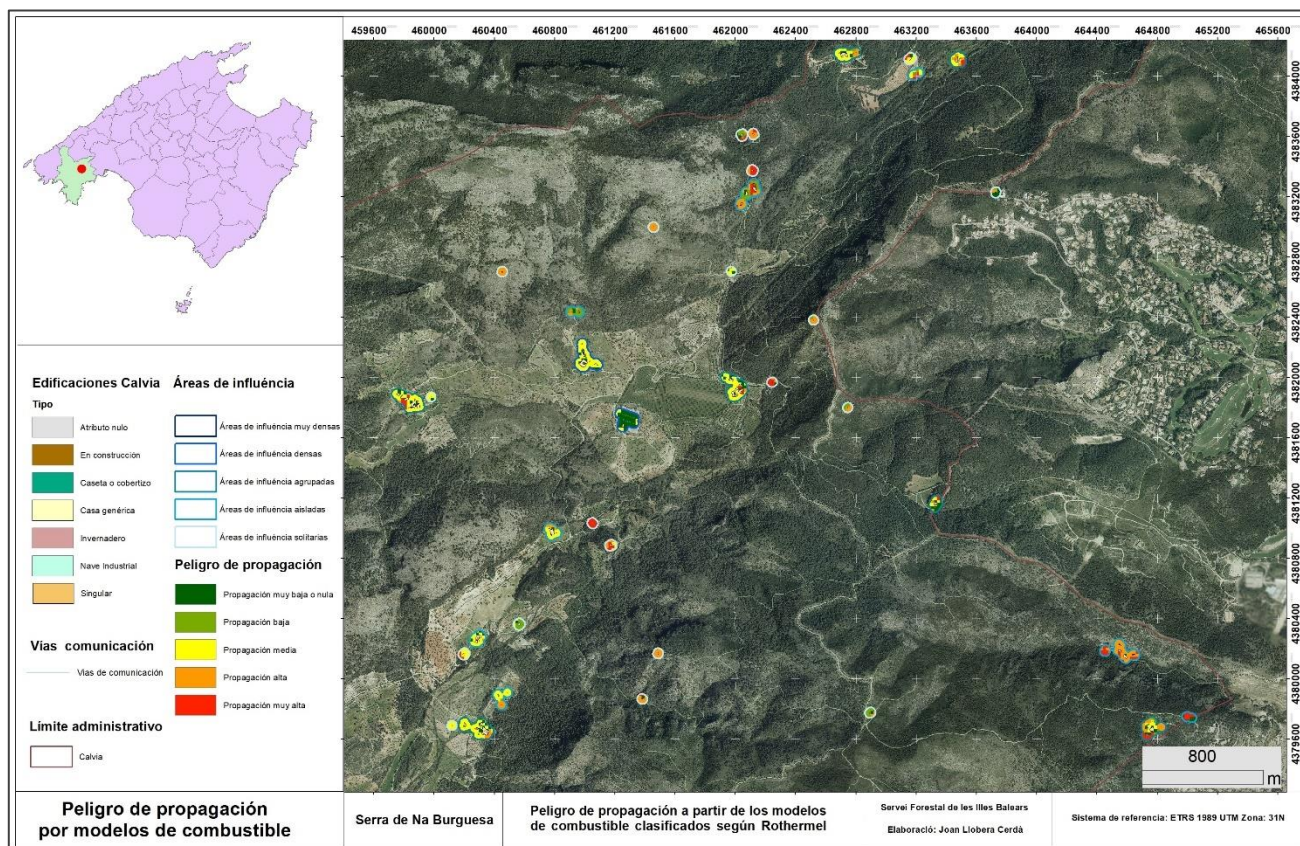


Figura 179. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en la Serra de Burguesa.

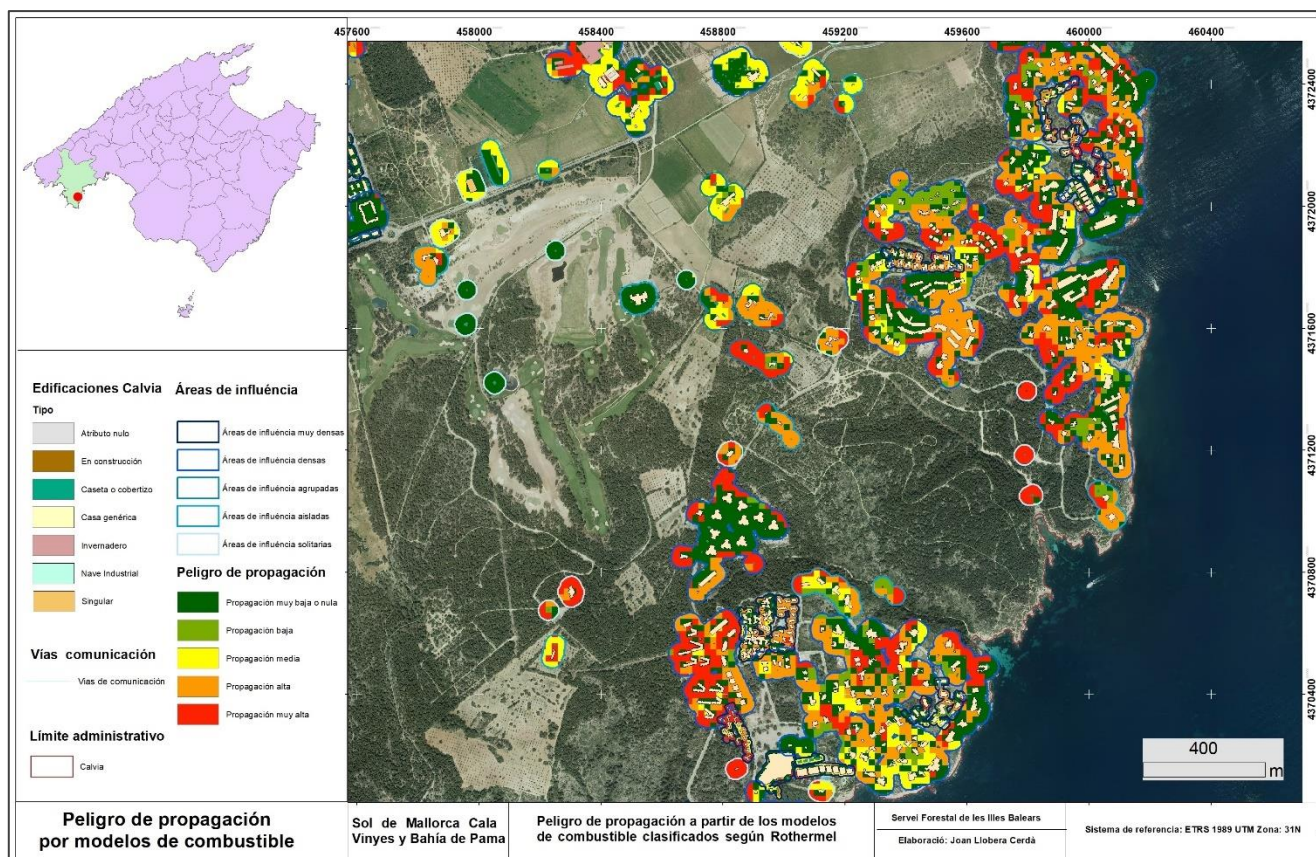


Figura 180. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Sol de Mallorca, Cala Vinyes y Bahía de Palma.

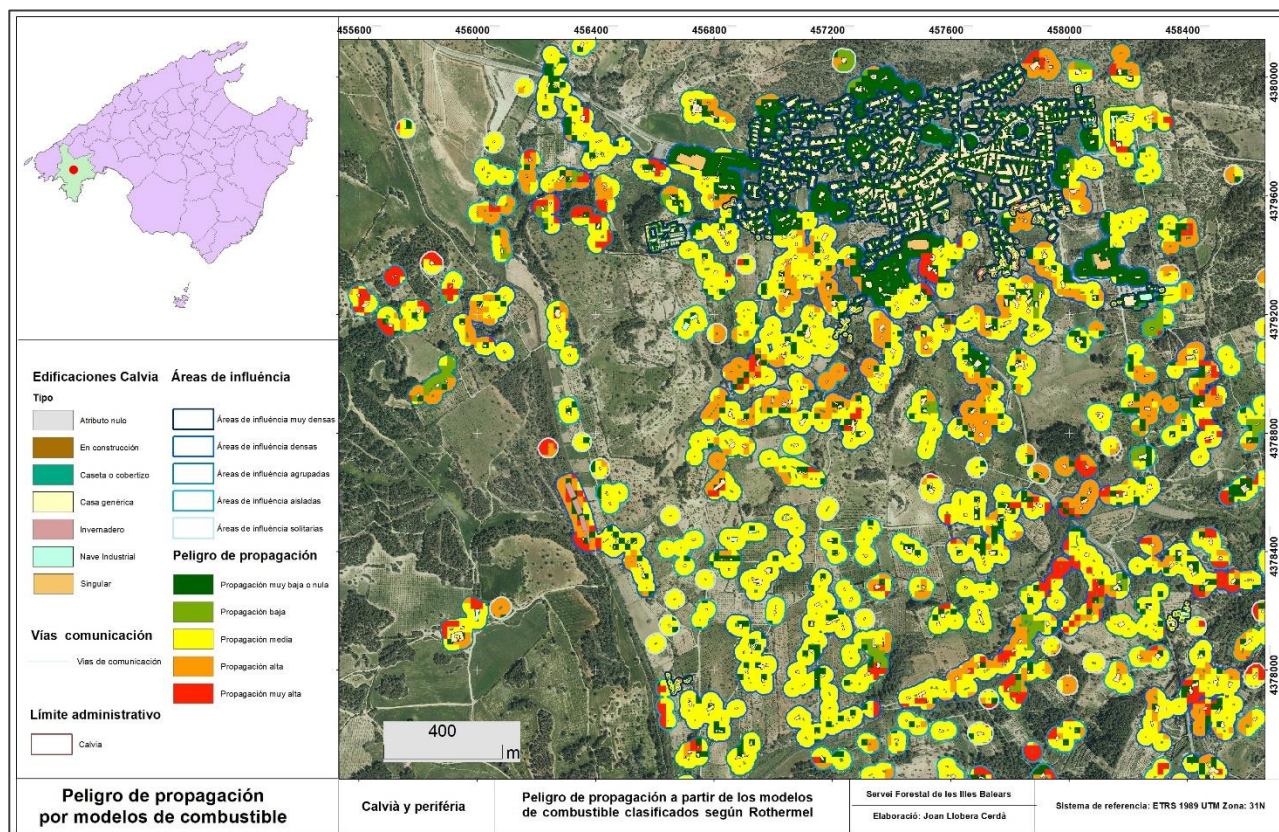


Figura 181. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Calvià y su periferia.

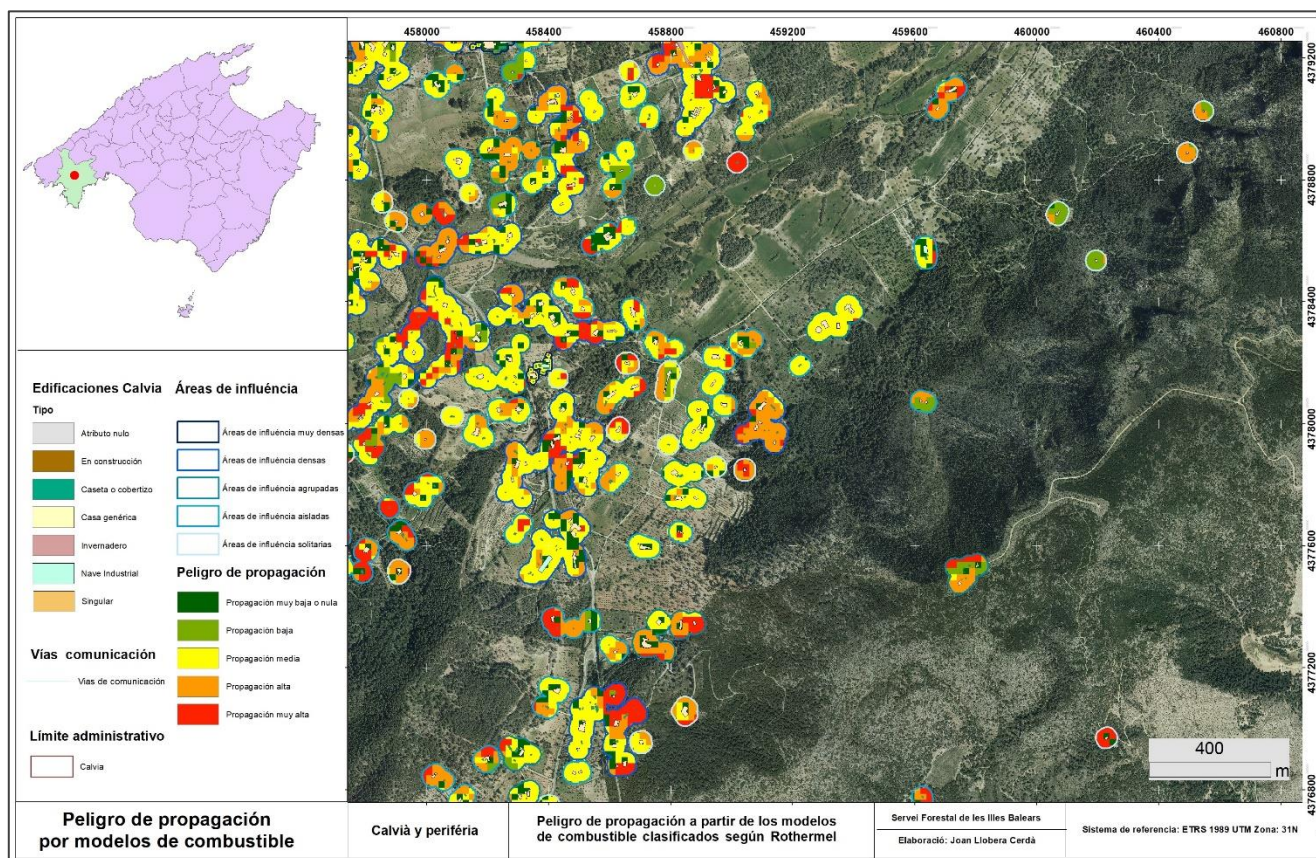


Figura 182. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en la periferia de Calvià.

