

Grado en Geografía y Ordenación del Territorio

Curso 2014/2015

**ESTUDIO DE LA INTERFAZ AGRÍCOLA PARA LA
PREVENCIÓN DE LA PELIGROSIDAD Y DEL RIESGO DE
INCENDIOS. EL PINAR, EL HIERRO**



23 de julio de 2015

Trabajo realizado por: Javier Pérez González **Dirigido por:** Miguel Á. Mejías Vera

Agradecimientos

Me gustaría empezar dirigiendo mi sincero agradecimiento a mi tutor, el profesor Miguel Ángel Mejías, al que le debo agradecer su gran esfuerzo y labor como profesor, por despertar el interés y curiosidad a la hora de enfrentar la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado, y por su comprensión y paciencia en las dificultades del día a día. Gracias, Michel.

A mis tutores y compañeros durante la realización de las prácticas externas en el Servicio Técnico de Sistemas de Información Geográfica y Análisis Territorial del Cabildo de Tenerife, por ayudarme a ampliar mi visión y formación en el mundo de los Sistemas de Información Geográfica.

Gracias a mi familia y amigos que, no habiendo colaborado directamente, han estado siempre apoyándome a sobrellevar este proceso. En especial a mis hermanos, Ainhoa y Héctor, que han sufrido de primera mano la falta de tiempo que he dedicado a este trabajo.

Como no, también he de mencionar a mis compañeras Sarai y Dulce por estar juntos en este proceso diario de aprendizaje, dudas, errores y brega por el tiempo de Michel.

A todos y cada uno de ellos que han dedicado un poco de su tiempo para que esto sea posible. Muchas gracias a todos.

Javier Pérez González,

Santa Cruz de Tenerife, julio de 2015.

ÍNDICE

RESUMEN-ABSTRACT	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Marco geográfico	5
1.2. Rasgos biogeográficos	6
2. ANTECEDENTES.....	9
2.1. De lo general a lo local	9
2.2. Incendios de interfaz	12
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	15
3.1. Mapa de problemas / Hipótesis.....	15
4. METODOLOGÍA.....	17
4.1. Preparación	17
4.2. Inventario	18
4.3. Tratamiento	26
5. CONTENIDOS.....	31
5.1. Inventario	31
5.2. Tratamiento.....	39
6. CONCLUSIONES Y POSIBLE APLICACIÓN (COMUNICACIÓN)	43
BIBLIOGRAFÍA	46

RESUMEN

Los procesos de abandono del ámbito rural, el abandono de las tierras de cultivo o la reducción de los aprovechamientos forestales tradicionales, han contribuido por un lado, a un acelerado avance de las masas boscosas, y por otro lado, a la naturalización de los terrenos agrícolas abandonados. Esto provoca una continuidad en la carga de combustible que contribuye al aumento de las situaciones de riesgo asociadas a los incendios forestales, y cambia las pautas de propagación de los mismos. Para el presente estudio se ha escogido la zona de El Pinar (El Hierro) por su cercanía a la masa forestal, y estar separada de la misma, por una interfaz predominantemente agrícola a la que se le aplica un método multicriterio creado mediante el uso de los sistemas de información geográfica, para determinar las probabilidades de ignición y propagación del fuego.

Palabras clave: Riesgo de incendio, SIG, incendios forestales, interfaz agrícola, propagación, ignición, paisaje.

ABSTRACT

The process of abandonment of rural areas, abandoned farmland or reduction of traditional forestry, contributed one hand, a rapid advance by forest, and secondly, naturalization of land agricultural abandoned. This causes a continuity of the fuel load that contributes to increased risk situations associated with forest fires, and changing patterns of spreading them. For this study we have chosen the El Pinar (El Hierro) for its proximity to the forest stand, and be separated therefrom by a predominantly agricultural interface that applies a multi-method created using geographic information systems to determine the likelihood of ignition and fire spread.

Keywords: Riskfire, GIS, wildfire, agricultural interface, spread, ignition, landscape.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Marco geográfico

La isla de El Hierro, enclavada en el extremo suroccidental del Archipiélago Canario entre los 27° 37' y los 27° 51' de latitud norte; y entre los 17° 54' y los 18° 10' de longitud oeste, se extiende unos 15 km más que La Palma en dirección occidental y unos 10 km más que Gran Canaria hacia el sur.

En el mundo antiguo fue el confín de la tierra conocida, por lo que se ganó el sobrenombre de “la Isla del Meridiano” ya que por ella pasó el primer meridiano terrestre, desde los tiempos de Ptolomeo hasta la segunda mitad del siglo XIX (Acosta, 2006).

Con una superficie de 268,71 km² es la isla más pequeña del archipiélago (a excepción de La Graciosa), aunque sus alturas, que llegan a 1.501 m s.n.m. en la cumbre de Tinganar o Malpaso, superan las de Lanzarote, Fuerteventura y La Gomera. Estas alturas considerables en una pequeña superficie es lo que hace presente unas pendientes pronunciadas y unos espectaculares acantilados. A pesar de su reducido tamaño, la isla posee siete Espacios Naturales Protegidos (Reservas Naturales Integrales de Mencáfete y Roques de Salmor, Reserva Natural Especial de Tibataje, Parque Rural de Frontera, Monumento Natural de Las Playas y los Paisajes Protegidos de Ventejís y Timijiraque) lo que la convierte en la isla con más superficie protegida que cualquier otra del archipiélago. Además de contar con el 60 % de su territorio con algún tipo de protección, se ha extendido la misma al litoral y la franja marítima, con la creación de la Reserva Marina Integral del Mar de Las Calmas en 1996, *por su especial situación geográfica respecto de las corrientes marinas y por la variedad y complejidad de los biotopos presentes en la misma, por lo que cuenta con un gran potencial de especies, tanto respecto de su variedad como de la cantidad (Decreto 30/1996, de 16 de febrero)*. Cuenta también con varios reconocimientos internacionales como son la Reserva Mundial de la Biosfera (2000), por su equilibrio entre desarrollo y conservación de los valores naturales, culturales y paisajísticos dentro del marco Hombre y Biosfera (MaB) que busca promover el desarrollo sostenible; reconocimiento otorgado por la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Al igual que la reciente declaración como Geoparque gracias a la riqueza geológica, la belleza paisajística, la experiencia adquirida en materia sismo-volcánica,

los programas medioambientales, el desarrollo del sector primario o las aspiraciones a convertirse en un territorio capaz de autoabastecerse de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, lo que ha contribuido a que la UNESCO le haya concedido este distintivo.

1.2. Rasgos biogeográficos

A pesar de su escaso tamaño, en su territorio se encuentran los principales ecosistemas presentes en las demás islas del archipiélago, a excepción del matorral de alta montaña. Para clasificar los diferentes pisos de vegetación se ha usado el modelo presentado por Del Arco, M., Pérez, L. y Wildpret, W. (1981) quedando:

- El cinturón halófilo costero, característico por presentar una vegetación xerofítica, adaptada a la influencia constante de la brisa marina o “maresía”, en el que se desarrollan formaciones integradas por la dama o salado (*Schizogyne sericea*) y la siempreviva (*Limonium pectinatum*) marcadas por el alto grado de salinidad, tanto ambiental como edáfico.

- Vegetación xerófila del piso basal, se extiende a lo largo de la franja litoral hasta los 300 m en las vertientes septentrionales y los 500 m en las meridionales. De manera aproximada y variable según la exposición y peculiaridades topoclimáticas y edáficas de ciertos sectores, es el dominio del tabaibal-cardonal. En El Hierro este tipo de vegetación puede englobarse en la Al. *Kleinio-Euphorbion* canariensis (Rivas Goday & Esteve, 1965. En: Del Arco, M. et al., 1981). Entre ellas, las de mayor protagonismo son las tabaibas, mansa y salvaje (*Euphorbia balsamifera* y *E. lamarckii*), el cardón (*Euphorbia canariensis*) y el berode (*Kleinia neriifolia*). Otras especies frecuentes son las sanjoras o bejeques (*Aeonium hiérrense*) y la calcosa o vinagrera (*Rumex lunaria*) junto con algunas especies introducidas como la pitera (*Agave americana*) y la tunera (*Opuntia ficus-indica* var. *máxima*).

- Vegetación Xero-Mesófila de transición al piso montano, espacio de transición que puede delimitarse entre 200 - 300 y 400 - 600 m para la vertiente sur y 150 - 200 y 300 - 350 m para la norte, en el caso de El Hierro, como especie más representativa se corresponde con la sabina (*Juniperus turbinata* ssp. *canariensis*), que con su porte arbóreo aporta carácter al paisaje vegetal, variando con frecuencia estos límites tanto en sentido ascendente como descendente, debido a la alta valencia ecológica que goza este árbol para desarrollarse fuera de su dominio natural (Del Arco, M. et al., 1981).

- Vegetación del piso montano húmedo (Fayal-Brezal/Laurisilva), estos bosques se encuentran entre los 600 y 1200 m de altitud y están formados por el brezo (*Erica arborea*), la haya y la haya herreña (*Myrica faya* y *Myrica rivas-martinezii*), como especies más dominantes y situadas por encima de la laurisilva y en lugares donde ésta ha sido degradada. Las manifestaciones relictas de laurisilva se encuentran en las zonas más húmedas de la isla y bajo la influencia del mar de nubes, predominantemente en el sector nororiental de la isla, que coincide sobre todo con las zonas superiores del arco del Golfo y especialmente en el ámbito de la Reserva Natural Integral de Mencáfete, las especies más representativas son el acebiño (*Ilex canariensis*), el mocán (*Visnea mocanera*), el madroño (*Arbutus canariensis*), el palo blanco (*Picconia excelsa*), el laurel o loro (*Laurus novocanariensis*) o el til (*Ocotea foetens*), entre otros.

Dada la baja altitud de la isla, en algunos sectores los vientos alisios rebosan la línea divisoria, desbordándose hacia la vertiente de sotavento. De este modo, como consecuencia del suministro de humedad, surge en los sectores superiores de sotavento, una banda de vegetación de mesófila, más pobre en cumbres muy expuestas a los fuertes vientos. Este fenómeno determina una notable inversión altitudinal de los pisos de vegetación insulares pues, a la formación del pinar se le sobrepone el fayal-brezal. (Fernández-Pello, L., 1989: 52).

- Vegetación del piso montano seco (Pinar), el pinar herreño ocupa la mayor superficie arbolada de la isla, sobre todo por la vertiente sur y parte de la cumbre, abarcando alrededor de 5.000 ha, casi el 20 % de la superficie insular distribuidas en dos grandes manchas, los pinares del Salvador y de los Reyes (Monedero, A. M., et al., 2010). Debido a la altitud máxima de la isla (1.501 m s.n.m.) el pinar herreño se halla prácticamente en su totalidad bajo la influencia del mar de nubes, por tal circunstancia queda relegado a la vertiente meridional, siendo su vegetación potencial el pino canario (*Pinus canariensis*), que en distintas cotas forma ecotono¹ con el fayal-brezal o con la sabina (*Juniperus turbinata ssp. canariensis*), la que disputa el terreno al pinar, en situaciones rupícolas² (Del Arco, M., 1981).

El Hierro mantiene un 57 % (2.600 ha) de la superficie potencial de pinar canario (*Pinus canariensis*), albergando una de las mejores representaciones de esta formación en las

¹ Ecotono: Transición entre ecosistemas donde se produce una yuxtaposición en la zona limítrofe que presenta generalmente características propias.

² Rupícolas: Hábitat o ecosistema propio de las zonas rocosas, paredones verticales rocosos, coladas poco alteradas, suelos poco evolucionados.

islas. El pinar se ha visto incrementado en las últimas décadas debido a las reforestaciones y plantaciones, que se han llevado a cabo por el Servicio de Medio Ambiente del Cabildo Insular, y anteriormente por el Instituto para la Conservación de la Naturaleza (ICONA).