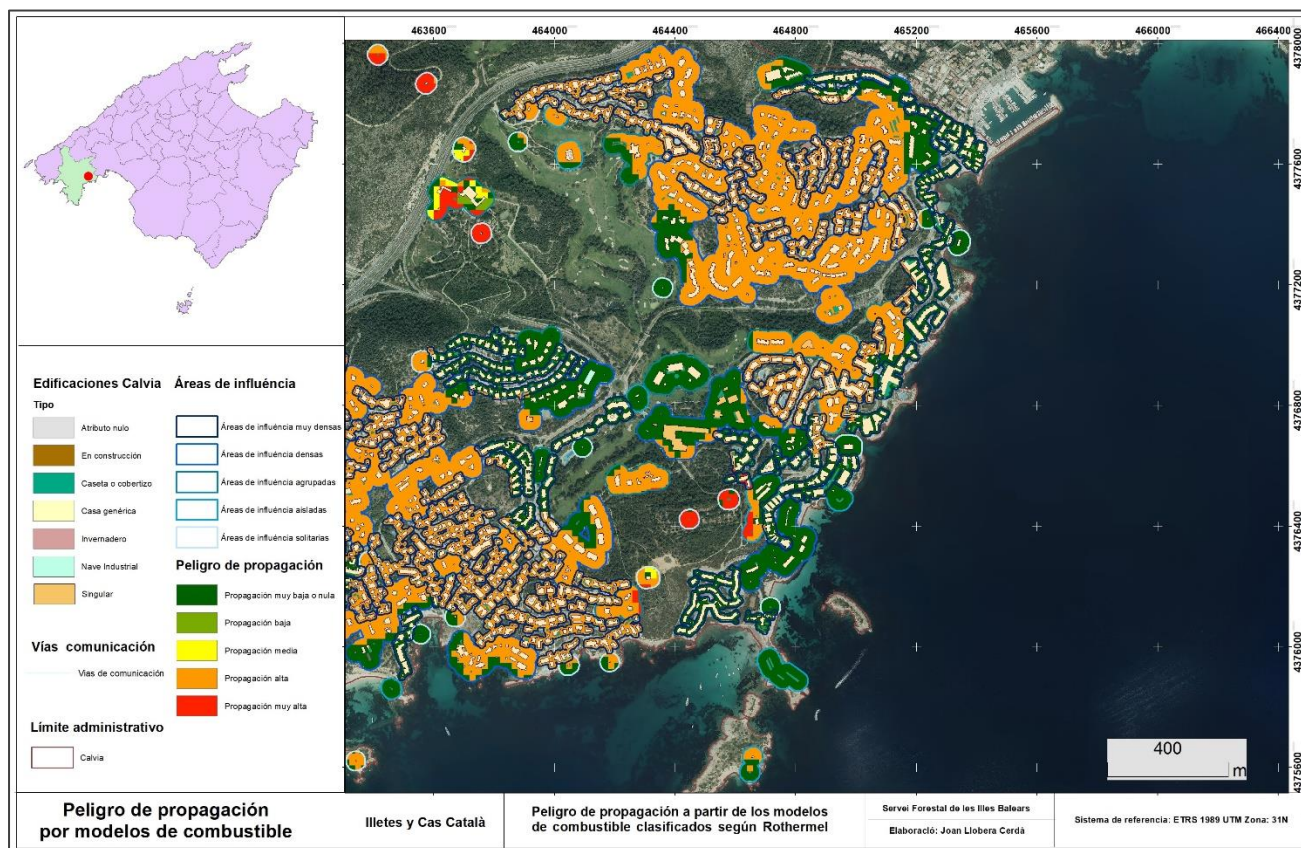


Figura 183. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Illetes y Cas Català.

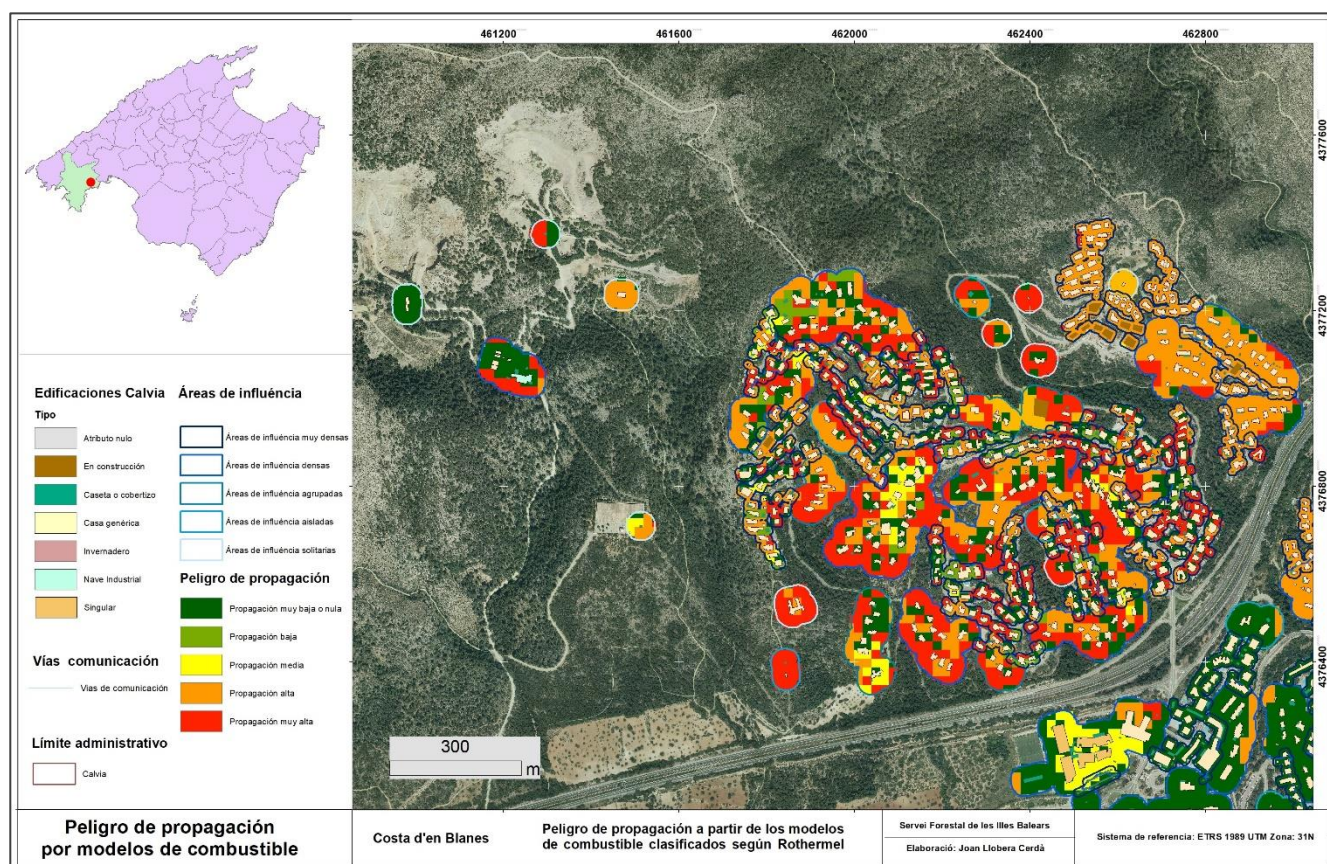


Figura 184. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Costa d'en Blanes.

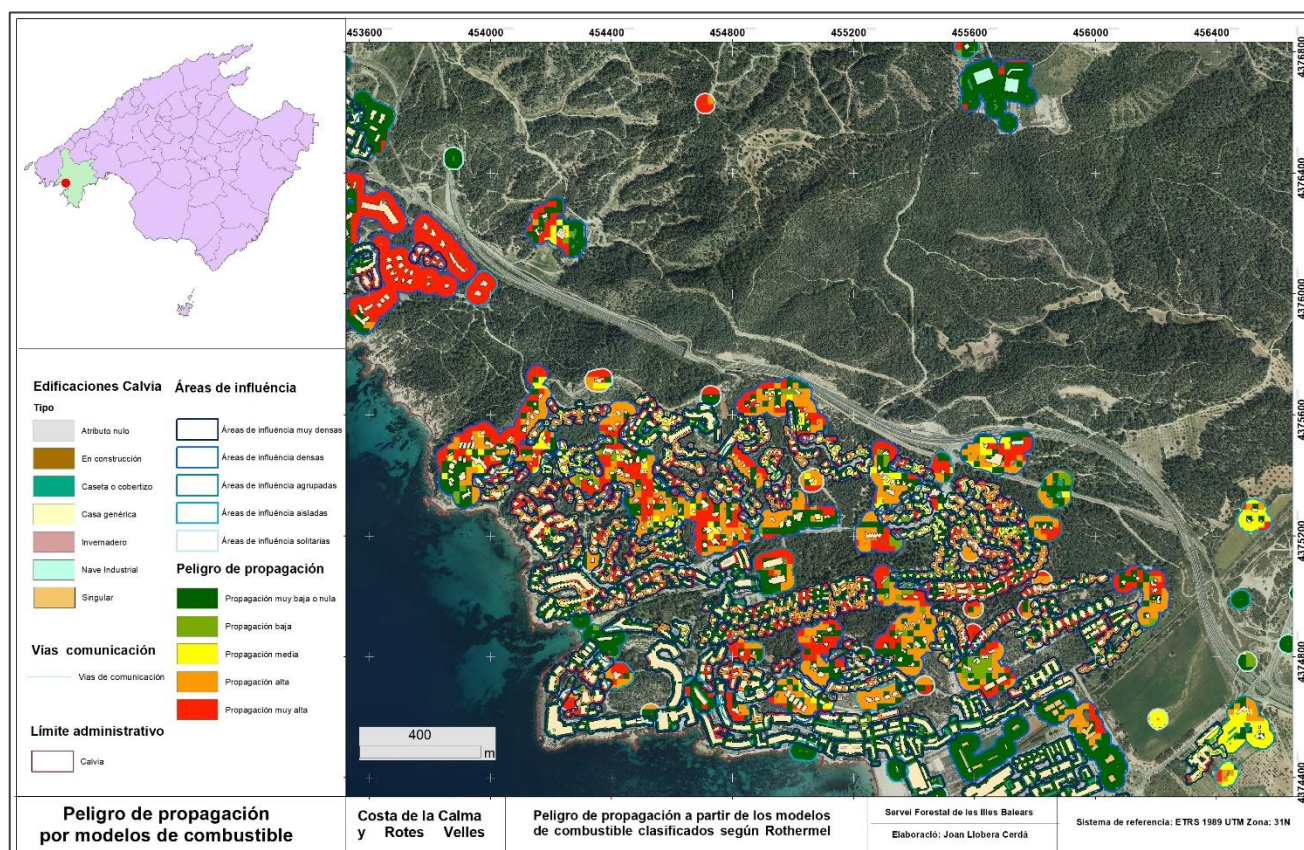


Figura 185. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Costa de la Calma y Rotes Velles.

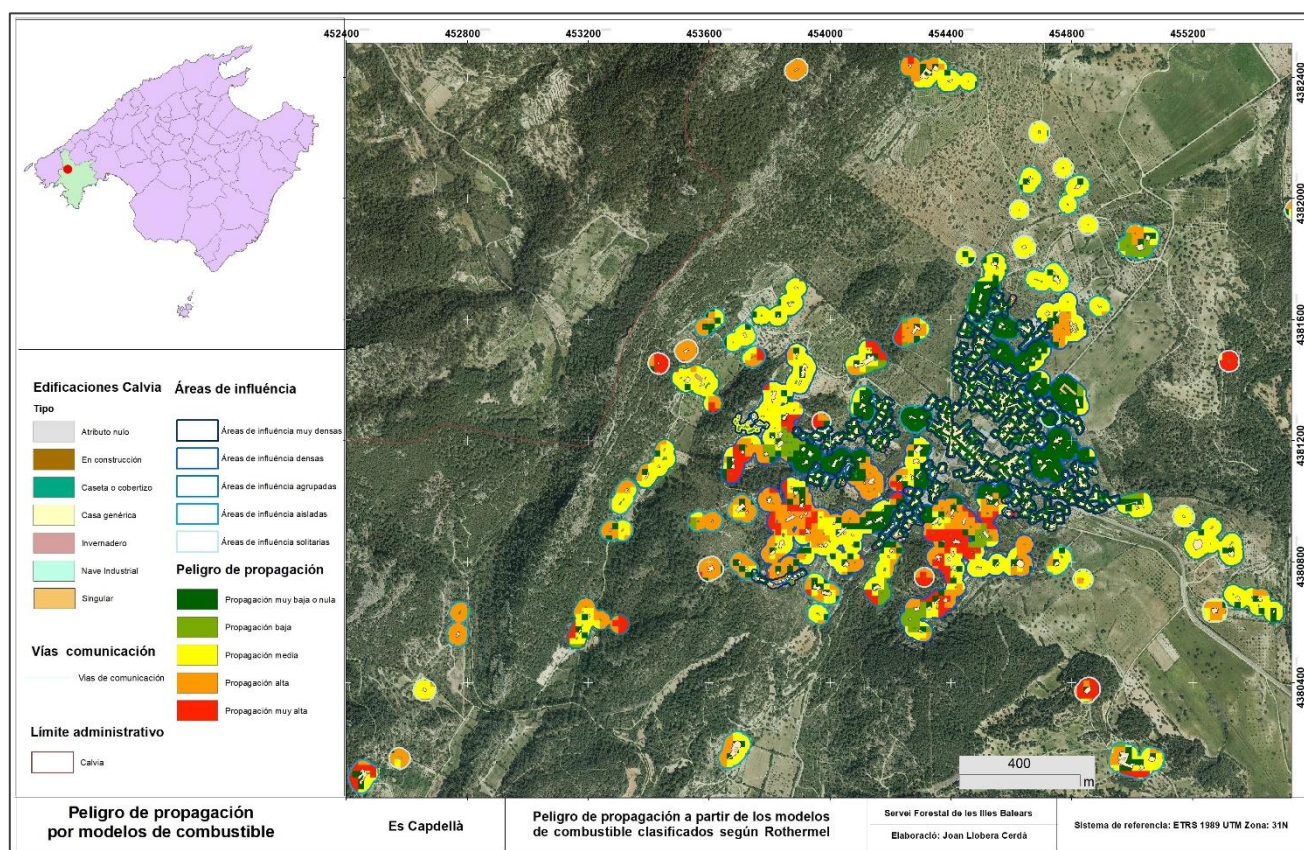


Figura 186. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Es Capdellà.

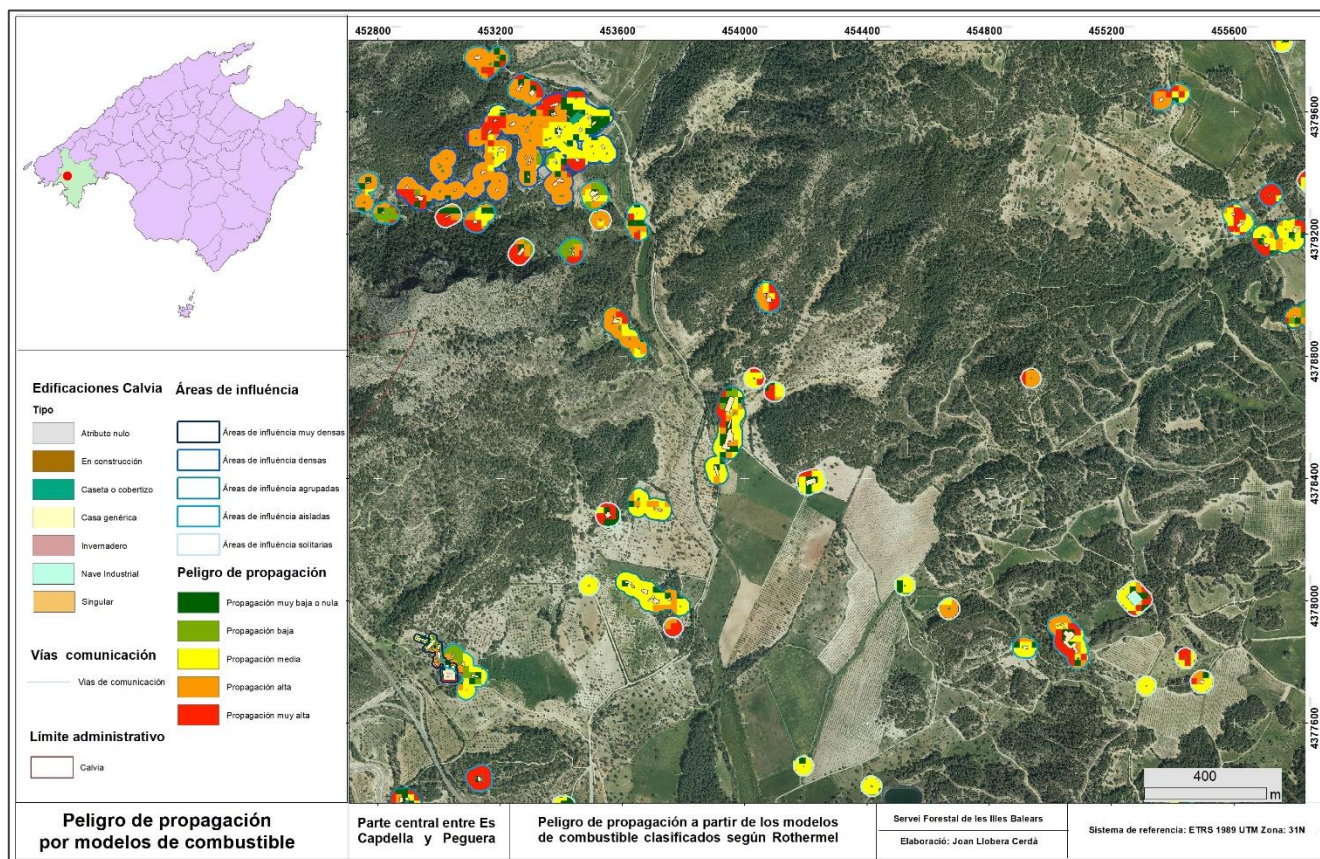


Figura 187. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en la parte central entre Es Capdellà y Peguera.

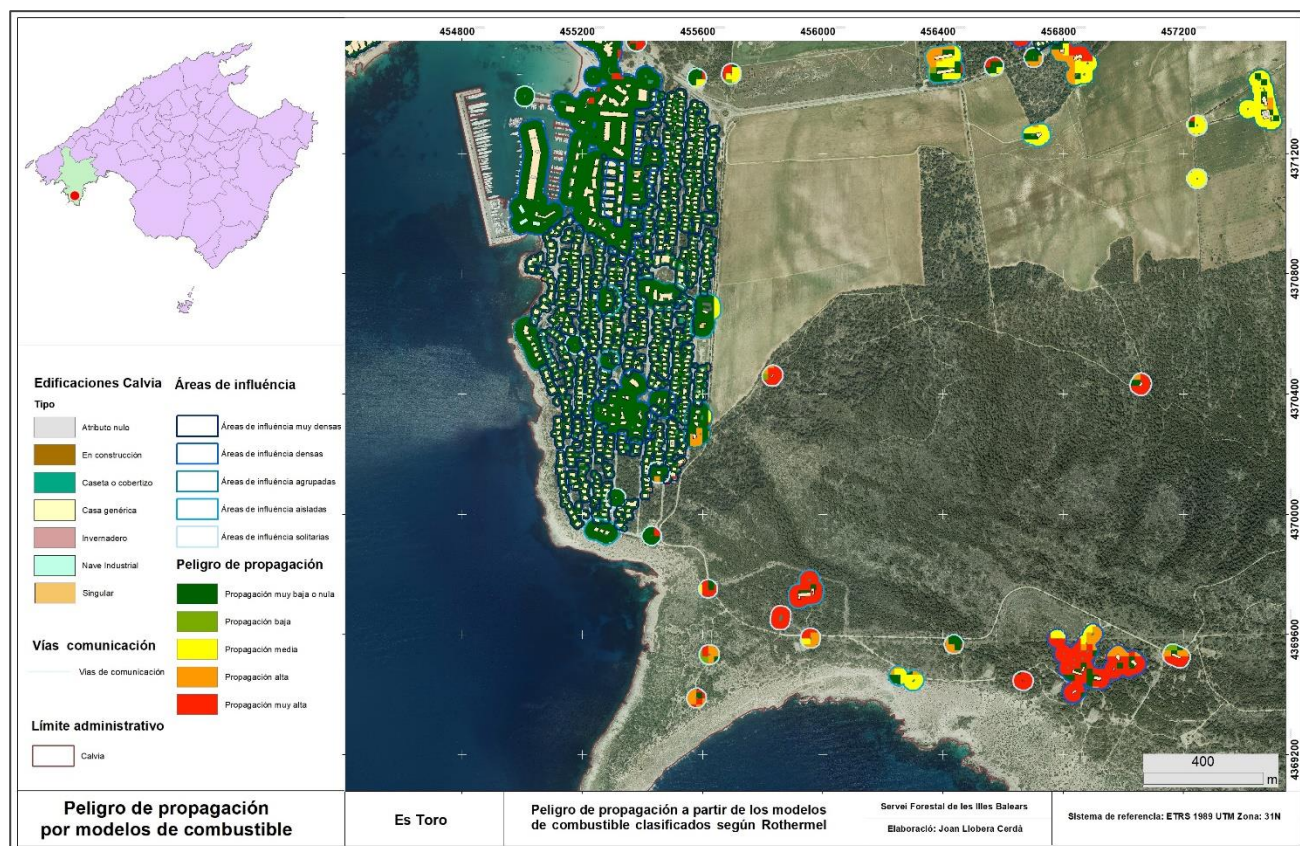


Figura 188. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Es Toro.

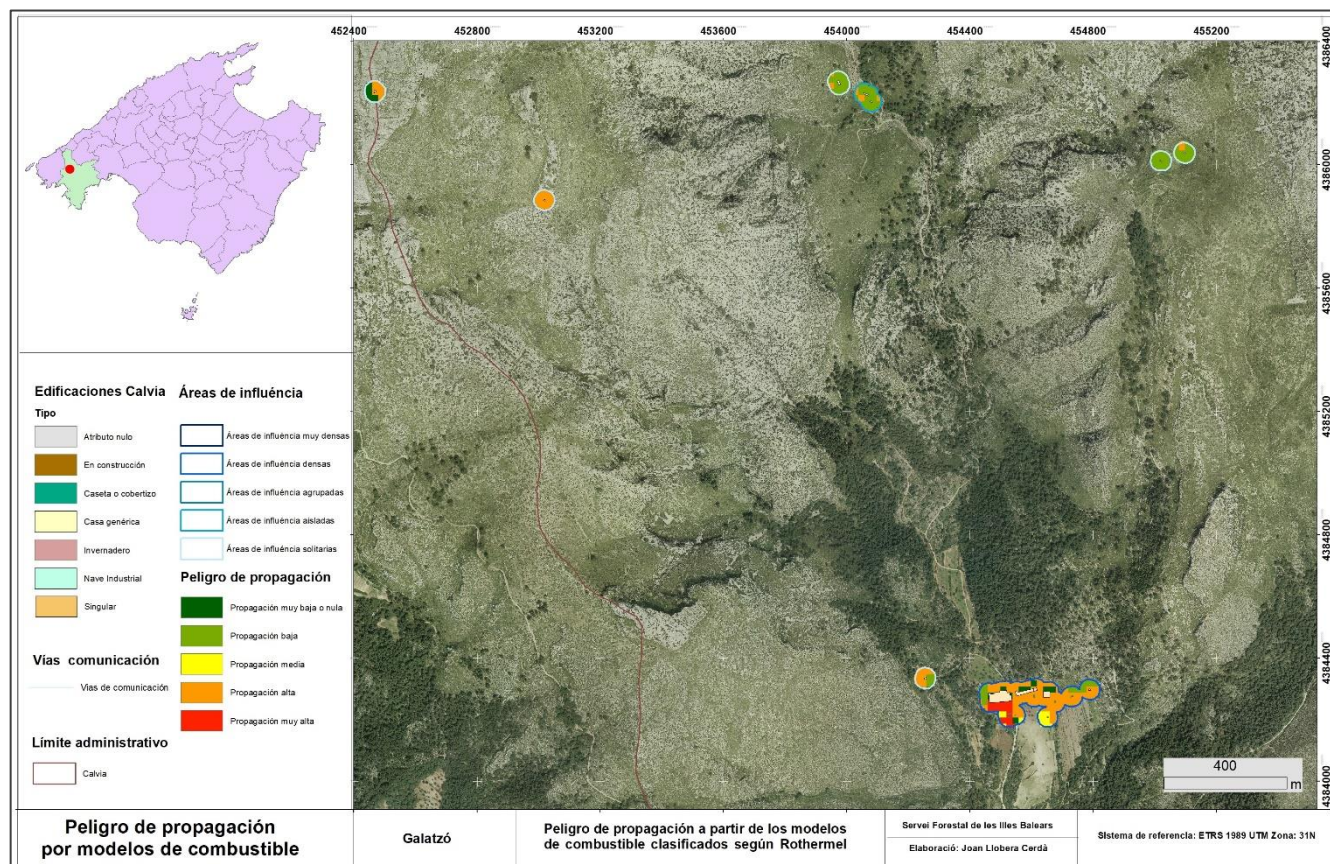


Figura 189. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en el Galatzó.