2. ANTECEDENTES

Cada año varios millones de hectáreas de bosque de todo el mundo desaparecen por efecto del fuego. Parte de estos incendios han tenido, históricamente, una causa humana, quedando reducidos a un mínimo porcentaje los incendios originados por los rayos u otro factor de origen natural, como son las erupciones volcánicas, formando parte del propio equilibrio que regula todos los ciclos de la naturaleza.

Fire is a global phenomenon and an important agent of global environmental change. Fire has played an important role in shaping the current distribution of global vegetation an the paleo-record shows a close link between fire and land use since the earliest time of human life. Today, fire remains an indicator of land cover change and is the proximate cause of land cover change in many land use systems. The cause of fire are many and varied. In many parts of the world, fire is used as management tool for land clearing, pest control, an removal of crop residue. (Justice, Korontzi: 2001, 1,2).

El fuego ha sido y es, un factor determinante en el proceso de modelado del territorio, no sólo por su capacidad de alterar el paisaje del mismo, sino además, desde una perspectiva ecológica, es responsable de evitar la acumulación de biomasa y necromasa, transformándola y mineralizándola mediante degradación térmica (Quirantes et al., 2011). A pesar de que en su mayoría son de origen antrópico, su desarrollo y posterior propagación están vinculados con factores climáticos, en especial los relacionados con el tiempo atmosférico (temperatura, humedad relativa, viento y estabilidad atmosférica), siendo por lo tanto el origen de los incendios, climático-antrópico, y clasificados como riesgos inducidos o mixtos (aquellos que se producen cuando a los factores naturales favorables se les suma la acción directa o indirecta del hombre, Ayala-Carcedo y Olcina, 2002), y en otras circunstancias, simplemente como riesgos naturales; definidos por Burton & Kates (1964) "Natural Hazards are those elements in the physical environment, harmful to man and caused by forces extraneous to him" (p.413).

A pesar de esta dualidad a la hora de clasificar los incendios forestales, estos no se incluyen dentro del catálogo de riesgos naturales al estar la intervención del hombre en su origen "(en más del 90 % de los incendios el sujeto activo desencadenador es, intencionadamente o no, la mano del hombre)" (Dorta, 1991, p.151).

2.1. De lo general a lo local

En la actualidad, el análisis del espacio geográfico presenta ante la globalización de la

sociedad una interesante dicotomía. Por un lado el espacio mundial, caracterizado por redes y flujos globales y por otro el espacio de los lugares, espacio de las regiones, de las ciudades y de las identidades. Así, el espacio geográfico se observa entre lo global y lo local. El espacio debe ser entendido como una instancia, un hecho social, así como historia y estructura; y hoy día, como un espacio total.

En este contexto, el hombre desde sus orígenes, ha intentado conocer la naturaleza, así como su transformación y aprovechamiento para adaptar la realidad a sus propias necesidades, ejemplo de ello es el uso del fuego, práctica común para la gestión del territorio que se manifiesta en la tradicional costumbre del medio rural de realizar quemadas de matorral para regenerar pastos y de rastrojos tras la recogida de las cosechas o limpieza de los terrenos, es una actuación integrada en el acervo cultural y vernáculo de los ganaderos y agricultores, y que ha provocado desde tiempos inmemoriales gran cantidad de incendios forestales. A pesar de esta presencia habitual del fuego en el territorio, los incendios eran generalmente escasos y afectando a superficies pequeñas, debido en parte al intenso aprovechamiento forestal que limitaba la disponibilidad de combustible.

Según se recoge en el Libro Rojo de la Prevención³: el uso del fuego en agricultura y especialmente en la actividad ganadera es la causa principal del origen de los incendios forestales (Vélez, 1996).

Pero en las últimas décadas, esta delicada armonía se ha quebrado por el protagonismo, siempre especulativo, de intereses económicos, produciéndose así un profundo desequilibrio, que propicia la progresiva destrucción de los recursos forestales, demostrando ser un asunto que cada vez preocupa más, especialmente a las regiones con una marcada estación seca (veranos prolongados sin prácticamente nada de lluvia y temperaturas elevadas que reducen la humedad del aire y la biomasa, junto con los vientos terrales, rápidos y desecantes) y vegetación (pinos y otras especies esclerófilas) adaptada a largos períodos de sequía y calor e incluso resistir al fuego en el caso de las especies pirófitas. Esto demuestra que no es un suceso local, sino un fenómeno global, que además contribuye a modificar las condiciones de vida en el planeta Tierra. Teniendo en cuenta que, los incendios forestales suponen un importante factor de transformación medioambiental, al modificar los patrones de sucesión de la

³ CLIF (1997): Libro Rojo de la Prevención, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Madrid

vegetación, alterar el ciclo hidrológico, la erosión del suelo y tener importantes efectos sobre la emisión de gases y aerosoles a la atmósfera (Ahern et al., 2001; Vélez, 2000).

Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, conocida como FAO (por sus siglas en inglés: *Food and Agriculture Organization*), cada año son afectadas más de 350 millones de hectáreas por los incendios forestales. Transformándose, particularmente, en la región mediterránea en un importante problema, debido a que sólo entre los años 2006 y 2010, el área total quemada en el Mediterráneo alcanzó los 2 millones de hectáreas con un número total de incendios forestales de 250.000 (alrededor de 54.000 incendios por año). Región que, según los expertos del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC), es una de las zonas más vulnerables del planeta al cambio climático.

Un aspecto importante del cambio global en nuestras latitudes es la creciente importancia de los incendios. Las futuras condiciones más cálidas y áridas, junto con el incremento de biomasa y su inflamabilidad debidas al abandono del campo aumentan la frecuencia e intensidad de los incendios forestales (Duarte et al., 2006).

España no es ajena a este fenómeno, en dónde se han visto afectadas 116.797,35 ha de media durante la década 2004-2014 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014). Siendo el país de la Unión Europea más afectado por los incendios forestales, y que junto a los efectos del cambio climático se le suma la situación estructural de los montes españoles, caracterizada por el aumento de la superficie forestal fruto del abandono del medio rural y de los aprovechamientos forestales, produciendo un aumento de las masas forestales jóvenes, inestables, y con poca o nula gestión. Esta coyuntura se complementa además, con el origen humano del 95 % de los incendios forestales (Greenpeace España, 2009), muchos de ellos intencionados, y un uso cultural del fuego arraigado en el medio rural.

Por su parte, Canarias a pesar de ser un territorio insular y de limitada superficie no se salva de los incendios forestales. Los datos recopilados desde 1968 de los Partes de incendios e integrados en la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF) reflejan que el fuego ha afectado a unas 64.000 ha, extensión equivalente a las tres cuartas partes de la superficie arbolada actual. En conjunto, el archipiélago cuenta con más de 90.000 ha de pinares, de las que casi 70.000 corresponden a pinares naturales, y algo más de

20.000 a repoblaciones.

Los incendios forestales en Canarias no son comparables, ni en número, ni en superficie quemada con los de la península, dado que de media se producen 1,72 incendios por cada 10.000 ha, valor muy por debajo del contexto nacional (Quirantes et al., 2011). Esto no quiere decir que un gran incendio pueda devastar la superficie forestal de una isla, como ocurrió en 2007 en los incendios de Tenerife y Gran Canaria donde el fuego arrasó 35.758,62 ha. Este fenómeno se acentúa al tratarse de un territorio insular donde es inevitable la presión social que se ejerce sobre el monte y donde las masas forestales se localizan en lugares precisos. Aumentando así, el riesgo de que estos fenómenos se conviertan a medio plazo en un desastre natural (Dorta, 1991).

2.2. Incendios de interfaz

Actualmente, se está produciendo una conjunción de causas y condiciones que están creando un escenario propicio para una tipología de incendios que ya no sólo quema masa forestal pudiendo afectar a alguna vivienda, sino incendios que se propagan aprovechando la continuidad de carga de combustible entre monte y la vivienda, tipología alejada de los llamados GIF (Grandes Incendios Forestales) que se caracterizan por ser incendios de alta intensidad (con mayor capacidad destructiva) y mayor amplitud (afectando a más de 500 ha de superficie), en muchos casos fuera de capacidad de extinción, que a su vez afectan tanto a los ecosistemas naturales como a los asentamientos rurales. Es la ocupación de espacios que anteriormente habían sido bosque o cultivos. Es decir, zonas en las que la separación entre el medio rural y la urbanización dispersa queda diluida.

Muchas veces se obvia que la cantidad de incendios forestales se relacionan estrechamente con la densidad de población y con la existencia de lo que se llama la "interfaz urbano-forestal": manchas de zonas residenciales imbricadas en el medio rural. Fenómeno provocado en gran medida por la creciente dispersión del sistema de asentamientos y a la progresión de la vegetación natural.

Se entiende por interfaz urbano-forestal (IUF) la zona en la que el terreno forestal entra en contacto con zonas edificadas. Una definición simple para una realidad compleja, caracterizada por las múltiples interacciones e intercambios que se desarrollan entre dos subsistemas territoriales, el social/urbano y el natural/forestal (Vince, S.W. et al, 2005).

Por un lado, la presencia de espacios urbanizados en contacto con superficies forestales

incrementa las probabilidades de ignición e inicio de incendios. Por otro lado, la presencia de población viviendo en entornos forestales convierte a estos espacios en ámbitos de gran vulnerabilidad en caso de incendio (Caballero & Beltrán, 2004; Castellnou et al., 2007; Lampin-Maillet et al., 2010).

En Canarias, no estamos ajenos a este fenómeno que suele ser, en su mayoría, el primer paso hacia un incendio forestal de mayor magnitud en la mayoría de los casos. Esto es debido al progresivo abandono que estamos viviendo del medio rural y de las actividades que en ella se realizan, dando lugar a la invasión por parte de las especies forestales en estas zonas. Este hecho causa un alto nivel de continuidad horizontal y vertical del combustible, pudiendo el fuego propagarse con facilidad.

Si además le añadimos las infraestructuras de transporte de energía y comunicación como son las redes eléctricas y las vías de comunicación como carreteras, suponen que con una falta de medidas preventivas, como mantenimiento de las redes o limpiezas del sotobosque, hace que con la ignición producida por la caída de chispas o colillas de los conductores, se propaguen más fácilmente los incendios forestales.

En este marco, Canarias se caracteriza por darse una interfaz agrícola/forestal y no tanto urbano/forestal, algo que sí aparece de forma muy concreta en islas como Tenerife o Gran Canaria por su mayor presión demográfica y urbanización de espacios antes dedicados a la agricultura o ganadería. Por lo tanto, se hace necesario para poder determinar el alcance de esta tipología de incendios en una región con una gran biodiversidad como las islas, el trabajar a una escala de mayor detalle, lo que nos permitirá valorar el alcance territorial de este fenómeno. Este trabajo se centrará en la isla de El Hierro y en concreto, en la zona cercana al pueblo de El Pinar al ser el área más propensa a este peligro por su cercanía al monte que le da nombre, y que aún conserva las consecuencias del último gran incendio de 2006 que calcinó 1.467 ha de monte y zona de cultivos cercanas.

Puesto que el fuego es en buena parte de nuestra geografía un fenómeno siempre posible y, en algunos casos, puede que incluso necesario para mantener y conservar determinados ecosistemas, una planificación y gestión adecuada de nuestro territorio debe contar con un conocimiento adecuado del papel del fuego en el funcionamiento de nuestros ecosistemas y en la articulación de los paisajes que conforma (Moreno, J. M. et al. 1996). Muestra de ellos son los avances en el conocimiento y práctica de la

piroecología⁴ que demuestran que el fuego es un agente capaz de restaurar o renovar ecosistemas e incluso promover la biodiversidad, siendo muchas especies vegetales las que utilizan el fuego como método para regenerarse o germinar. Como es el caso de los efectos del incendio de La Gomera en 2012, que a pesar de las consecuencias directas derivadas de esta catástrofe, el incendio aceleró la regeneración bosque al estimular la competencia entre especies o la diversificación del paisaje, creando dinámicas diferentes que contribuyen a la riqueza florística y faunística. (Arozena y Panareda, 2014)

⁴ Piroecología o ecología del fuego se ocupa de los procesos que conectan la incidencia natural del fuego en un ecosistema y los efectos ecológicos de dicho fuego.