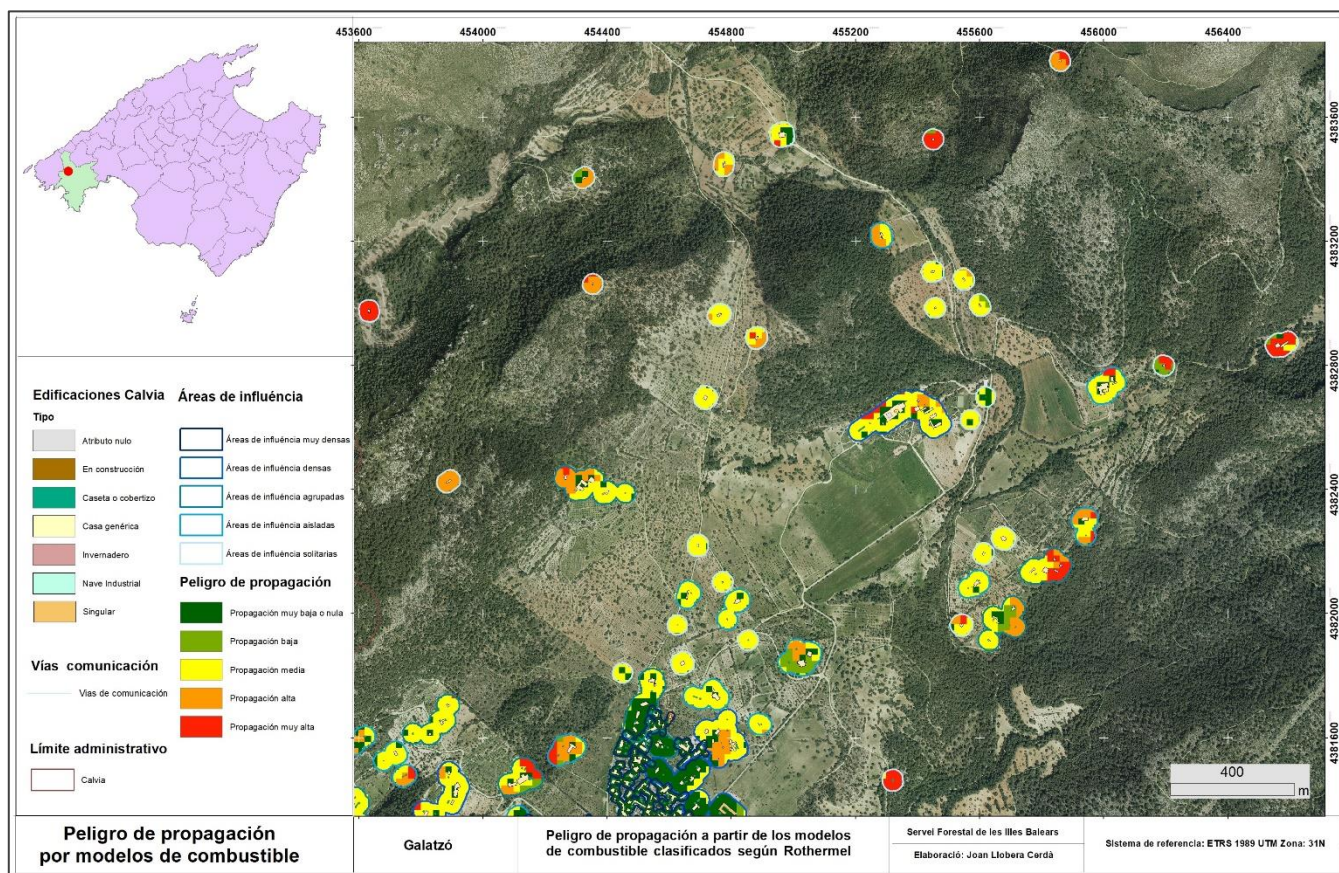


Figura 190. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en la parte Sur del Galatzó.

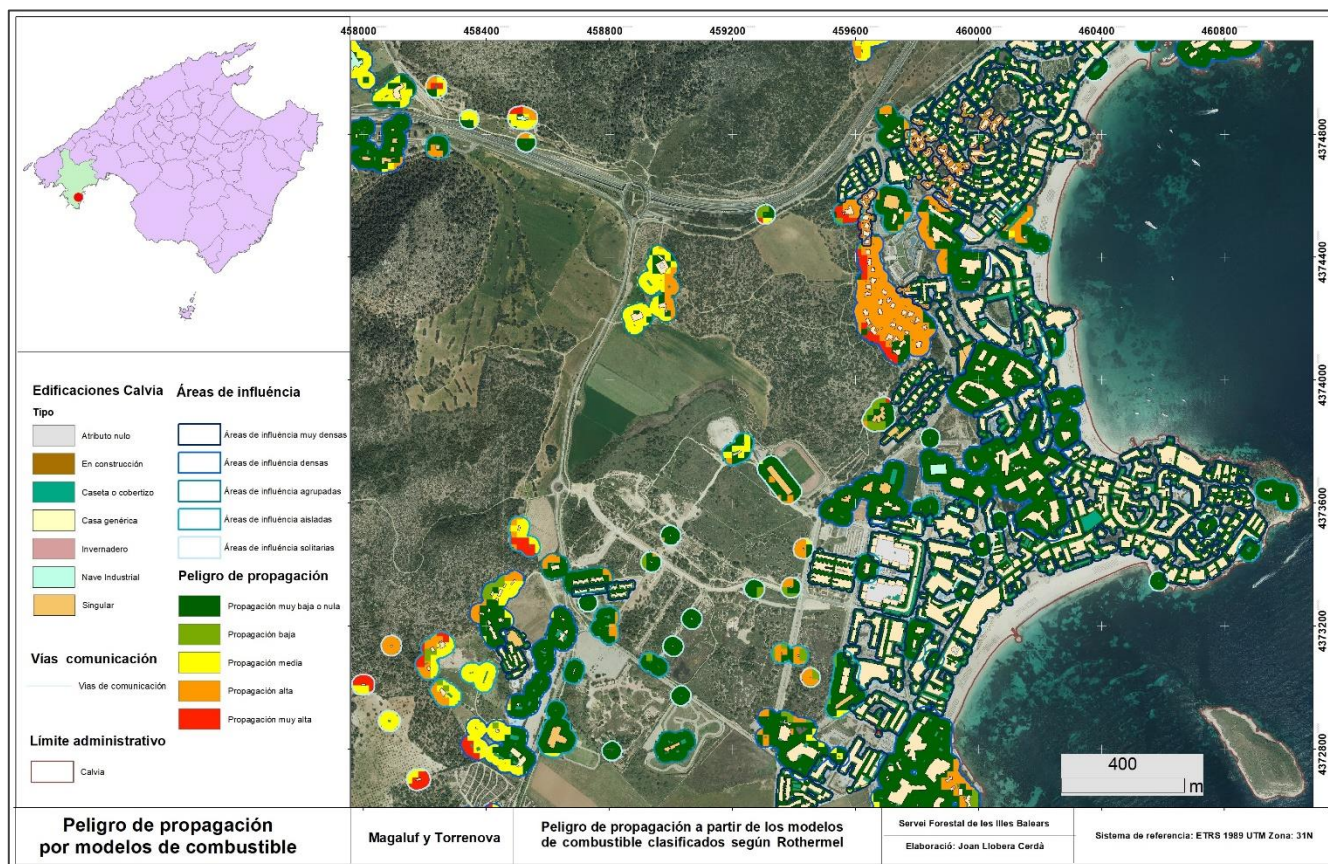


Figura 191. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Magaluf y Torrenova.

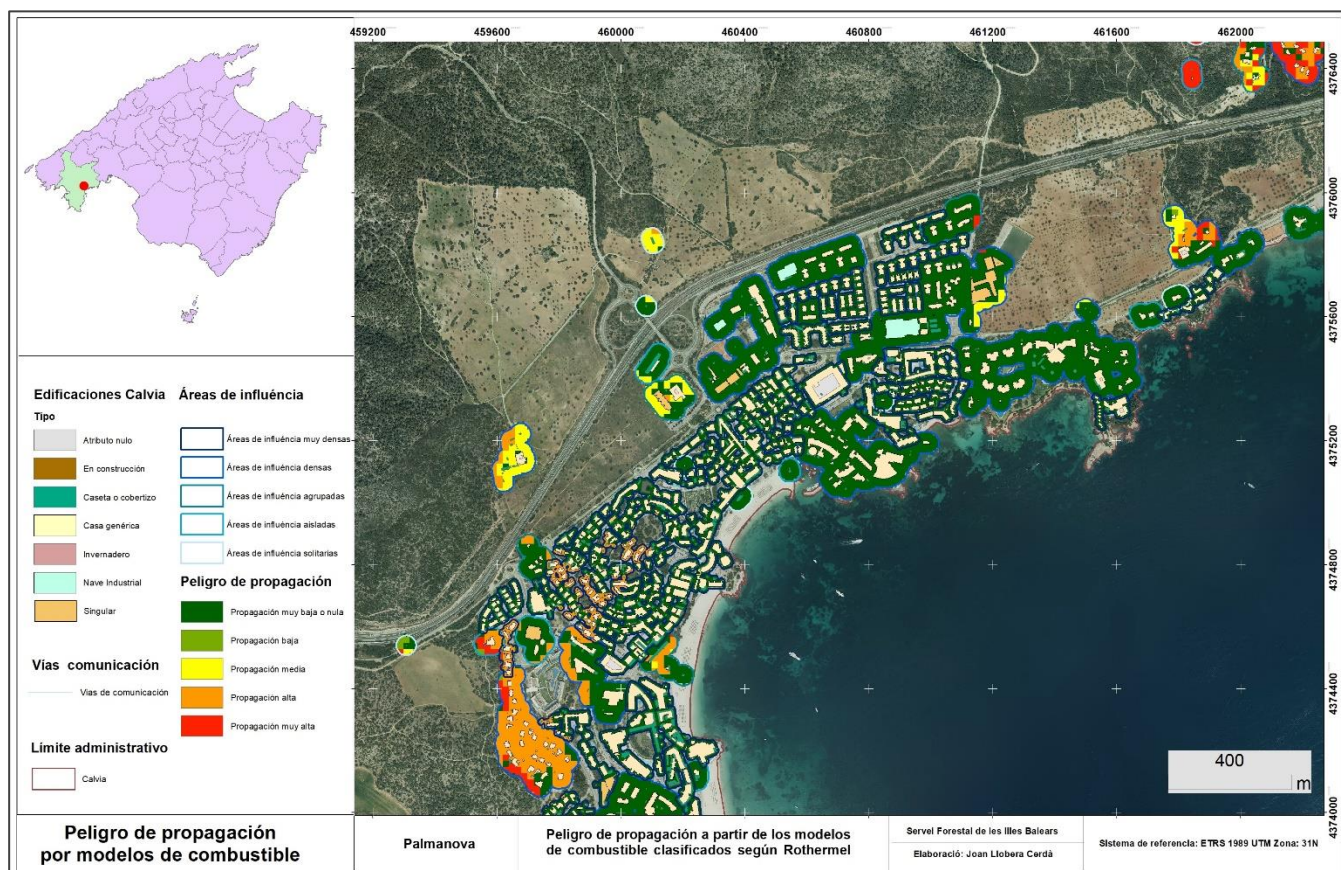


Figura 192. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Palmanova.