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

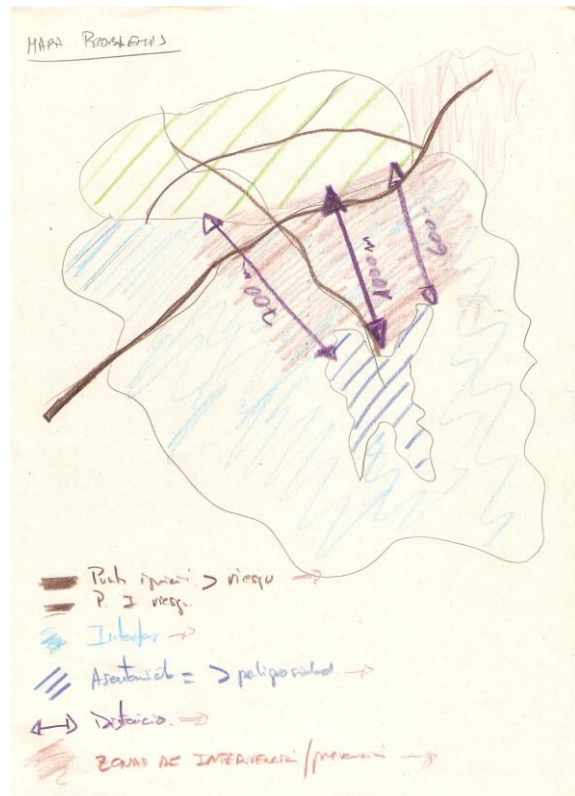
Si delimitamos el riesgo de ignición y propagación de incendios en zonas próximas a terrenos agrícolas u áreas abandonadas y posteriormente recolonizadas por la vegetación, podríamos actuar en la prevención a través de medidas concretas.

Los objetivos se centrarán en:

- Estudiar las características y usos de la interfaz agrícola para determinar las probabilidades de ignición y propagación.
- Estudiar vías de comunicación como lugares de mayor probabilidad en la ignición.
- Diseñar un método multicriterio para determinar una escala de riesgo de ignición y propagación.
- Diseñar un conjunto de procedimientos técnicos mediante tecnologías de información geográfica orientado al diagnóstico de la peligrosidad y el riesgo.
- Proponer una serie de medidas y acciones para la prevención.

3.1. Mapa de problemas / Hipótesis

- En los últimos 40 años, los incendios forestales a escala nacional se han producido en un 90 % por causas antrópicas.
- Si es así, los puntos de ignición deben estar vinculados a las vías de comunicación. La mayor o menor accesibilidad se vincula a los tipos de viario.
- El riesgo con las poblaciones dependerá de la cercanía a los espacios forestales, en el caso analizado, El Pinar, dista del espacio forestal a través de una interfaz agrícola.



- Si la interfaz agrícola funciona **Ilustración 1. Mapa de problemas (Autor: Mejías, M. A.)**

como un cinturón de protección entre los asentamientos y el espacio forestal,
¿qué pasaría si su comportamiento tiende al abandono?

4. METODOLOGÍA

Según la Teoría general de sistemas, se puede definir un espacio geográfico como un modelo consistente en un conjunto de elementos en interacción. Es decir, una porción de espacio concreto delimitado en el tiempo en el que se entrelazan distintos subsistemas de diferente orden y rango (abiótico -litología, atmósfera, agua-; biótico -flora, fauna, suelo y hombre, como elemento vivo-; y antrópico -estructura socioeconómica y artefactos- (Bolos, 1992, p.36).

Aislamos una parte del territorio para extraer sus reglas de organización. Para ello requerimos dividir la información en distintos niveles. Primero la extracción, análisis y síntesis de componentes a la que denominados “inventario”, segundo, combinación (relación de una o varias componentes), en busca de reglas y diagnósticos a la que denominamos “tratamiento”; tercero, propuestas que forman parte de la “comunicación” (Bertin, 1987).

4.1. Preparación

En primera instancia, la toma de datos, fuentes y bibliografía de cara a enfrentarse a la elaboración de este Trabajo de Fin Grado, abarcó diversas áreas de estudio, múltiples datos estadísticos y gran cantidad de bibliografía; que a medida avanzaba el periodo de aprendizaje y elaboración, se iba cribando de forma lógica.

Uno de estos materiales descartados fue la Estadística General de Incendios Forestales (EGIF), esta estadística forma parte de la base de datos de ámbito nacional coordinada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y que incorpora registros desde 1961 y sistematizada desde 1968. En un principio, para conocer y adentrarnos más en el ámbito de los incendios forestales, se procedió a la obtención de estos registros desde el año 1968 hasta 2011 y crear una tabla resumen con el número de incendios y superficie afectada para nuestro ámbito de estudio; al no ser posible ya que hasta 1973 la información se registró únicamente a escala provincial, y se empieza a establecer por municipios. Sin embargo, no es hasta 1998 cuando se empiezan a poner las coordenadas UTM que permiten establecer con exactitud los incendios registrados. Esta falta de precisión, fiabilidad y detalle a la hora de localizar y asignar los incendios, y con mayor dificultad en las islas, motivó que se descartara esta fuente de información a medida que se avanzaba y se definían los objetivos del trabajo, relegándose a su cometido como referencia al afirmar que el análisis de los datos comprueban como el

empleo del fuego en el medio rural sigue siendo una práctica habitual para la eliminación de restos agrícolas y forestales en la mayor parte del territorio y que son el foco de inicio de gran parte de los incendios registrados.

La metodología usada a la hora de volcar la información y trabajar con el SIG se ha elaborado en base a un esquema propuesto por Chuvieco (2005, p.75) para la valoración integral del riesgo de incendios. Como resultado, la metodología creada es independiente, y a su vez extrapolable, para su uso en otros territorios y escalas distintas por su fácil manejo y actualización.

4.2. Inventario

- Componente: Curvas de nivel. Fuente: Mapa topográfico. GRAFCAN S.A. Año 2006. Modelo de datos vectorial. Tratamiento y depuración de los atributos alfanuméricos asociados a las clases de entidad de polilíneas y de anotación extraídos del DGN (*MicroStation Design File*). Las curvas de nivel son isolíneas que unen todos los puntos que tienen la misma altura sobre el nivel medio del mar; se trazan con una separación en altura determinada (equidistancia entre curvas de nivel según la escala), en este mapa las equidistancias usadas son de 5 metros y curvas directoras cada 20 metros. Para una mejor comprensión del mapa de nuestra zona de estudio, se estable un criterio de representación de las curvas cada 100 metros de un color más oscuro.

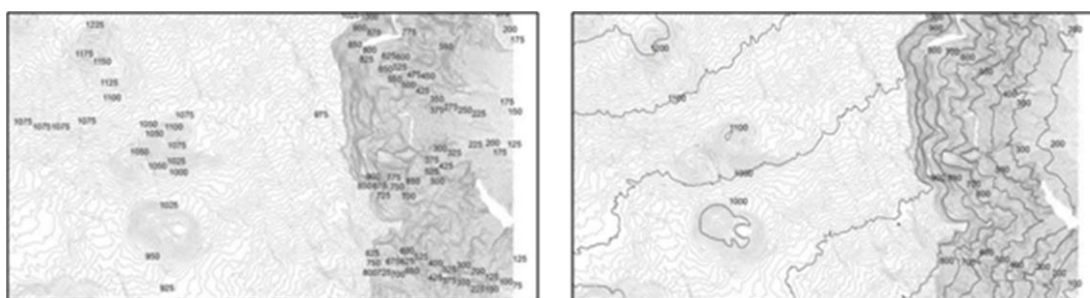


Ilustración 2. Tratamiento de las curvas de nivel

- Derivada: TIN. Modelo de datos TIN (*Triangular Irregular Networks*). Las estructuras TIN o redes de triángulos irregulares, son formas de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos). Para un mejor tratamiento se convierte el modelo TIN a ráster mediante la interpolación. A cada celda

de salida se le asigna una altura o un valor “*NoData*” según si el centro de la celda cae dentro de la zona de interpolación del TIN o no. A partir de este proceso que facilita la manipulación de la información, su integración con bases de datos y permite efectuar cálculos, se obtiene un MDT (Modelo Digital del Terreno) del que se calcula las siguientes subderivadas:

- Subderivada: Pendiente. Modelo de datos ráster. Identifica la pendiente descendente más empinada para una ubicación sobre una superficie. Este proceso se calcula para cada celda. Posteriormente, se clasifican los valores mediante el método de desviación típica, que muestra la diferencia entre el valor de una celda y el valor medio, en 14 clases con un intervalo de 1/3.
- Subderivada: Modelo de sombras. Modelo de datos ráster. Se obtiene la iluminación hipotética de una superficie determinando los valores de iluminación para cada celda en un ráster. Para ello se configura la posición de una fuente de luz hipotética y se calculan los valores de iluminación de cada celda respecto de las celdas vecinas. Esto mejora la visualización de una superficie para su análisis o visualización gráfica.
Uso: para la construcción de la base de representación.
- Componente: LIDAR (*Light Detection and Ranging*). Fuente: Ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LIDAR correspondientes al vuelo del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea). Año 2009. Con esta tecnología se puede obtener, mediante un dispositivo láser aerotransportado, nubes de puntos georreferenciados en las tres coordenadas (x, y, z).
 - Derivada: Pendiente. Modelo de datos ráster. A diferencia del anterior, obtenido a través de un MDT basado en la modelización del relieve a partir de redes de triángulos irregulares (TIN), este se obtiene a partir de una nube de millones de puntos que una vez procesados dan lugar a puntos en tres dimensiones (x, y, z) que permite generar tanto modelos de terreno (MDT) como modelos de superficie (MDS); este último se diferencia al convencional MDT en que no sólo representa la superficie terrestre, sino que además incluye todos los objetos que esta contiene, es decir, toma en cuenta los objetos que se encuentren sobre el terreno, representado el factor abiótico

y cultural.

- Derivada: Modelo de sombras. Modelo de datos ráster. Se obtiene la iluminación hipotética de una superficie determinando los valores de iluminación para cada celda en un ráster. Para ello se configura la posición de una fuente de luz hipotética y se calculan los valores de iluminación de cada celda respecto de las celdas vecinas. Esto mejora la visualización de una superficie para su análisis o visualización gráfica. Uso: para la construcción de la base de representación.
- Componente: Mapa Geomorfológico. Fuente: GRAFCAN S.A. El Mapa Geológico Digital Continuo de Canarias, se realizó mediante un convenio entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y GRAFCAN. Para su elaboración se utilizó como información de base el Mapa Geológico Nacional (MAGNA). Año 2003. Modelo de datos vectorial. El mapa incluye una descripción alfanumérica del territorio, georreferenciada y representada por recintos, elementos lineales y puntuales plasmados cartográficamente. Está compuesto por una base de datos MS-Access en formato “mdb” y 6 capas en formato *shape*:
 - Contacto: fichero de datos gráficos referente a los contactos entre recintos geológicos.
 - Diques: representación gráfica de las litologías representadas como elementos lineales.
 - Estructuras: fichero de representación gráfica de los diferentes tipos de estructuras de carácter lineal existentes.
 - Fracturas: fichero de datos gráficos de los elementos tipo fractura.
 - Litología: fichero gráfico correspondiente a los recintos litológicos.
 - Puntos: fichero de datos gráficos de los diferentes elementos de carácter puntual.

Esta estructura de datos resulta compleja por lo que se procede al tratamiento y depuración de los datos alfanuméricos asociados al mapa. Como resultado de este proceso, obtenemos un mapa de síntesis:

El mapa original caracteriza 18 clases litológicas. Se simplifica a 4 clases (coladas, conos, depósitos y piroclastos de dispersión). Agregación de campos de medición: Área (m² y Ha.), perímetro y porcentaje.