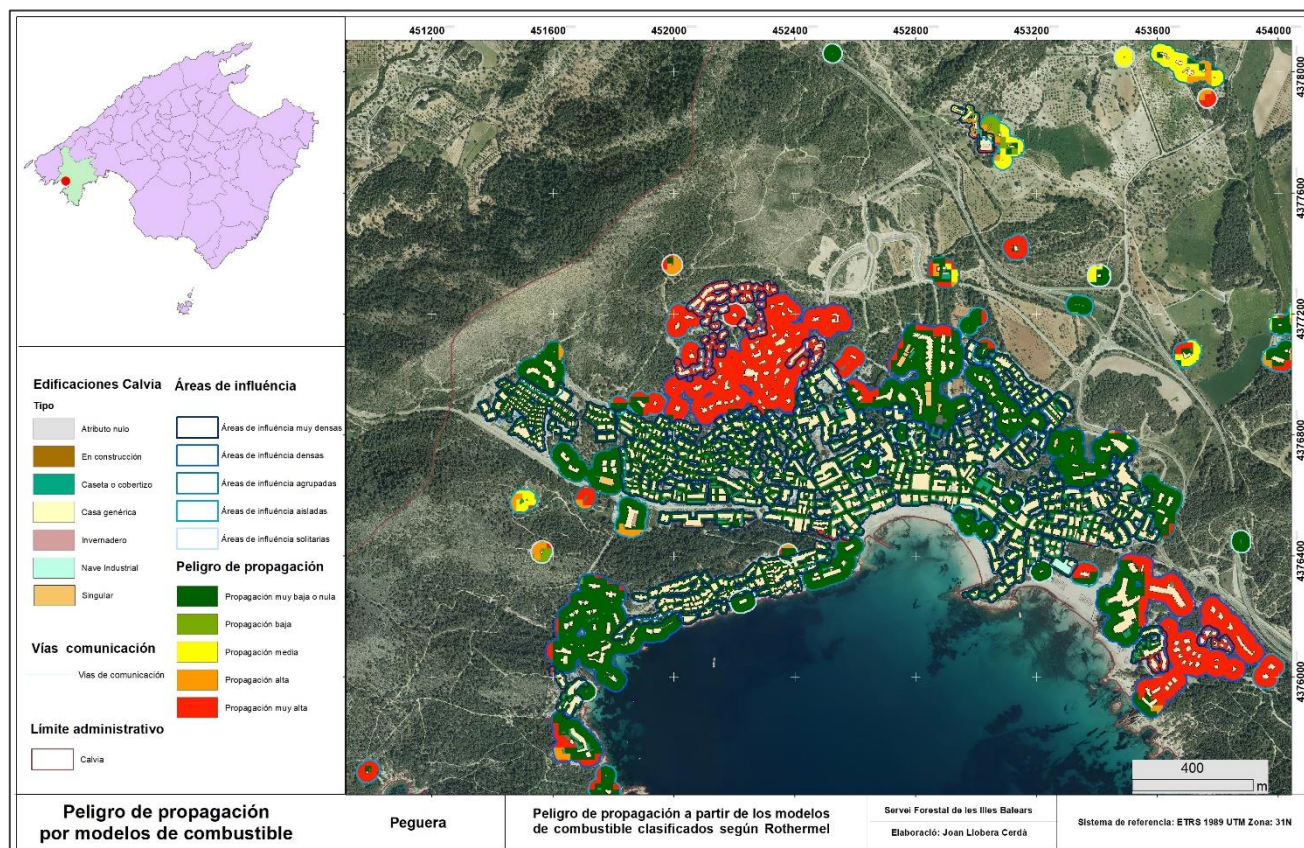


Figura 193. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Peguera.

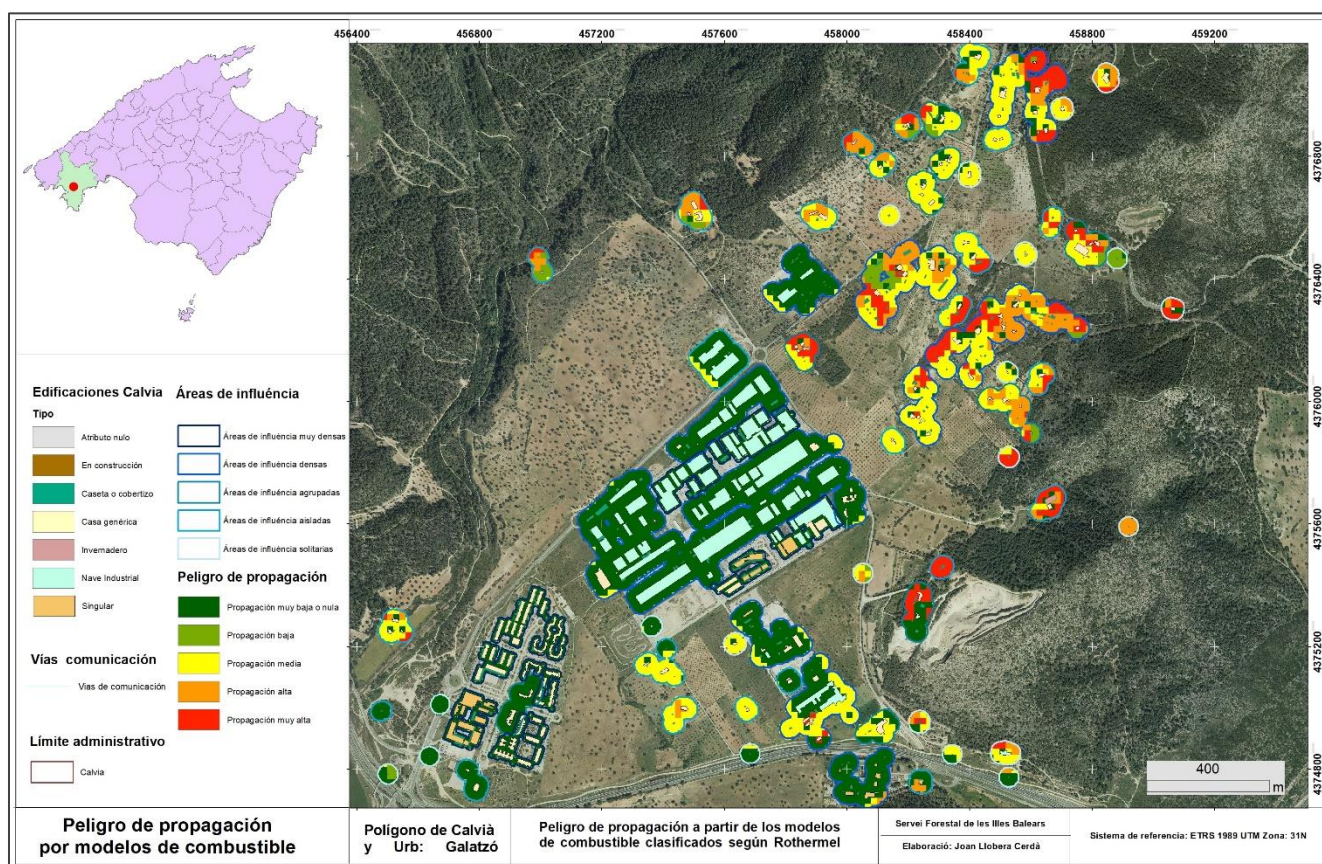


Figura 194. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en el polígono de Calvià y la urbanización de Galatzó.

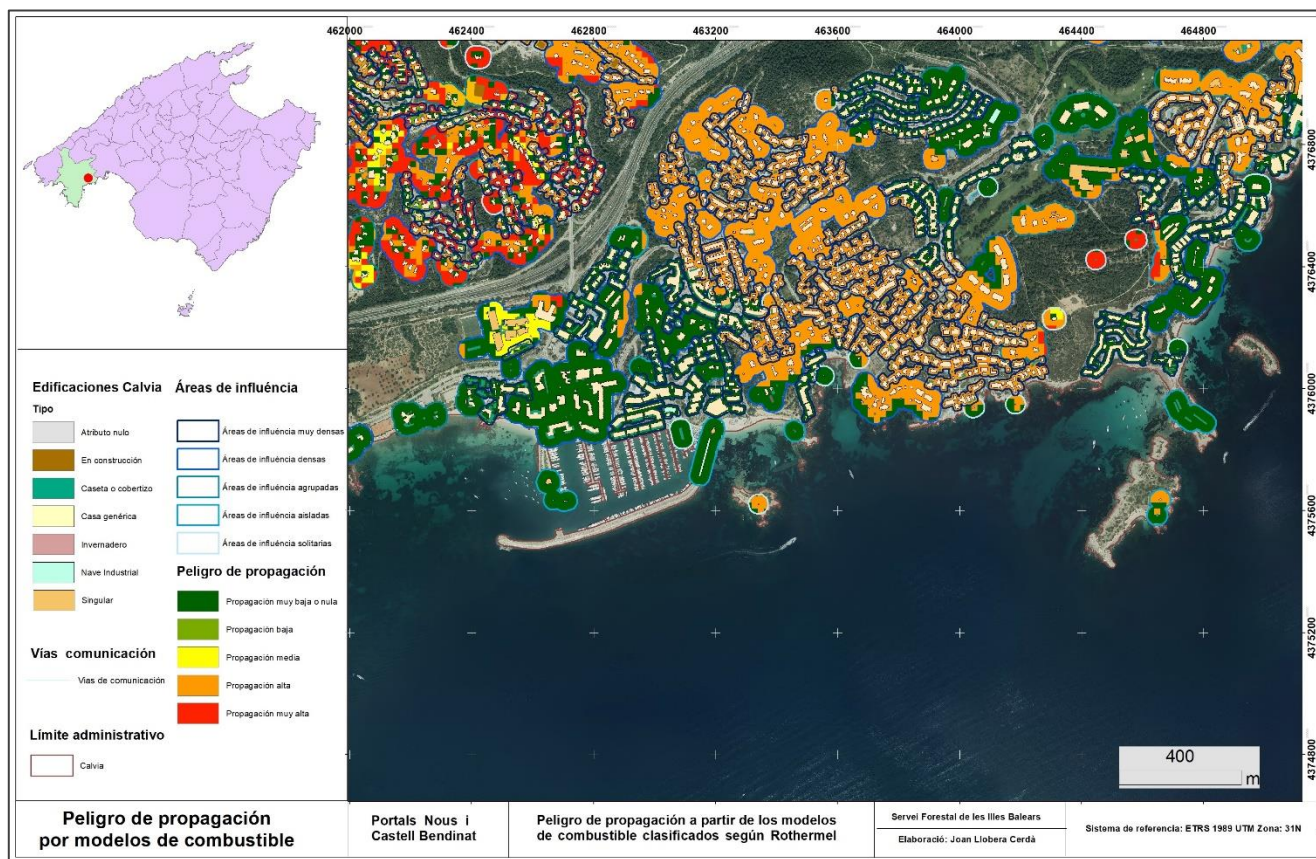


Figura 195. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Portals Nous y Castell de Bendinat.

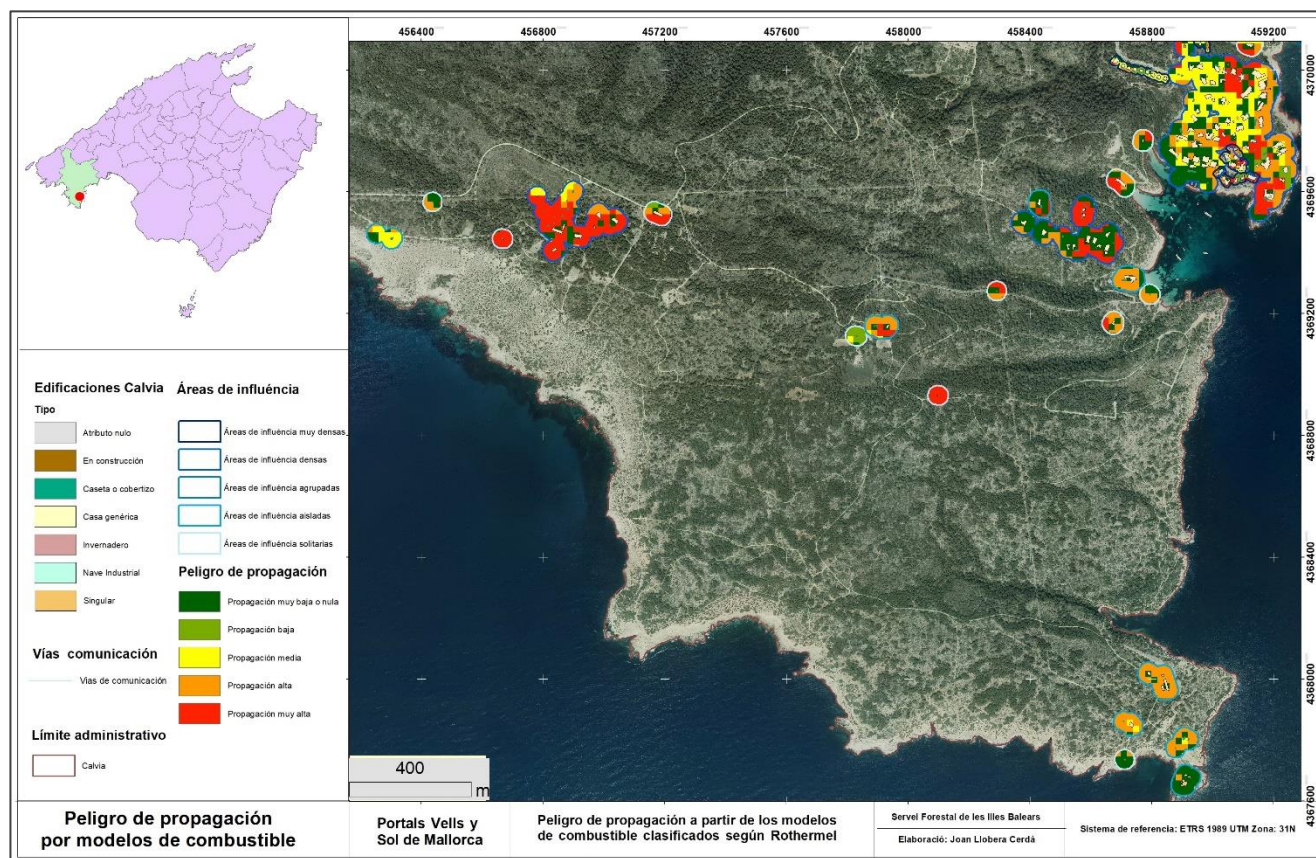


Figura 196. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Portals Vells y Sol de Mallorca.