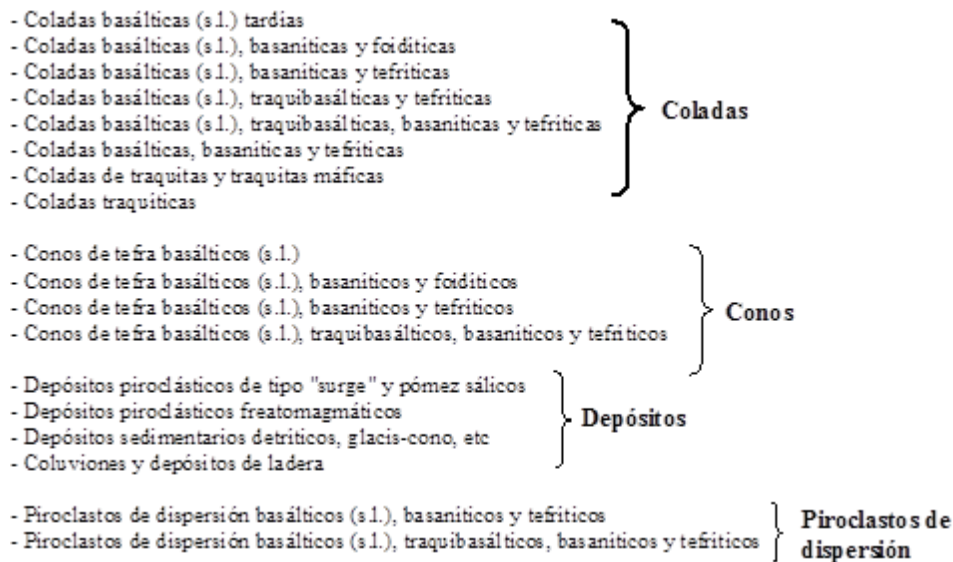


Ilustración 3. Síntesis de la litología

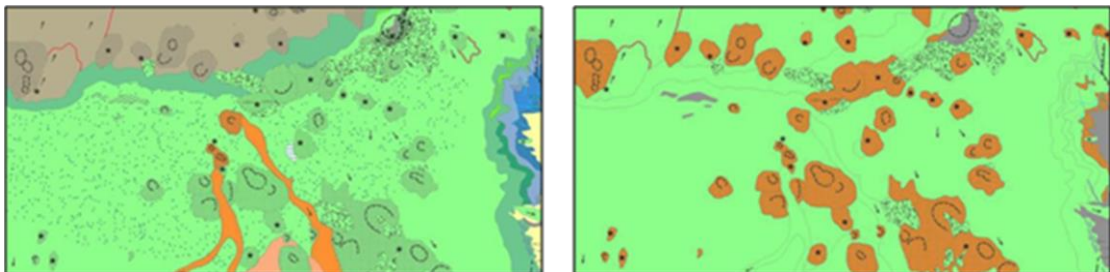


Ilustración 4. Tratamiento del mapa geomorfológico

- Componente: Mapa de vegetación. Fuente: GRAFCAN S.A. Año 2001. Mapa elaborado por el Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de La Laguna sobre la vegetación actual y potencial de Canarias a través de un Contrato de Investigación denominado "Cartografía de la Vegetación Canaria". La elaboración del mapa está basada en un Mapa Topográfico a escala 1:20.000, ortofotos a escala 1:5.000 y trabajos de campo. Modelo de datos vectorial. El mapa original cuenta con una única capa con

información alfanumérica, georreferenciada y representada de la vegetación actual y potencial más una base de datos MS-Access en formato “mdb”. Al igual que en el anterior, se realiza una síntesis de las 25 clases de vegetación (más cultivos y área sin vegetación) que existen en nuestra zona de estudio y se simplifican a 5 (matorral-herbazal, tabaibal-cardonal, bosque termófilo, pinar, monteverde) más 2 (cultivos y desprovisto de vegetación):

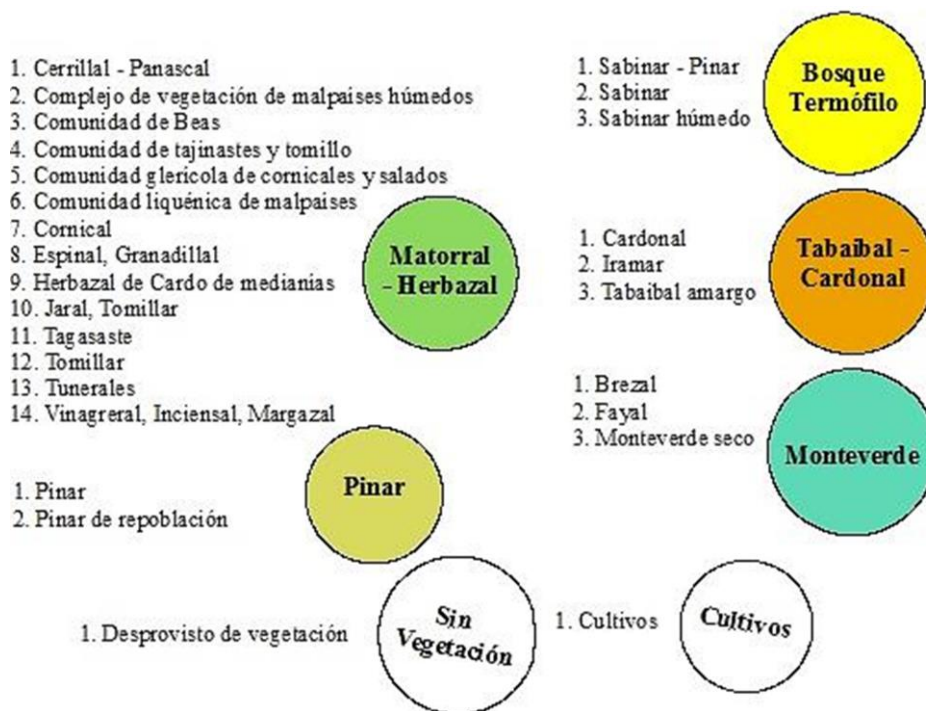


Ilustración 5. Síntesis de la vegetación

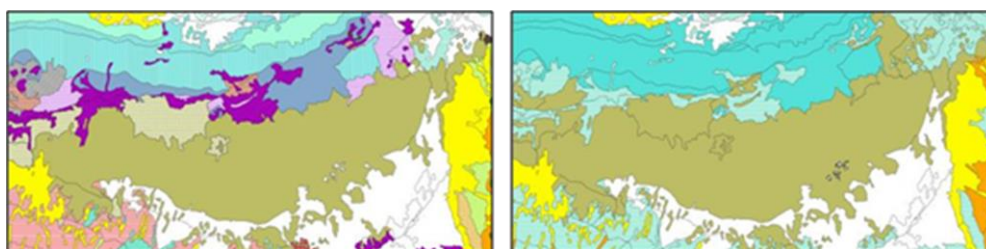


Ilustración 6. Tratamiento de la vegetación

- Componente: Biomasa (necromasa). Modelo de datos vectorial. La biomasa se expresa como cantidad de peso seco o de energía contenida en la materia orgánica que existe por unidad de superficie. El propósito de utilizar el peso seco de la materia orgánica y no el fresco, estriba en no sobreestimar la biomasa

de aquellos organismos en los que su estrategia de supervivencia esté basada en la retención de agua en sus tejidos. (Fernández-Palacios, 1996, p.168). Dentro de la biomasa distinguimos la de origen vegetal (fitomasa) y la de origen animal (zoomasa). De las distintas biomasa vegetales usaremos la muerta (necromasa vegetal) en su estado de mantillo (compuesto por pequeñas ramitas, hojas, flor y fruto). Para la elaboración de este mapa se ha usado como base el mapa de vegetación al que se le ha aplicado la metodología que Fernández-Palacios propone para el cálculo del mantillo. Esta consiste en calcular la necromasa depositada en forma de mantillo que existe en los distintos ecosistemas. Para ello, se utilizan los valores ya establecidos para cada tipo de vegetación y se multiplica por los m^2 de suelo cubierto por la misma.

Tabla 1. Valor medio del mantillo

	Matorral-Herbazal	Tabaibal-Cardonal	Bosque Termófilo	Monteverde	Pinar
Valor medio del mantillo	0,35	0,40	0,75	1,00	1,03

- **Componente:** Mapa de cultivos. Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Año 2005. Mapa elaborado por la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural y Cabildos Insulares. Modelo de datos vectorial. Su elaboración consistió en un trabajo de campo que cubría el 100 % de la superficie agraria útil y el apoyo de la malla catastral y ortofotos para la georreferenciación de los cultivos a una escala de 1:5000. Las agrupaciones en las que se clasifican los distintos tipos de cultivos existentes en nuestra zona de estudio son las siguientes:

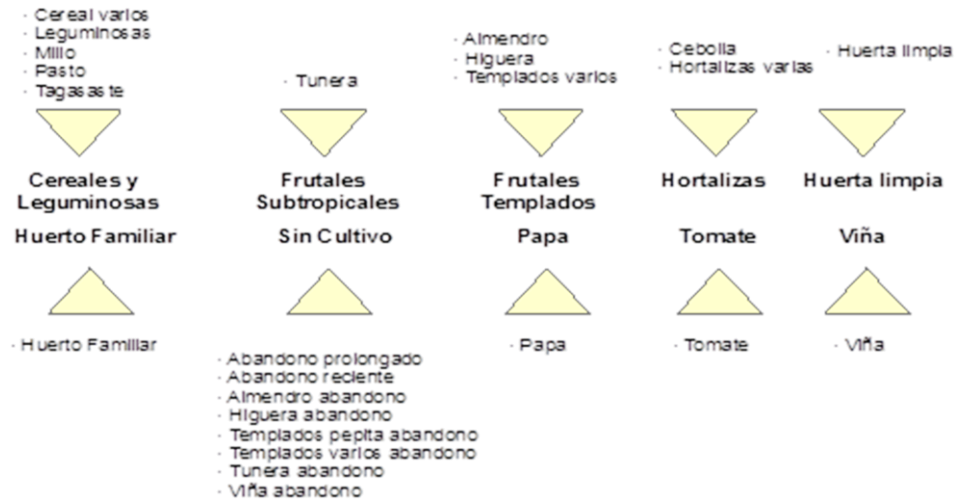


Ilustración 7. Síntesis original de cultivos

- o Derivada: Mapa de cultivos en abandono. Modelo de datos vectorial. Siguiendo los criterios de operatividad anteriormente aplicados se ha realizado una síntesis de estas categorías a una que se adapta a las necesidades de cara a resolver una de las hipótesis del trabajo, que no es otra que el progresivo abandono de las tierras de cultivo y la naturalización por parte de la vegetación. Por esto, se agrupan los cultivos en base a su estado de conservación, quedando las clases de esta forma:



Ilustración 8. Agrupación de cultivos en base a su estado

Según la metodología usada por la Dirección General de Agricultura y Medio Rural para la elaboración de este mapa de cultivos, establece, en primer lugar, la atribución de las situaciones de abandono (prolongado y reciente) se establece en base a una serie de indicios que permiten estimar el tiempo que lleva el terreno agrícola en abandono. Uno de estos criterios es el asentamiento de la vegetación

espontánea arbustiva que marca en un factor temporal de entre dos a tres años. En segundo lugar, el atributo abandono en los cultivos, se utiliza sólo en aquellos casos en el que la especie sea semipermanente en el terreno (frutales) y que se encuentren en un estado apreciable de abandono (a partir de los dos-tres años). Por último lugar, se agrupan el resto de categorías dentro de la clase cultivos (en activo). A partir de esta agrupación de los cultivos en base a su estado, se realizarán los tratamientos posteriores de esta componente.