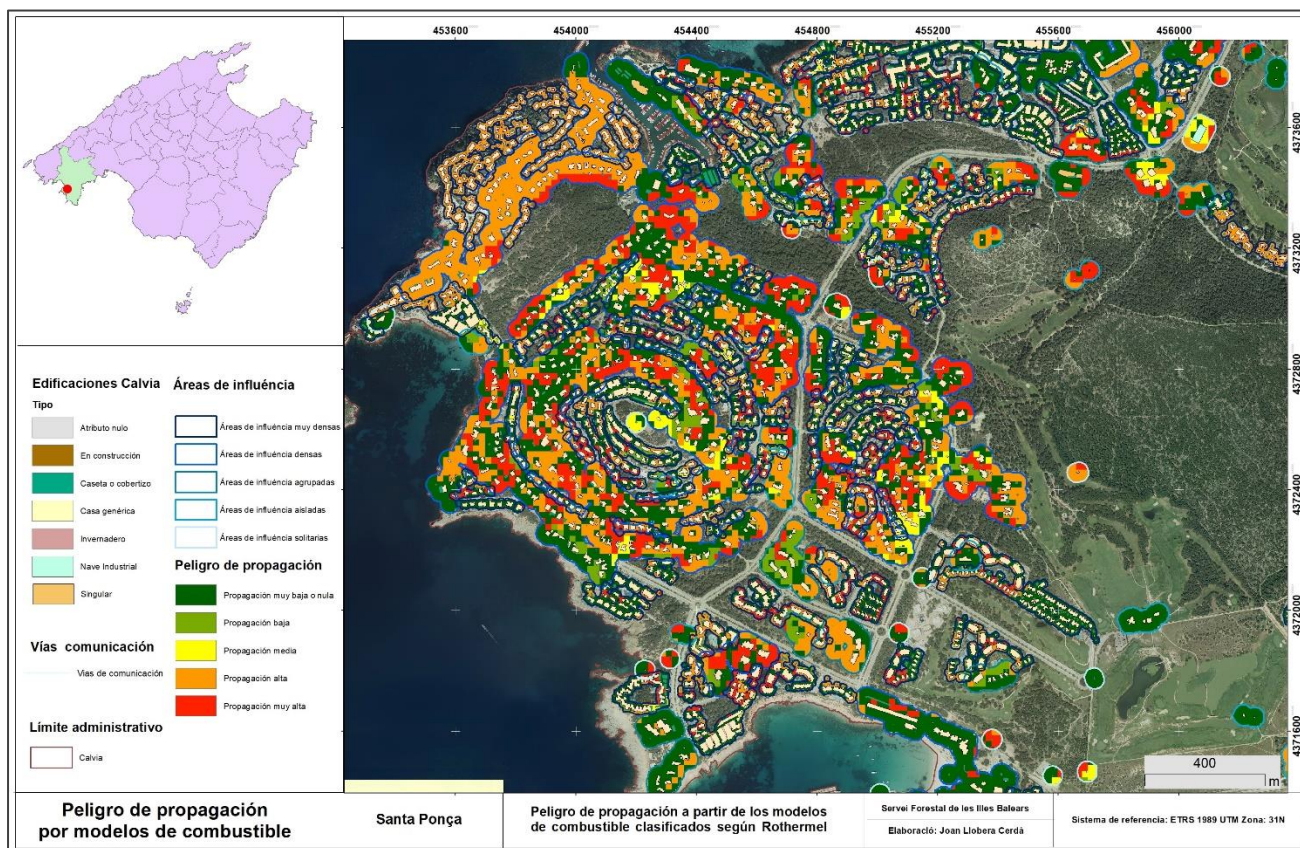


Figura 197. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Santa Ponça.

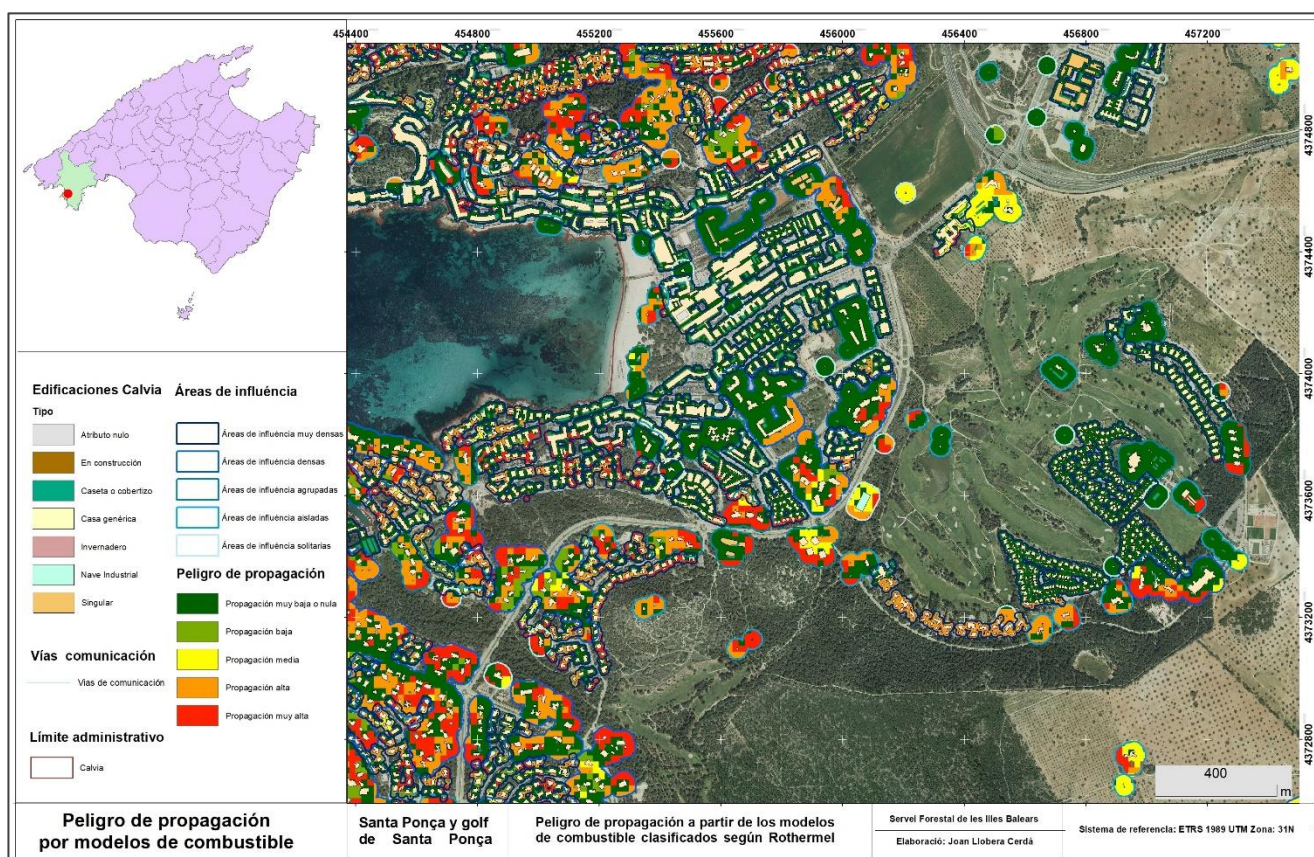


Figura 198 Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en la parte Noreste y en el golf de Santa Ponça

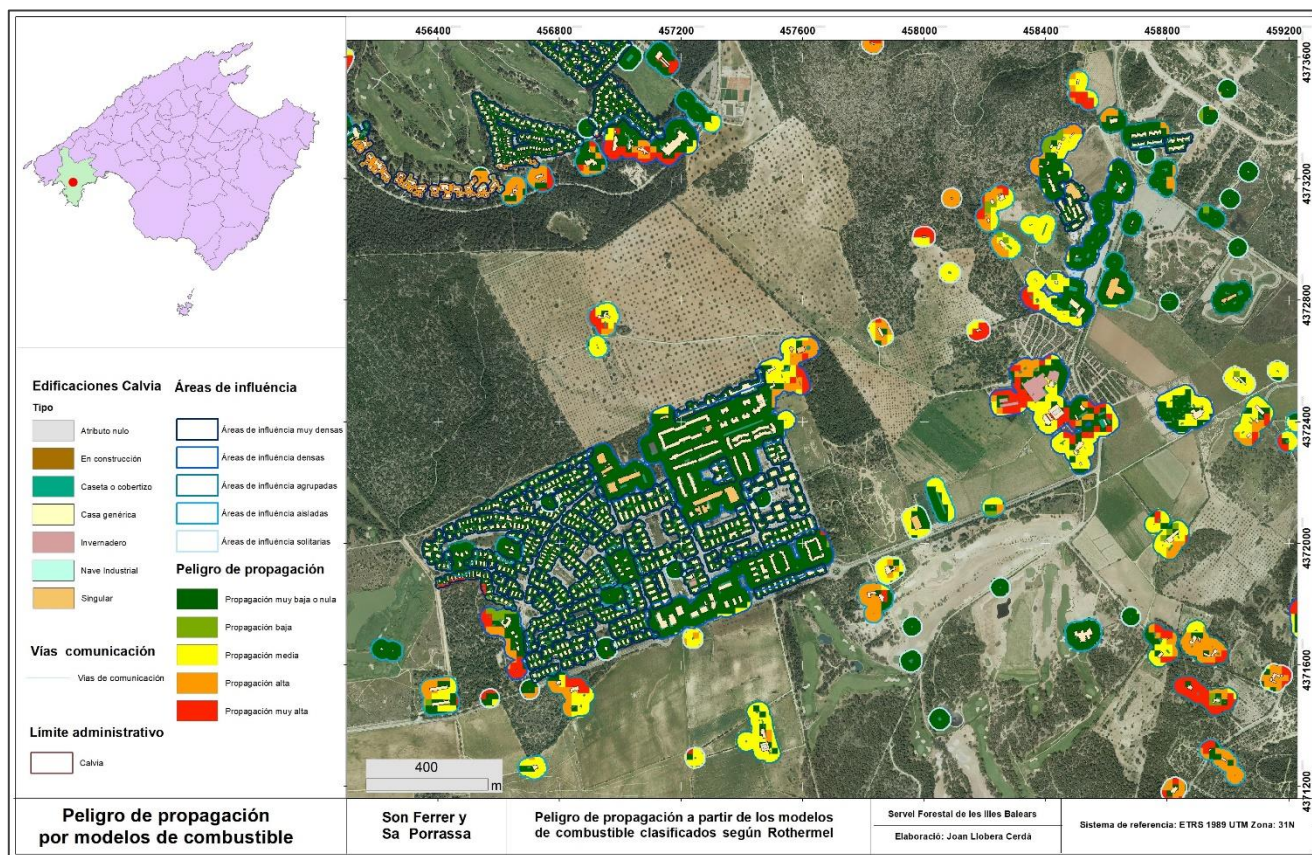


Figura 199. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Son Ferrer y Sa Porrassa.

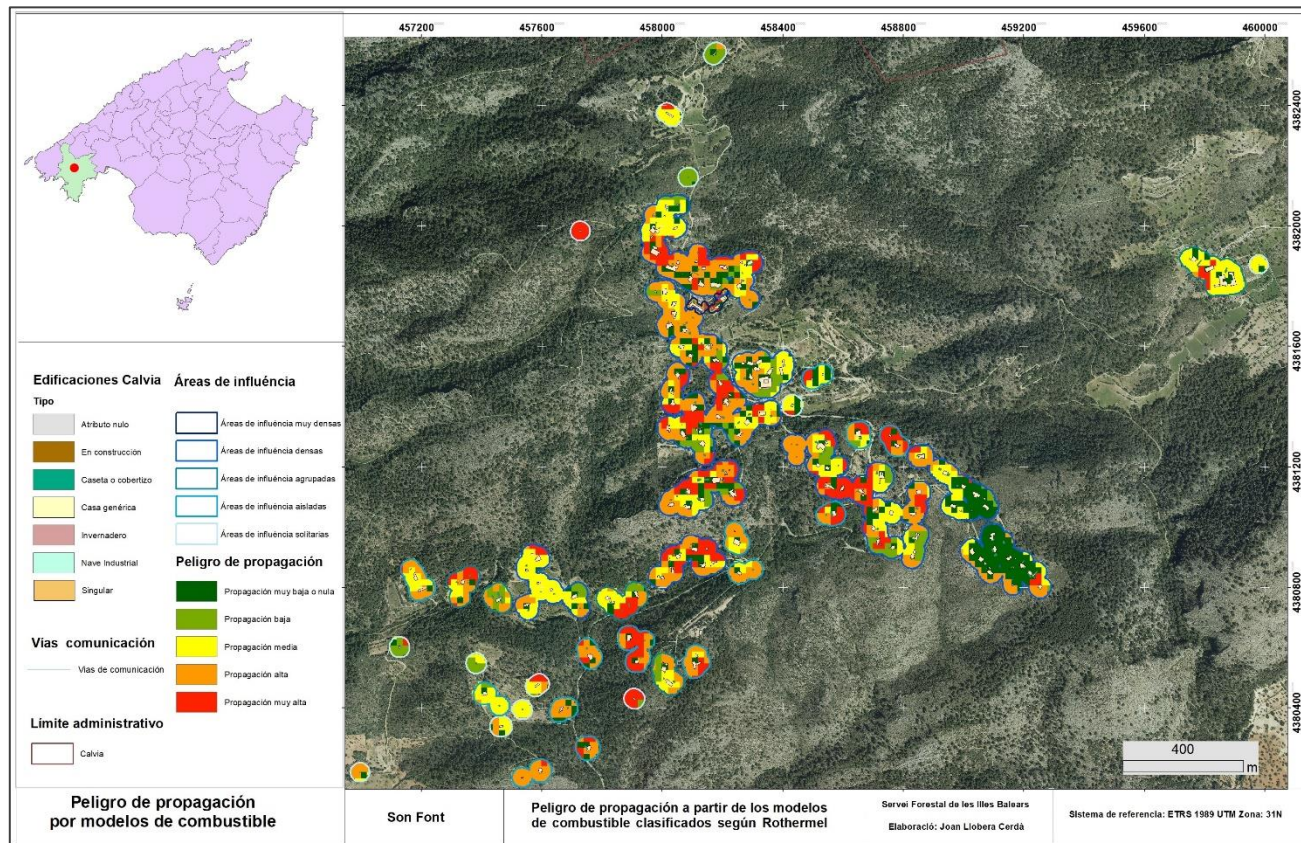


Figura 200. Peligro de propagación en relación con los modelos de combustible en las zonas IUF/IAUF en Son Font.

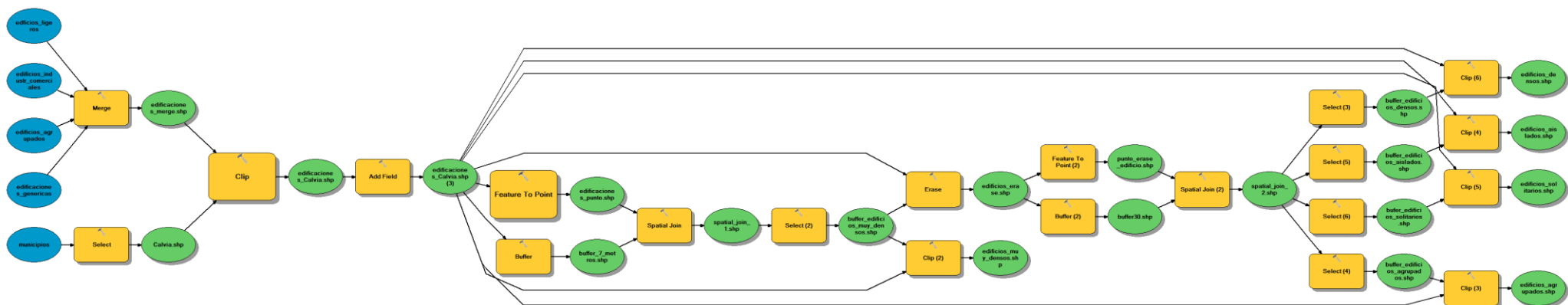


Diagrama 1. Model Builder para la delimitación de las zonas IUF/IAUF.



Diagrama 3. Model Builder para el cálculo del peligro de ignición.

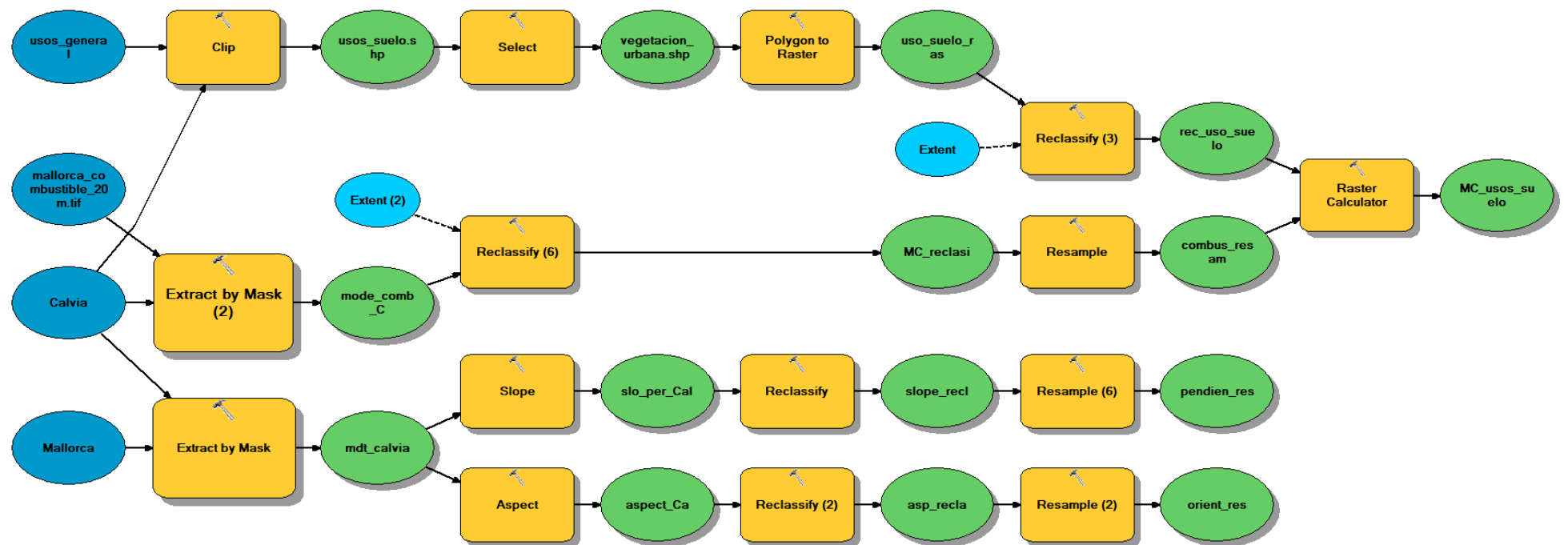


Diagrama 4. Model Builder para el cálculo de las variables relacionadas con la propagación (topografía y modelos de combustible).

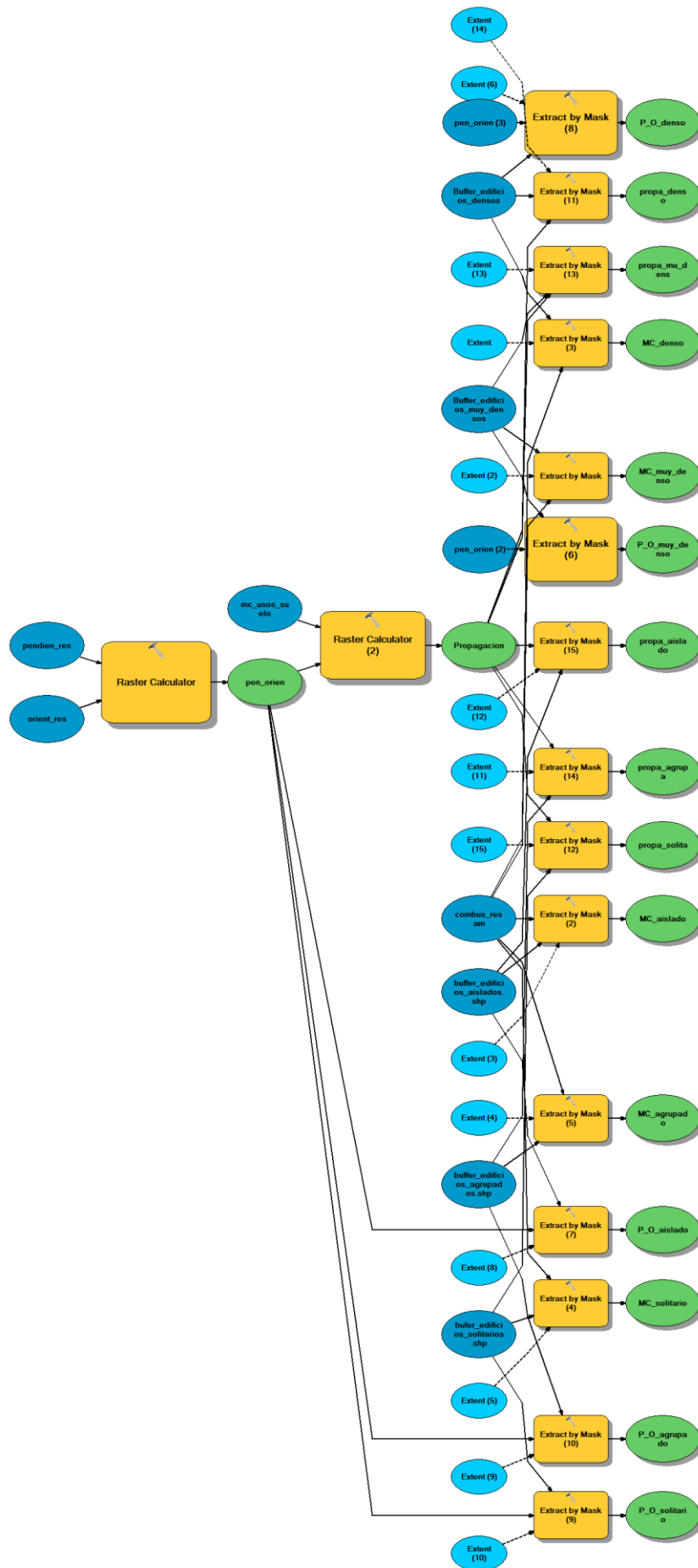


Diagrama 5. Model Builder para el cálculo del peligro por propagación.

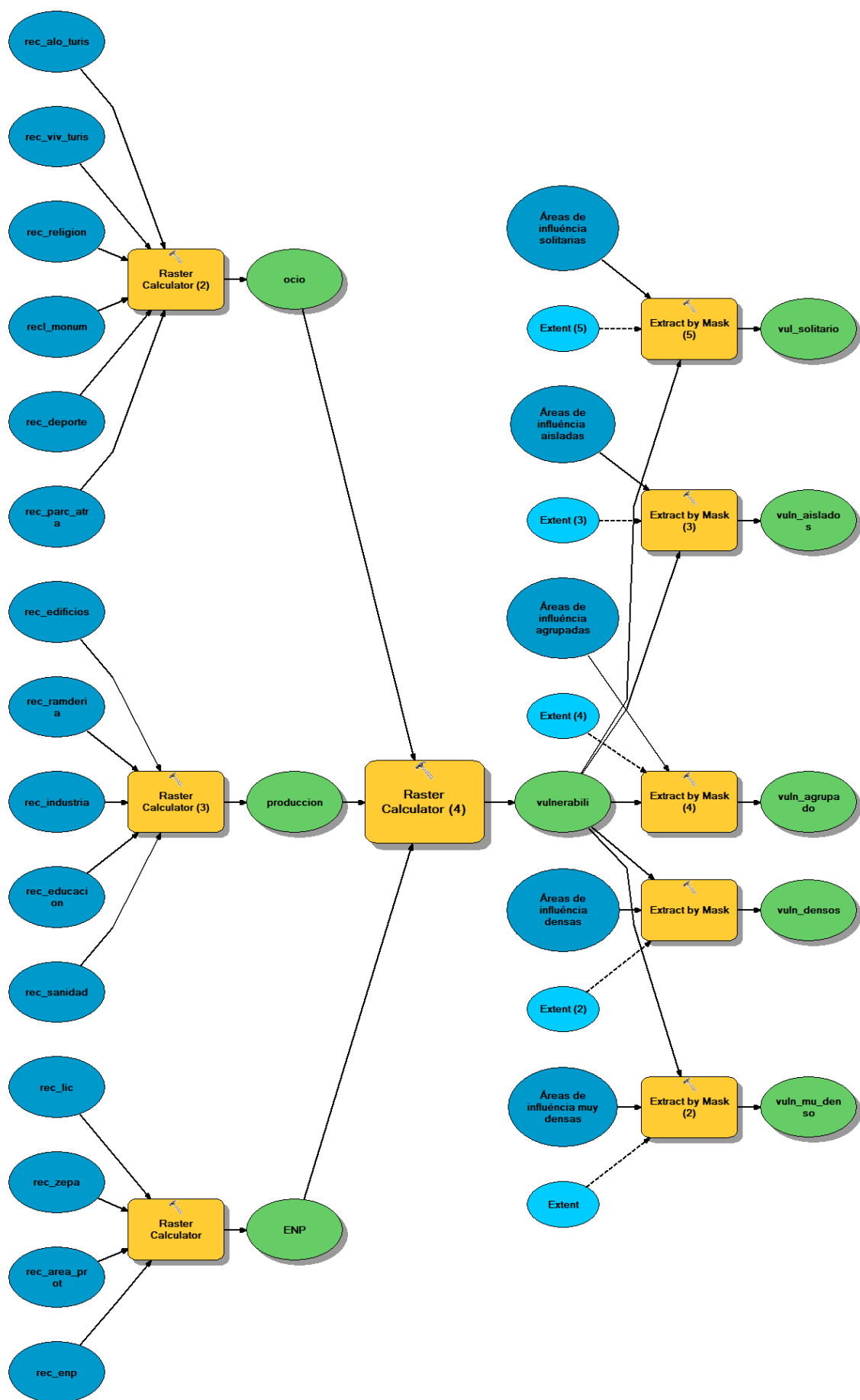


Diagrama 7. Model Builder para el cálculo de la vulnerabilidad.