- Componente: Viario. Mapa de viario. Fuente: Mapa topográfico. GRAFCAN S.A., y Mapa Topográfico Nacional de España (MTN50) hoja 1105/1108. Formato papel del CNIG. Año 2006. Modelo de datos vectorial. Mapa de elaboración propia que ha consistido en la digitalización y depuración de la información procedente tanto de los ficheros digitales como del mapa en papel. La información digital procedente del DGN topográfico se ha convertido a formato *shape* y se han completado o editado las polilíneas del trazado cuando ha sido necesario al igual que su rectificación con ayuda de la ortofoto digital. El nombre y la simbología se han extraído del mapa en formato papel del Centro Nacional de Información Geográfica. A partir de este punto, se ha procedido a un trabajo de campo para comprobar in situ el orden y estado de las carreteras y pistas tanto en coche como a pie cuando no ha sido posible el desplazamiento rodado por la tipología o estado de la vía.
- Componente: Edificaciones. Fuente: Mapa topográfico. GRAFCAN S.A. Año 2006. Modelo de datos vectorial. Información extraída del DGN y convertida a *shape* tras realizar un proceso de depuración y tratamiento de los datos alfanuméricos. Incorporación de campos de medición y separación de las edificaciones según su tipología, agrupando las entidades en 5 clases:
 - Edificios (comunes, patios, iglesias y ermitas).
 - Pajeros (casetas, cobertizos, chamizos y cabañas).
 - Naves industriales.
 - Invernaderos.
 - Láminas de agua (depósitos de agua elevados, sin elevar, estanques y piscinas).

- **Componente: Infrarrojo.** Fuente: Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental S.A.U. (GESPLAN). Año 2006. Modelo de datos ráster. Se trata de un ortofoto de falso color IRG o infrarrojo cercano. Este tipo de herramientas son muy potente para la fotointerpretación ya que muestran de manera clara aspectos que no son visibles a nuestros ojos. En estas fotografías se filtra por completo el color azul, eliminando así el efecto de la dispersión de la luz atmosférica y como consecuencia proporcionando en forma de cambio de tono, información de los objetos más allá del espectro de luz visible. Las fotografías están sensibilizadas al verde, rojo y al infrarrojo (en lugar de al clásico RGB), y es por ello que los colores visibles para el ojo humano se modifiquen produciendo los colores características de estas fotografías.

4.3. Tratamiento

Este nivel analítico define las relaciones de diferentes componentes. Estas combinaciones determinan las reglas o patrones de organización espacial.

En relación a nuestra hipótesis y objetivos las combinaciones determinan el espacio de riesgo de ignición y el de propagación a través de la interfaz agrícola.

1. Espacio de ignición. La relación entre los viarios y el mantillo⁵ (necromasa).
 - a. La caracterización del viario del espacio analizado diferencia carreteras, pistas y sendas. A su vez estos pueden estar asfaltados o no. El riesgo incide más en las vías asfaltadas (mayor aforo, velocidad y acceso) que en las no asfaltadas. A su vez, las no asfaltadas se diferencian de las que poseen mayor aforo, velocidad y acceso (pistas transitables por vehículos con y sin motor -bicicletas-) de aquellas que solamente pueden realizarse a pie. Cada uno de estos tipos tiene un nivel de riesgo:
 - i. Asfaltados = 3; No asfaltados transitables = 2; No asfaltados no transitables = 1
 - b. A partir de cada uno de ellos definimos un área de influencia sobre el cual determinamos franjas o bordes de riesgo. Cuanto más cerca de la infraestructura mayor es el riesgo. De esta manera definimos tres franjas: 10; 20 y 30 metros a partir del eje del viario. Donde 10 = 3; 20 = 2; 30 = 1.

⁵ Calculado a partir del mapa de síntesis de vegetación construido desde el mapa de vegetación.

c. Como síntesis la relación determinará las siguientes áreas de riesgo (R_i):

Tabla 2. Relación viario-riesgo (R_i)

R_i	Área de influencia (metros)		
	10	20	30
TIPO VIARIO			
Asfaltado	$3+3= 6$	$3+2= 5$	$3+1= 4$
No asfaltado transitable mecánicamente	$2+3= 5$	$2+2= 4$	$2+1= 3$
No asfaltado no transitable mecánicamente	$1+3= 4$	$1+2= 3$	$1+1= 2$

d. El mapa de síntesis representará los valores combinados dónde igualamos p.e. la franja de 20 m a partir del eje viario asfaltado con la franja de 10 m del no asfaltado no transitado. Pero nunca se igualará con el máximo riesgo que puede tener el no asfaltado no transitable mecánicamente (sendas). En cualquier caso en las proximidades a las vías siempre existirá el riesgo.

2. Espacio de propagación en la interfaz agrícola.

- a. La síntesis máxima de la componente agrícola (interfaz) nos permite reducir a dos clases: Espacio agrícola abandonado; espacio cultivado.
- b. Sí entendemos la propagación del fuego en dos direcciones: desde los espacios ocupados por los diferentes tipos de vegetación hacia la zona de asentamiento poblacional; y a la inversa, desde el asentamiento hacia los espacios ocupados por los diferentes tipos de vegetación, en medio se encuentra la interfaz agrícola.
 - i. Es verdad, que podría existir espacio en esa interfaz no agrícola, coladas sin cobertura vegetal, depósitos de piroclastos, etc.
 - ii. En nuestro caso, en el entorno del núcleo o entidad de población de El Pinar, la superficie agrícola ocupa la totalidad de esta interfaz.
- c. Relación entre el espacio ocupado por los diferentes tipos de vegetación⁶ extraído de la componente de vegetación y la síntesis agrícola.
 - i. La claves está en definir las transiciones o líneas de contacto existentes entre los diferentes usos:

⁶ Entendemos áreas de vegetación a los polígonos exclusivamente bióticos del mapa de vegetación.

1. Desde el área de vegetación (Av) al espacio construido (ec).
 2. Desde el área de vegetación (Av) a espacio agrícola abandonado (aa).
 3. Desde el área de vegetación (Av) a espacio agrícola cultivado (ac).
 4. Desde el espacio agrícola abandonado (aa) a espacio agrícola cultivado (ac).
- ii. Definidas las transiciones, estableceremos los grados de riesgo. Estos vienen definidos por el máximo riesgo⁷ y la facilidad de propagación: los espacios construidos tendrán máximos riesgos; y siempre será mayor su propagación a los espacios agrícolas abandonados que a los cultivados.
1. Av - ec = 4
 2. Av - aa = 3
 3. Av - ac = 2
 4. aa - ac = 1
- d. Relación entre el asentamiento⁸ y los espacios agrícolas sintetizados⁹.
- i. Las transiciones o líneas de contacto existente entre los diferentes usos :
 1. Desde espacio construido (ec) a espacio agrícola abandonado (aa).
 2. Desde espacio construido (ec) a espacio agrícola cultivado (ac).
 3. Desde espacio construido (ec) a área de vegetación (Av).
 - ii. Definidas las transiciones, estableceremos los grados de riesgo. Estos vienen definidos por la facilidad de propagación: siempre será mayor en los espacios agrícolas abandonados que en los cultivados.

⁷ Entendemos que el riesgo máximo está en los espacios construidos, puesto que son los lugares donde con seguridad habitan o transitan personas.

⁸ Aunque lo denominamos asentamiento estamos realizando el análisis a partir de todos los polígonos construidos sin diferenciar viviendas de otros. Consideramos que la peligrosidad recae sobre estas unidades edificadas pues es allí donde pueden residir o estar personas.

⁹ La síntesis tiene por objeto la simplificación máxima entre espacios agrícolas cultivados y abandonados.

iii. De esta manera, la relación queda de la siguiente manera:

1. $ec - Av = 3$
2. $A - aa = 2$
3. $A - ac = 1$

e. Relación bidireccional (R_p). Es la que integra las dos relaciones anteriores, combinando la relación $Av - ec - Av$. En esta relación combinamos los dos sentidos de la posible propagación. Determinaremos con este análisis espacial los polígonos que tienen un riesgo máximo, intermedio y mínimo de propagación:

Tabla 3. Relación bidireccional de la propagación

Av - ec	COD Avec	ec - Av	COD ecAv
Av - ec	4	ec - Av	3
Av - aa	3	ec - aa	2
Av - ac	2	ec - ac	1
aa - ac	1		

Como los espacios agrarios cultivados (ac) pueden ser conectores tanto de Av como de aa, dejamos el COD_Avec con el valor mayor, en este caso la propagación Av - ac.

De aquí salen estas combinaciones posibles COD Avec - COD ecAv y su nivel de riesgo (R_p)¹⁰ (7-1):

- Riesgo supremo = 43 (Av - ec - Av) 10 - 7
- Riesgo extremo 1 = 42 (Av - ec - aa) 9 - 7
- Riesgo extremo 2 = 41 (Av - ec - ac) 8 - 7
- Riesgo extremo 3 = 40 (Av - ec) 7 - 7
- Riesgo máximo = 32 (Av - aa - ec) 6
- Muy alto riesgo = 30 (Av - aa) 5
- Alto riesgo = 21 (Av - ac - ec) 4
- Moderado riesgo = 20 (Av - ac) 3
- Bajo riesgo = 11 (aa - ac - ec) 2
- Bajo riesgo = 02 (ec - aa) 2

¹⁰ El R_p agrupa las combinaciones 43, 42, 41 y 40 con un solo valor de riesgo supremo (7). El objeto es no extender mucho la clasificación, pues entendemos que puede ser más confusa al combinarla con otras relaciones. Sin embargo la combinación sigue reflejada en el modelo de datos construido en el campo Avec-ecAv, el cual refleja las 10 combinaciones obtenidas.

Muy bajo riesgo = 10 (aa - ac) 1

Muy bajo riesgo = 01 (aa - ac) 1

3. Relación zonas de ignición con zonas de propagación. (Rel (R_i/R_p)). Si combinamos espacial y tabularmente estas dos relaciones obtenemos una síntesis de los espacios de mayor riesgo.

Tabla 4. Relación ignición/propagación

R_i	R_p	Rel (R_i/R_p)						Riesgo
	7	67	57	47	37	27	07	Sup.
6	6	66	56	46	36	26		Max.
5	5	65	55	45	35	25		Ma.
4	4	64	54	44	34	24		A
3	3	63	53	43	33	23		M
2	2	62	52	42	32	22		B
	1	61	51	41	31	21	01	Mb
	0	60	50	40				Mb

5. CONTENIDOS

5.1. Inventario

- Componente: Curvas de nivel. Mapa n.º 1.

A primera vista se antoja un relieve abrupto con tres grandes zonas muy bien diferenciadas. Al norte y al este aparecen dos considerable acumulaciones de curvas de nivel, lo que nos revela la existencia de grandes desniveles en muy poco espacio, estas zonas corresponden con los deslizamientos gravitacionales de El Golfo y Las Playas respectivamente. En medio de estos escarpes encontramos un pasillo con curvas más separadas, espacios llanos que se alternan con una serie de conos (curvas concéntricas) y que a medida nos desplazamos al oeste las curvas se vuelven a juntar en la zona de El Julan. En resumen, la franja de estudio se emplaza entre dos grandes escarpes que van desde las cotas 100 y 1.500 metros.

- Derivada: TIN. Modelo de datos TIN (Triangular Irregular Networks). Mapa n.º 1.1.

La superficie TIN resultante mediante el método de triangulación de Delaunay¹¹, está formada por 1.730.416 nodos y 3.459.084 triángulos de datos. Y su rango Z oscila entre 52,519 a 1.500,276.

- Subderivada: Pendiente. Mapa n.º 1.2.

El rango de la serie de la pendiente está entre 0 y 87,85 %. La pendiente media del espacio analizado es del 21,74 %. Lógico, porque incorporamos los dos escarpes de los deslizamientos gravitacionales de Las Playas y de El Golfo. Si excluimos estas zonas, la pendiente media sería 16,76 %.

La pendiente nos sirve para combinar las diferentes componentes que inciden en nuestro tema. Por esa razón simplificamos la serie en tres clases. Estas clases son tomadas a partir del documento del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino¹² (2008): “Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación”¹³:

¹¹ La triangulación de Delaunay garantiza que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no deba contener ningún vértice de otro triángulo.

¹² En la actualidad, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

¹³ Se desarrolla en el marco de una de las líneas de acción del PAND: “Análisis, divulgación y

- 0 - 12 %
- 12 - 24 %
- + 24 %
- Subderivada: Modelo de sombras. Mapa n.º 1.3.