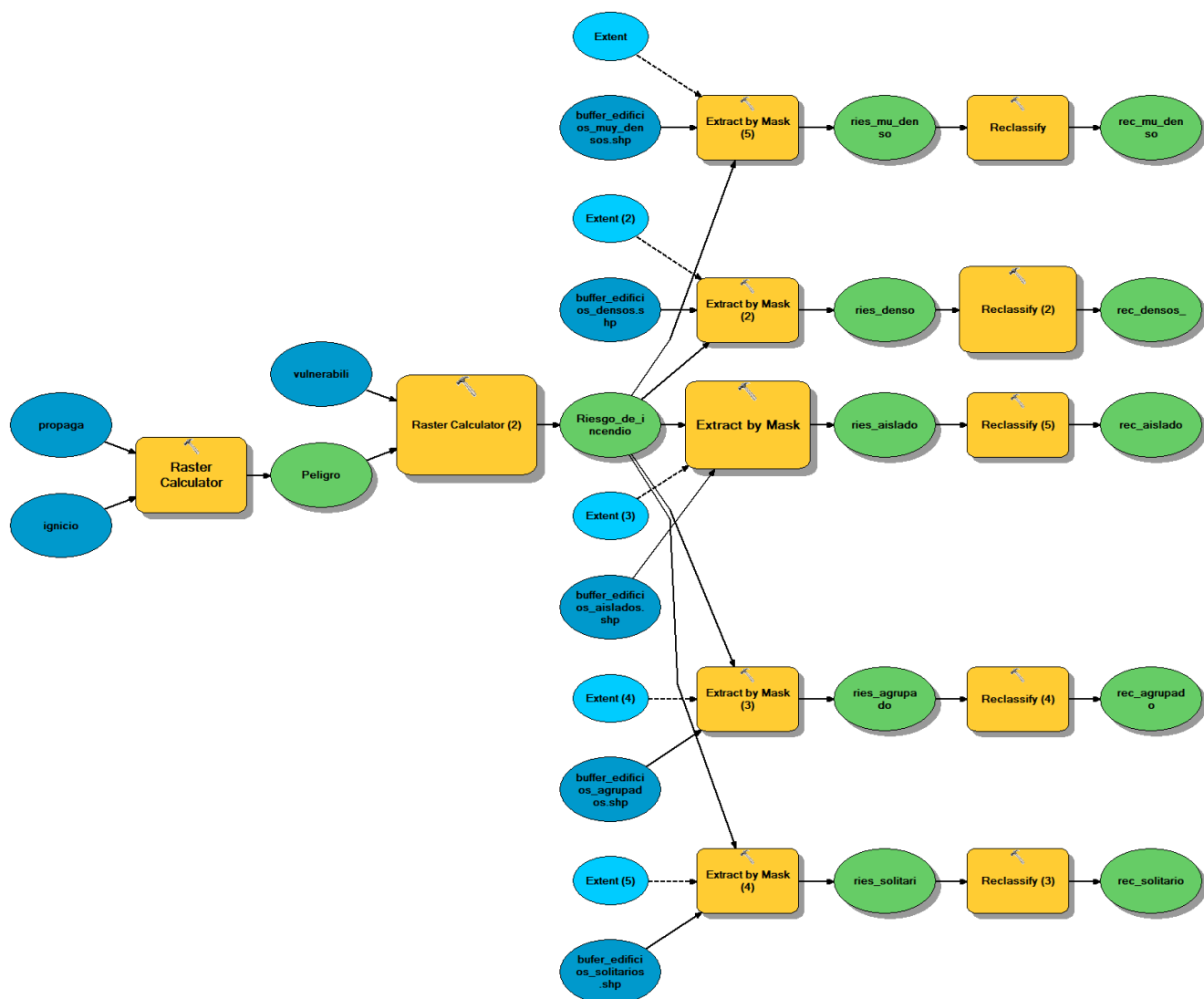


Diagrama 8. Model Builder para el cálculo del riesgo de incendio.

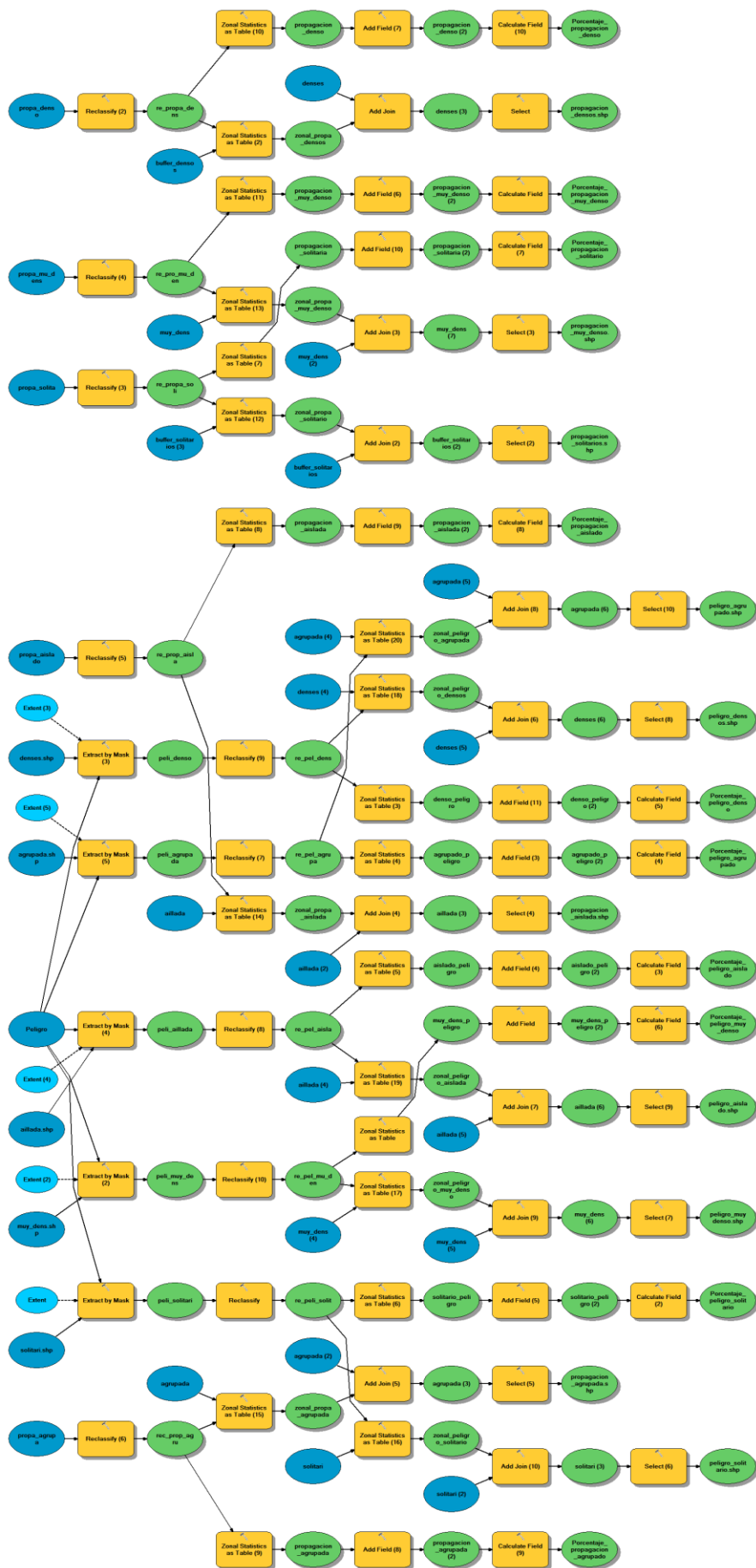


Diagrama 9. Model Builder para el cálculo del análisis del peligro.

Diagrama 10. Model Builder para el cálculo del análisis del riesgo de incendio en las zonas IUF/IAUF.

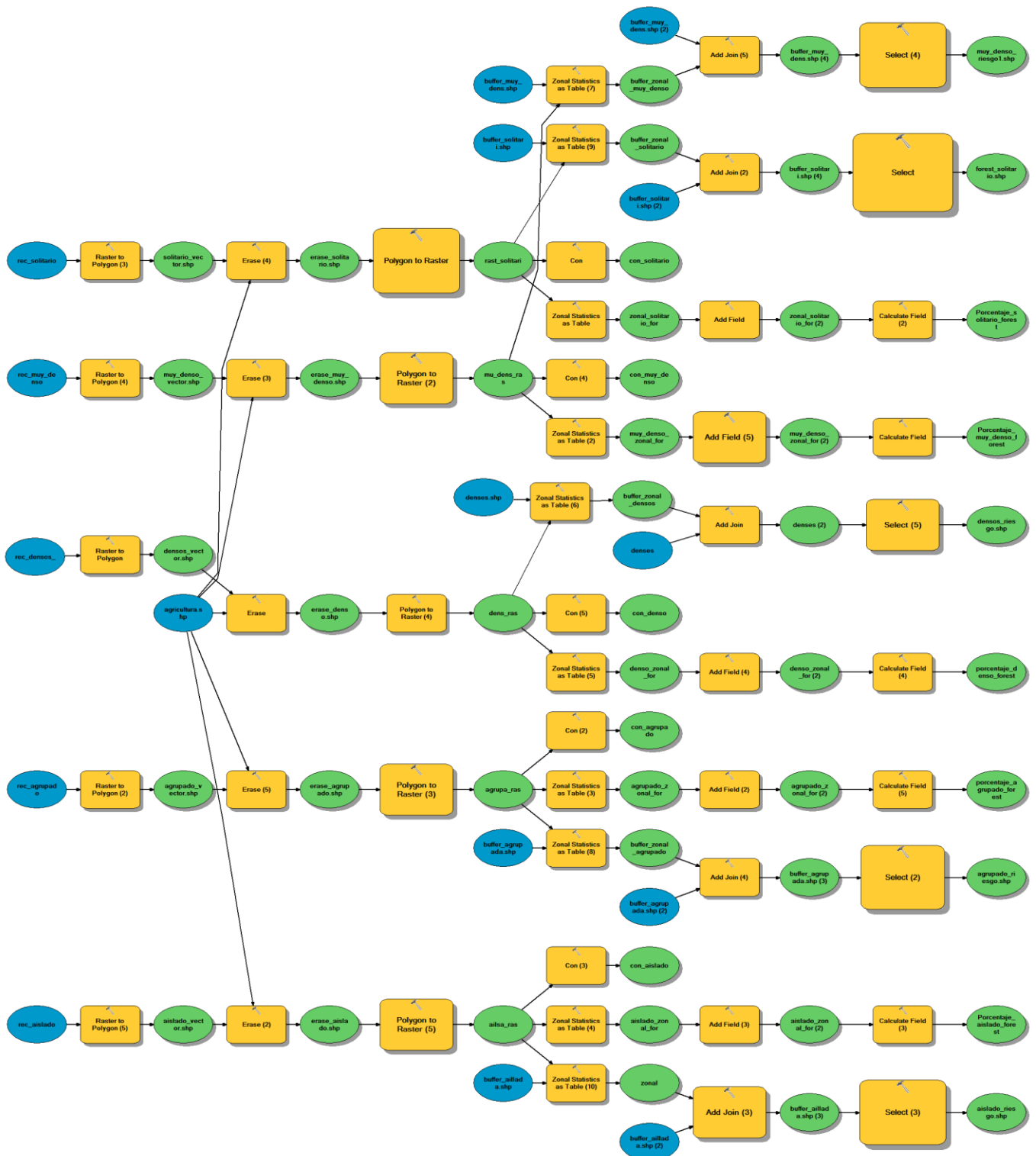


Diagrama 11. Model Builder para el cálculo del riesgo de incendio en las zonas de IUF.