El factor principal al crear un mapa de sombreado para cualquier territorio es la ubicación del sol en el cielo. Para ello se usan los parámetros “acimut”, que es la dirección angular del sol, medida de 0 a 360 grados desde el norte en sentido de las agujas del reloj, y la “altitud”, ángulo de la fuente de iluminación por encima del horizonte que se mide en grados, de 0 (horizonte) a 90 (arriba).

Para la creación de este mapa se han usado los valores predeterminados de acimut: 315 grados (NO) y altitud: 45 grados.

- Componente: LIDAR (Light Detection and Ranging).

Sin contenido propio al no poder representar la nube de puntos (3D) a la dimensión y escala gráfica del trabajo. Al usar esta tecnología comprobamos como los valores de pendiente cambian ligeramente con respecto a la información obtenida a través del mapa topográfico. A partir de esta componente obtenemos las siguientes derivadas:

- Derivada: Pendiente. Mapa n.º 2.1.

¿Cómo es la pendiente de nuestro espacio? El cálculo lo hacemos en porcentaje. El rango en el que oscila la pendiente está entre 0 y 85,58 %. La pendiente media del espacio analizado es del 22,29 %, algo diferente a la obtenida con el análisis del topográfico (21,74 %). De nuevo un media bastante pronunciada porque incorporamos en nuestra zona de estudio las dos laderas del Risco de Las Playas y del Golfo. Si excluimos estos escarpes, de cara a un mayor detalle en la información, la pendiente media sería de 17,32 %, un valor ligeramente mayor que el obtenido con el topográfico (16,76 %.).

- Derivada: Modelo de sombras. Mapa n.º 2.2.

Para la creación de este mapa se han usado los valores predeterminados de acimut: 315 grados (NO) y altitud: 45 grados. El resultado es un mapa con una mayor calidad con respecto al derivado del topográfico, por lo tanto será este el que usemos para las representaciones.

- Componente: Mapa geomorfológico. Mapa n.º 3.

Las arquitecturas construidas por los dinamismos volcánicos, durante los sucesivos episodios eruptivos, adquieren el suficiente desarrollo como para provocar importantes contrastes altitudinales y de exposición, muestra de ello es la gran variedad de formas existentes en nuestra zona de estudio. Mediante la síntesis litológica realizada para la construcción del mapa, y su posterior tratamiento, se desprende, a primera vista, una aglomeración de aparatos volcánicos a modo de enjambre, un total de 58 conos encontramos sólo en nuestra zona de estudio, la mayoría de ellos dispuestos en la línea de cumbre y en el área donde las formaciones de pinar se desarrollan con total hegemonía, y en total ocupan 884,54 ha, lo que equivale al 17,73 % del espacio analizado. Algo nada extraño debido a la relativa juventud geológica de la isla, que propicia la existencia de innumerables conos volcánicos perfectamente delimitados.

- Componente: Mapa de vegetación. Mapa n.º 4.

Las distintas unidades de vegetación se sitúan en una sucesión altitudinal en la que se distinguen varios pisos de vegetación, más o menos correspondientes con los distintos pisos bioclimáticos presentes en la isla. Destaca el pinar como la gran formación vegetal de la zona, con un 45,5 % de la vegetación total, y que se encuentra situada por debajo del monteverde (con un 23,54 %) debido a la inversión altitudinal de los pisos de vegetación, provocado por el desbordamiento del mar de nubes hacia la vertiente de sotavento. El resto de formaciones (tabaibal-cardonal y bosque termófilo) se sitúan en zonas de difícil acceso como las laderas de Las Playas al este, y en las de El Julan al oeste, con unos porcentajes muy bajos. El tabaibal-cardonal con un 2,1 % al encontrarse fuera de su zona de dominio natural (hasta los 500 m en la vertiente meridional), y un muy bajo 8,6 % del bosque termófilo, con la sabina como especie más

representativa, y que al formarse en un espacio de transición entre la cumbre y la costa, es decir, en medianías, ha sufrido a lo largo de los últimos siglos, al igual que en el resto de las islas, una mayor presión antrópica, quedando relegada a zonas de difícil acceso por lo abrupto del terreno o alejadas de los asentamientos. Por último, el matorral-herbazal con un 20,18 %, actúa como formación de transición en las zonas degradadas o afectadas por la práctica agrícola y/o ganadera y de manera muy pobre en la línea divisoria de cumbre, al formarse una vegetación mesófila muy pobre por la exposición a los fuertes vientos.

La zona marcada como desprovista de vegetación dentro del monte se corresponden con el área recreativa del Morcillo, y el resto del territorio en color blanco, son las correspondientes al medio rural, es decir, a los cultivos y los asentamientos (en este caso el pueblo de El Pinar) que marcan el límite con el monte de pinos. Esta frontera nada desdeñable y en ocasiones interrumpida bruscamente entre cultivo y pinar es la clave de nuestro trabajo.

Tabla 5. Medición de la vegetación

Síntesis de la vegetación	Área		
	m ²	ha	%
Desprovisto de vegetación	34501,40	3,45	0,08
Tabaibal-Cardonal	890861,95	89,09	2,10
Bosque Termófilo	3652110,88	365,22	8,60
Matorral-Herbazal	8568571,10	856,87	20,18
Monteverde	9997613,63	999,77	23,54
Pinar	19318448,08	1931,84	45,50
TOTAL	42462107	4246	100

- Componente: Biomasa (necromasa). Mapa n.º 5.

El análisis de los indicadores obtenidos a través de la metodología propuesta se evidencia la gran cantidad de mantillo que existe en las formaciones boscosas con respecto a los matorrales o tabaibales. Estos indicadores corresponden con los kg de peso seco del mantillo que se divide por los m² de las formaciones vegetales para así obtener el valor medio del mantillo.

$$\text{Valor medio del mantillo} = \frac{\text{kg de peso seco}}{\text{m}^2}$$

El cálculo del valor medio del mantillo dará lugar a 5 indicadores, cada uno de ellos correspondientes a las formaciones vegetales que hemos sintetizado a partir del mapa de vegetación. Estos indicadores se multiplicarán por el área en m² de las superficies vegetales. Como resultado, se obtuvo para el pinar una cantidad de 19.898 toneladas de mantillo seguido por las 9.997,61 t del monteverde. A continuación, están el matorral-herbazal, el bosque termófilo y el tabaibal-cardonal, por ese mismo orden descendente, con valores que rondan desde 3.000 hasta 356 t.

Tabla 6. Valores del mantillo (t)

	Pinar	Monteverde	Termófilo	Tab.-cardonal	Mat.-herbazal
Indicador	1,03	1,00	0,75	0,40	0,35
m²	19318448,03	9997613,62	3652110,88	890861,96	8568571,07
kg	19898000,92	9997613,62	2739083,16	356344,79	2998999,82
Toneladas	19898	9997	2739	356	2999

- **Componente: Cultivos. Mapa n.º 6.**

La localización de las tierras de cultivo corresponde con el “pasillo” que forma el monte a la izquierda y el escarpe de Las Playas a la derecha, y que recorre desde las zonas de pasto de la meseta de Nidafe¹⁴ hacia el sur hasta llegar al pueblo de El Pinar donde van aumentando en espacio y cantidad siguiendo como referencia estas fronteras naturales que marcan estas dos formaciones. Al norte, por debajo del monte de laurisilva, en la vertiente septentrional, encontramos tierras de cultivo correspondientes al Valle de El Golfo.

Las estadísticas resultantes del proceso de tratamiento de la información alfanumérica del mapa muestran que, existen 2.946 parcelas de cultivo repartidas en 757 ha de terreno en nuestra zona de estudio. Esta cantidad se divide en 10 agrupaciones de cultivo, de ellas, las más representativas son las 3

¹⁴ El término Nidafe (que alterna con la variante Nisdafe), corresponde con la zona alta de pastos de la isla y que tiene como centro el pueblo de San Andrés e Isora. Se reconoce Nidafe como el topónimo original y Nisdafe la que se ha impuesto en la escritura y en los mapas en la actualidad (Trapero, 1999 pp.137 y 245)

siguientes:

- Sin cultivo (cultivos en estado visible de abandono y terrenos agrícolas abandonados -de forma reciente o prolongada-): 1166 parcelas con un total de 311,33 ha, lo que equivale al 41,12 % del terreno agrícola.
- Frutales templados (formados principalmente por almendros e higueras): 568 parcelas con un total de 234,85 ha, equivalentes al 31,02 % del espacio agrario.
- Cereales y leguminosas (cereales varios, tagasaste, pastos y leguminosas): 220 parcelas con un total de 135,02 ha, es decir, un 17,83 %.

El resto de las agrupaciones, huerta limpia y familiar, papa, frutales subtropicales, hortalizas y tomate, suman un total 627 parcelas y equivalen todas ellas al 3,94 % restante, a excepción de la viña que con 365 parcelas y 45,98 ha cultivadas alcanza un 6,07 %.

Tabla 7. Estadística de los cultivos

Agrupación de cultivos	Área			
	Nº de parcelas	m ²	ha	%
Tomate	1	98,00	0,01	0,00
Hortalizas	39	9102,78	0,91	0,12
Huerto Familiar	94	33438,06	3,35	0,44
Frutales Subtropicales	118	41297,76	4,09	0,54
Papa	146	46212,67	4,70	0,62
Huerta limpia	229	167412,51	16,82	2,22
Viña	365	459965,13	45,98	6,07
Cereales y Leguminosas	220	1349679,35	135,02	17,83
Frutales Templados	568	2348765,74	234,85	31,02
Sin Cultivo	1166	3113044,90	311,33	41,12
TOTAL	2946	7569017	757	100

- Derivada: Cultivos. Mapa n.º 6.1.

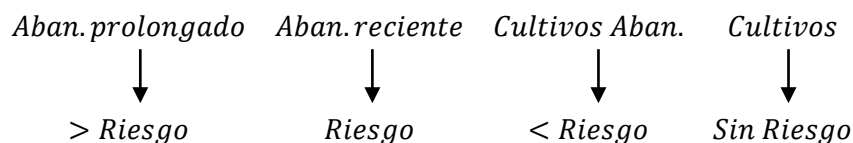
A partir del punto anterior se ha procedido a seguir la metodología propuesta en el inventario y, se aplica el criterio del abandono a los cultivos en base a la búsqueda del posible riesgo que en este estado generan terrenos agrícolas ubicados en las zonas de interfaz (próximas a zonas forestales).

Tabla 8. Estadística de los cultivos (según criterio del abandono)

Síntesis de los cultivos	Nº de parcelas	Área		
		m ²	ha	%
Cultivos en abandono	342	529700,44	53,04	7,01
Abandono reciente	325	556982,08	55,63	7,35
Abandono prolongado	499	2026362,38	202,66	26,77
Cultivos	1780	4455972,00	445,73	58,88
TOTAL	2946	7569017	757	100

Como resultado más relevante, sólo el 58,88 % de todo el terreno agrícola está cultivado y en explotación aparente, frente al 41,12 % de terreno que sufre algún tipo de abandono.

Por último, y a modo de representación, se le añade a esta síntesis de los cultivos el nivel de riesgo que genera o pudiese generar el estado de conservación de los terrenos agrícolas, de tal forma clasificamos de la siguiente manera:



- Componente: Viario. Mapa n.º 7.

A pesar de ser un espacio relativamente reducido existe una gran cantidad de vías y kilómetros de distancia. Sin contar con el vial de urbanización del núcleo poblacional de El Pinar y siguiendo la jerarquía extraída del MTN50 hoja 1105/1108 nos encontramos con distintas vías de nivel insular:

- Dos vías de primer rango la HI-1 (la conocida carretera de La Cumbre) y la HI-4 que comparten trazado desde el Puerto de La Estaca hasta San Andrés pasando por la capital (Valverde). Es en San Andrés donde la HI-1 continúa hacia Frontera por la cumbre y la HI-4 se desvía hacia El Pinar para acabar en el pueblo de La Restinga.
- Dos vías de segundo orden, la HI-40 (Los Corrales - La Mareta) y HI-45 (carretera de Bintó), la primera comienza, de norte a sur, en la zona de El Brezal, dominada por un bosque de fayal-brezal y desciende por el

monte de pinos hasta conectar con la HI-4. Y la segunda sigue la línea de cumbre.

- Siete carreteras de tercer orden, la HI-400 (Carretera de El Julan) que marca el límite por el sur entre el monte y las laderas de El Julan, la HI-401, la HI-402 que conecta el mirador de Las Playas con el núcleo de El Pinar, la HI-403 que bordea por el oeste la montaña Mata (1.048 m s.n.m.) pasando por la antigua Casa Forestal reconvertida en “Aula de la Naturaleza”. Las HI-451, 452 y 453 son pistas forestales sin asfaltar que tienen como punto de encuentro la montaña del Mercadel (1.252 m s.n.m.), en ella se ubica una gran torre de observación y control contraincendios, desde donde se tiene una vista de todo el monte de El Pinar, La Cumbre y las vertientes de La Restinga y El Julan.
- Por último, dieciséis pistas y múltiples sendas que recorren el interior como entorno del monte y la zona sur de El Julan.

Esta gran cantidad de pistas vinculadas al monte es vestigio del uso que ha tenido durante muchos siglos como fuente de ingresos y sustento de la población de El Pinar, y el resto de la isla, con el aprovisionamiento de los productos forestales (leña, carbón, brea, tea, resina, etc.) Pero sin duda alguna, la actividad que dio lugar a este entramado de pistas fue, durante las décadas de los cuarenta y cincuenta, la recogida de basa¹⁵. Esta actividad consistía en recogerla, empacarla, construir pistas para que se pudiera llegar con camiones y transportarla hasta el puerto (Hernández Quintero, 2013, p. 97).

- Componente: Construcciones. Mapa n.º 8.

Nos encontramos ante un núcleo de población con una gran tradición agrícola y ganadera, donde el monte cobraba una gran importancia, donde pastaba el ganado, se cultivaban los cereales y se aprovechaba los productos forestales, y a su vez, el mantenimiento que generaba esta explotación digamos armoniosa. Esta sinergia entre el monte y el hombre queda reflejado en las construcciones vinculadas a estos usos, los conocidos “pajeros o casas de colmo” (chamizos,

¹⁵ En El Hierro a las hojas del pino desprendidas del árbol y secas se le llama *basa*, nunca *pinocha* como en el resto de islas (Trapero, 1999, p.143).

casetas o cobertizos como los denomina el DGN del mapa topográfico en su relación de entidades). Este tipo de construcciones supera en número a los edificios, exactamente en 19. Las edificaciones alcanzan una cifra de 594 con 83.119,62 m² construidos (8,27 ha), mientras que los pajeros suman un total de 613 con 16.777,7 m² (0,85 ha).

- Componente: Infrarrojo. Mapa n.º 9.

Los árboles, por la clorofila absorben gran cantidad de radiación visible y reflejan la radiación infrarroja, por esto podemos conocer la presencia o ausencia de clorofila que está directamente relacionado con la salud de la planta. Gracias a las propiedades de color de las películas infrarrojas, se pueden observar diferencias en los estados de desarrollo de la vegetación. En nuestra imagen se aprecia claramente este detalle, en la parte oeste del monte se aprecia el infrarrojo correspondiente a las copas de los pinos, mientras que en el lado este no ocurre lo mismo, al ser la zona afectada por el último gran incendio forestal de la isla en 2006. A mayor intensidad de rojo, mayor cantidad de clorofila presente en las especies vegetales, como se observa en la masa de laurisilva, que aparece superpuesta altitudinalmente al monte de pinos, y en la línea de cumbre desborda hacia la vertiente de barlovento. En la zona afectada por el fuego, se puede observar el recorrido de las lenguas de fuego en función de la trama de color rojo que representa la clorofila de la vegetación que quedó sin arder.

5.2. Tratamiento

En este nivel se han tratado las distintas combinaciones de las componentes en base a determinar y caracterizar los espacios con riesgo de ignición y el de propagación en la interfaz agrícola.

1. Riesgo de ignición (vías de comunicación/espacio forestal).

Cantidad total¹⁶ en toneladas de necromasa (mantillo seco) en torno a vías de comunicación.

¹⁶ El total corresponde al sumatorio de las áreas de influencia correspondientes a 10, 20 y 30 m del viario.

a) Asfaltado

Síntesis de la vegetación	Cantidad de mantillo seco (kg)	t
B.Termófilo	18015,61	18,02
Matorral-Herbazal	144212,49	144,21
Monteverde	673933,22	673,93
Pinar	1400830,21	1400,83
TOTAL	2236991,53	2236,99

b) No asfaltado transitable mecánicamente

Síntesis de la vegetación	Cantidad de mantillo seco (kg)	t
Tabaibal-Cardonal	4525,31	4,53
Monteverde	141298,81	141,30
B.Termófilo	225905,59	225,91
Matorral-Herbazal	450732,37	450,73
Pinar	1945751,05	1945,75
TOTAL	2768213,13	2768,22

c) No asfaltado no transitable mecánicamente

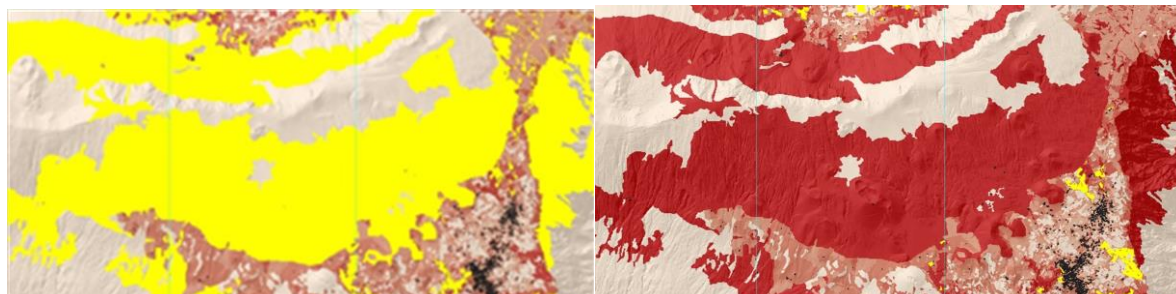
Síntesis de la vegetación	Cantidad de mantillo seco (kg)	t
B.Termófilo	10699,95	10,70
Matorral-Herbazal	45188,03	45,19
Monteverde	63974,57	63,97
Pinar	210002,80	210,00
TOTAL	329865,35	329,86

Esto se traduce en 2.237 toneladas de mantillo seco en torno a las vías asfaltadas que están en contacto con la vegetación, y el 62,62 % del total corresponde con la necromasa de las formaciones de pinar. Para las vías no asfaltadas pero transitables mecánicamente (pistas), un total de 2768 toneladas del que el 70,29 % equivalen al mantillo de pinar. Y por último, 330 toneladas de mantillo en torno a vías no asfaltadas no transitables mecánicamente (sendas), de las cuales el 63,66 % son de pinar.

2. Riesgo de propagación (interfaz agrícola).

Como resultado del análisis espacial de las distintas líneas de contacto y sus posibles combinaciones, se obtuvo que las zonas con el mayor riesgo corresponden, como es lógico, a las vinculadas al espacio forestal, en donde el

monte está más próximo al núcleo de población seguido por el espacio agrícola abandonado más cercano al área forestal que da continuidad a una posible propagación, actuando como puente ante un incendio que se inicie tanto desde el área forestal como desde el núcleo de población o zonas agrícolas.



$R_p = 7$ (Supremo)

$R_p = 6$ (Máximo)

Ilustración 9. Espacios con un mayor riesgo de propagación

Tabla 9. Medición del R_p

RP	Frecuencia	m ²	ha	%
0	2918	15.850.473,43	1.583,81	31,76
1	245	102.423,03	10,28	0,21
2	270	457.603,76	45,76	0,92
3	1575	3.311.076,75	331,00	6,64
4	442	3.103.795,41	310,40	6,22
5	584	1.192.982,66	119,25	2,39
6	37	385.955,12	38,57	0,77
7	40	25.484.824,32	2.548,48	51,10
TOTAL	6111	49889134,48	4987,55	100,0

3. Relación de las zonas de ignición y las de propagación.

Por último, se combinan espacial y tabularmente las dos variables estudiadas en una sola. Como resultado obtenemos la relación (Rel (R_i/R_p)) entre las zonas de ignición con zonas de propagación, obteniendo una síntesis de los espacios de mayor riesgo vinculados al viario y su área de influencia como puntos de máximo riesgo de ignición y posterior propagación. El [cuadro](#) de relación obtenido a través de esta combinación aplicada al viario da como resultado los siguientes parámetros:

Tabla 10. Rel. R_i/R_p en asfaltado

R_i	R_p	Rel (R_i/R_p)						Riesgo
	7	67	57	47				Sup.
6	6	66	56	46				Max.
5	5	65	55	45				Ma.
4	4	64	54	44				A
	3	63	53	43				M
	2	62	52	42				B
	1	61	51	41				Mb
	0	60	50	40				Mb

Tabla 11. Rel. R_i/R_p en no asfaltado transitables mecánicamente

R_i	R_p	Rel (R_i/R_p)						Riesgo
	7		57	47	37			Sup.
	6		56	46	36			Max.
5	5		55	45	35			Ma.
4	4		54	44	34			A
3	3		53	43	33			M
	2		52	42	32			B
	1		51	41	31			Mb
	0		50	40	30			Mb

Tabla 12. Rel. R_i/R_p en no asfaltado no transitable mecánicamente

R_i	R_p	Rel (R_i/R_p)						Riesgo
	7			47	37	27		Sup.
	6			46	36	23		Max.
	5			45	35	25		Ma.
4	4			44	34	24		A
3	3			43	33	23		M
2	2			42	32	22		B
	1			41	31	21		Mb
	0			40	30	20		Mb

6. CONCLUSIONES Y POSIBLE APLICACIÓN (COMUNICACIÓN)

Hoy en día nos encontramos ante una sociedad sensibilizada con el medio ambiente, no obstante, hay que ser conscientes de la existencia de necesidades humanas y por otro lado, el respeto hacia el medio. A partir de este punto, habrá que plantear propuestas acordes a un aprovechamiento sostenible que asegure la persistencia del monte en este caso, como con el resto de recursos naturales.

1. Limpieza del monte, así como mantenimiento-explotación de sus productos forestales:

Considerando al hombre como uno de los elementos más dinámicos del espacio, y su actividad o actitudes, en ciertas ocasiones, no tienden a seguir patrones espaciales determinados, o al menos, resulta más difícil determinarlos, como es el caso de la piromanía o ciertas motivaciones intencionadas. Se hace necesario reducir, en la medida de lo posible, la vulnerabilidad de posibles focos de ignición y propagación de incendios cerca del viario.

- En primer lugar, una adecuada limpieza del mantillo, y cuando sea necesario, reducir la carga de combustible mediante tratamientos silvícolas que reduzcan la biomasa susceptible de arder y de posible foco de ignición, en torno a una distancia superior a 8 metros las vías como exige el INFOCA, ya que consideramos que es una distancia fácilmente salvable y que, por lo general, esta limpieza se limita a acumular lo retirado a unos metros más allá de lo exigido por este plan contra incendios forestales.
- El aprovechamiento de esta energía que genera el monte, en forma de mantillo, por parte de pequeñas plantas generadoras de energía con otros combustibles procedentes de actividades agrícolas, para abastecer a granjas cercanas al núcleo de El Pinar, al área recreativa de El Morcillo o al Aula de la Naturaleza, entre otras infraestructuras vinculadas al monte. Además de su uso tradicional para la ganadería y elaboración de estiércoles.
- Si es verdad que, durante las últimas décadas se ha visto reducido (casi hasta desaparecer) el consumo de los productos forestales gracias al gas butano y otros combustibles fósiles, además del aumento del nivel de vida, y sobre todo al proteccionismo (excesivo en ciertas ocasiones) de estos espacios durante las últimas décadas; lo que ha propiciado un aumento en la extensión del monte. Sin

embargo, hay que ser coherentes, es necesario plantear y abrir un debate sobre un uso sostenible de estos recursos mediante medidas como la certificación forestal; teniendo como resultado una doble función, evitar la acumulación excesiva de combustible en los montes de cara a la prevención de incendios y una garantía de la gestión forestal.

En definitiva, reducir en menor medida la dependencia externa de los productos forestales, y crear un mercado local que genere empleo y recursos económicos.

2. Recuperación de los terrenos agrícolas abandonados:

Algo basado en la lógica de que el abandono de cultivos es igual a mayor riesgo y vulnerabilidad, mientras que su recuperación contribuye a la disminución de las mismas.

$$\begin{aligned} \text{Abandono de cultivos} &= \begin{matrix} + > \text{ riesgo} \\ + > \text{ vulnerabilidad} \end{matrix} \\ \text{Recuperación de cultivos} &= \begin{matrix} - < \text{ riesgo} \\ - < \text{ vulnerabilidad} \end{matrix} \end{aligned}$$

En la actualidad, las zonas en las que la naturalización de la vegetación, originada por la expansión natural, como consecuencia del abandono rural, empiezan a ser importantes; pero presentan problemas de conservación como son los relacionados con la acumulación de combustibles muertos (necromasa) o la pérdida de paisajes, que implican entre otros, el aumento del riesgo de incendios y cierta pérdida de diversidad. Si a esto se le añade la progresiva urbanización e intensificación de buena parte del territorio sin ningún tipo de protección natural, se genera una polarización del territorio que genera una amenaza a la conservación de estos espacios al no existir una transición entre ellos.

La conservación y recuperación de los terrenos agrícolas se presta indispensable de cara al futuro. El mantenimiento de los cultivos actuales y la recuperación de las parcelas agrícolas con cultivos abandonados presentes, como higueras y almendros, por estar permanentes en el terreno, cobran máxima importancia para proteger los bienes naturales y patrimoniales relacionados con producción agrícola, algo muy presente y de gran valor en el municipio de El Pinar, para mantener el medio rural vivo y potenciar sus valores ambientales. De igual manera, esta recuperación de cultivos es clave para disminuir el riesgo de incendios.

Por todo esto, se hace viable la propuesta de creación de un banco de tierras que permita por un lado, dinamizar económicamente el espacio de la interfaz agrícola; evitando su naturalización y por lo tanto, la continuidad tanto vertical como horizontal del combustible, y por otro, ofrecer alternativas de empleo. Algo que se puede iniciar mediante un censo agrario preciso y actualizado a través de herramientas SIG como el SIGPAC o el Mapa de Cultivos de Canarias junto con un trabajo de campo. Esta recuperación de cultivos tendrá en cuenta la componente de la pendiente y los parámetros propuestos por el Inventario de Tecnologías de la Lucha contra la Desertización (Magrama.gob.es, 2008) en el que pendientes de 0 a 12 % donde existe una iniciación a la erosión, la práctica agrícola debe estar sujeta únicamente a buenas prácticas de cultivo y a la conservación de su productividad. A partir de 12 % hasta alcanzar la pendiente de arrastre total (dependiendo del tipo de suelo entre 18 y 24 %), los suelos siguen manteniendo su vocación agrícola pero necesitan de prácticas importantes de conservación de suelos, como las terrazas o bancales, para controlar en ellos la erosión hídrica, o como uso para pastizales. Zonas de mayor pendiente serán exclusivamente dedicadas a repoblaciones forestales.

3. Propuesta de repoblación dirigida.

Enfocada a la recuperación de las porciones del territorio más degradadas por la tala, incendios o por la actividad agrícola y ganadera sobre el medio natural en el pasado y que por la protección jurídica actual no se permite su uso agrícola. Estas repoblaciones están dirigidas disminuir la fragmentación y aislamiento que generan las perturbaciones artificiales como las infraestructuras, mejorando el hábitat que circunda al monte mediante la creación de corredores y favorecer el papel regulador del ciclo hidrológico y captador de recursos hídricos y a su vez, como freno a la erosión y la desertificación en zonas de pendiente elevada donde no sea posible el aprovechamiento agrícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Padrón, V. (2006). *El Hierro y sus pueblos*. J. F. Delgado Gómez (ed.): Santa Cruz de Tenerife.
- Ahern, F. J., Goldammer, J. G. & Justice, C. O. (Eds.) (2001). *Global and Regional Vegetation Fire Monitoring from Space: Planning a coordinated international effort*. The Hague, The Netherlands: SPB Academic Publishing.
- Arozena, M. E. y Panareda, J. M. (2014). Factores actuales de la dinámica de la laurisilva canaria. En J. C. Santamarta Cerezal (Ed.), *Investigación, gestión y técnica forestal, en la región de la Macaronesia* (pp. 61-177). Tenerife: Universidad de La Laguna y Colegio de Ingenieros de Montes.
- Ayala-Carcedo F. J. y Olcina J. (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ariel Ciencia.
- Bertin, Jacques (1987). *La gráfica y el tratamiento gráfico de la información; introducción y versión castellana de Antonio Muñoz Carrión*. Madrid: Taurus
- Bolòs de, M. (Dir.) (1992): *Manual de Ciencia del paisaje. Teoría, métodos y aplicaciones*. Barcelona: Masson.
- Burton, I. & Kates, R. W. (1964). The Perception of Natural Hazards in Resource Management. *Natural Resources Journal*, Vol. III, (No. 3), pp. 412-441.
- Caballero, D. & Beltrán, I. (2004). "Concepts and ideas of assessing settlement fire vulnerability in the W-UI zone". In G. Xanthopoulos (Ed.). *Proceedings of the International Workshop Forest Fires in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe*. Athens, Greece: 15-16 May, 2003.
- Chuvienco, E. (2005). Modelización del riesgo de incendios forestales: un ejemplo de integración de datos y técnicas. En C. Conesa (Ed.), *Tecnologías de la Información Geográfica: Territorio y Medio Ambiente* (pp. 69-86). Murcia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia.
- Comité de Lucha contra Incendios Forestales -CLIF- (1997). *Libro Rojo de la Prevención*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- Del Arco, M., Pérez, L. y Wildpret, W. (1981): Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de El Hierro (Islas Canarias). *Lagascalia* 10: 25-57
- Dorta, P., Marzol, M^a. V. y Sánchez, J. L. (1991). Los incendios en el Archipiélago

Canario y su relación con la situación atmosférica. Causas y efectos. *Actas del XII Congreso Nacional de Geografía*. A.G.E. Valencia (pp. 151-158).

Duarte, C. M (coord.) et al. (2006). *Cambio Global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema*. Colección Divulgación. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Fernández-Palacios, J. M. y Santos A. (1996). *Ecología de las Islas Canarias. Muestreo y análisis de poblaciones y comunidades*. Sociedad La Cosmológica: Santa Cruz de La Palma.

Fernández-Pello, L. (1989). *Los paisajes naturales de la isla de El Hierro*. Excmo. Cabildo Insular de El Hierro y Centro de la Cultura Popular Canaria.

Greenpeace España (2009). *El Futuro en Llamas. Cambio climático y evolución de los incendios forestales en España*. Greenpeace España.

Hernández Quintero, A. (2013). *Los hijos de la tea: notas históricas y anecdóticas de El Pinar*. Santa Cruz de Tenerife: Thesaurus.

Justice, C. O. & Korontzi, S. (2001). A Review of the status of satellite fire monitoring and the requirements for global environmental change research. In Ahern, F.J. Goldammer G. Justice, C.O. (Eds) *Global and regional vegetation fire monitoring from space: planning a coordinated international effort*. The Hague, The Netherlands: SPB Academic Publishing.

Quirantes, F., Núñez, J. R., García, D. A., Viña, A. (2011). *Los montes de Tenerife a través de su historia*. La Laguna: Servicio de Publicaciones, Universidad de La Laguna.

Monedero, A. M., Noriega, M. A. y García, M. (2010). *Catálogos de montes de utilidad pública de Canarias*. Gobierno de Canarias: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.

Moreno, J. M. (1989). Los ecosistemas terrestres mediterráneos y el fuego. *Política Científica* 18: 46-50.

Moreno, J. M., Vázquez A., Pérez B., Faraco, A. M., Fernández-González, F., Quintana, J. R., Cruz, A. (1996). Los incendios forestales en España y su impacto sobre los ecosistemas: lecciones del estudio de los montes de Gredos. En J. Loidi (Ed.). *Avances en Fitosociología*. Asociación Española de Fitosociología (AEFA). Servicio Editorial de

la Universidad del País Vasco.

Spyratos, V., Bourgeron, P.S., Ghil, M. (2007). "Development at the wildland–urban interface and the mitigation of forest-fire risk". *PNAS (104)*: 36. (pp. 14272-14276).

Trapero, Maximiano (1999): *Pervivencia de la lengua guanche en el habla común de El Hierro: léxico común y pastoril, de la flora y de la fauna y de la toponimia* (Estudios prehispanicos; 8ª ed.). Islas Canarias: Viceconsejería de Cultura y Deportes, Dirección General de Patrimonio Histórico.

Vélez, R. (1996). Las quemas incontroladas como causa de incendios forestales. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 9: 13-26. I Reunión Grupo de Incendios Forestales. Madrid.

Vélez, R. (2000). *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España S.A.U.

Vince, S.W., Duryea, M.L., Macie, E.A. & Hermansen, A. (eds.) (2005). *Forests at the wildland-urban interface: conservation and management*. Florida, Boca Raton: CRC Press.

Otras fuentes:

FAO.org. Marco Estratégico para los bosques Mediterráneos. Recuperado el 29 de mayo de 2015 de: <http://www.fao.org/forestry/40306-0fe71f7b21162586c73eaf349ecdc61a5.pdf>

Magrama.gob.es. Estadísticas de Incendios Forestales. Recuperado el 28 de junio de 2015 de: http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/Incendios_default.aspx

Magrama.gob.es. Inventario de Tecnologías de la Lucha contra la Desertización. Recuperado el 19 de mayo de 2015 de: http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/desertificacion-restauracion-forestal/lucha-contra-la-desertificacion/lch_inventario_tec.aspx

ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1. MAPA DE PROBLEMAS	15
ILUSTRACIÓN 2. TRATAMIENTO DE LAS CURVAS DE NIVEL	18
ILUSTRACIÓN 3. SÍNTESIS DE LA LITOLOGÍA	21
ILUSTRACIÓN 4. TRATAMIENTO DEL MAPA GEOMORFOLÓGICO	21
ILUSTRACIÓN 5. SÍNTESIS DE LA VEGETACIÓN	22
ILUSTRACIÓN 6. TRATAMIENTO DE LA VEGETACIÓN.....	22
ILUSTRACIÓN 7. SÍNTESIS ORIGINAL DE CULTIVOS.....	24
ILUSTRACIÓN 8. AGRUPACIÓN DE CULTIVOS EN BASE A SU ESTADO	24
ILUSTRACIÓN 9. ESPACIOS CON UN MAYOR RIESGO DE PROPAGACIÓN	41

ÍNDICE DE CUADROS

TABLA 1. VALOR MEDIO DEL MANTILLO	23
TABLA 2. RELACIÓN VIARIO-RIESGO (RI)	27
TABLA 3. RELACIÓN BIDIRECCIONAL DE LA PROPAGACIÓN.....	29
TABLA 4. RELACIÓN IGNICIÓN/PROPAGACIÓN	30
TABLA 5. MEDICIÓN DE LA VEGETACIÓN	34
TABLA 6. VALORES DEL MANTILLO (T)	35
TABLA 7. ESTADÍSTICA DE LOS CULTIVOS.....	36
TABLA 8. ESTADÍSTICA DE LOS CULTIVOS (SEGÚN CRITERIO DEL ABANDONO)	37
TABLA 9. MEDICIÓN DEL RP	41
TABLA 10. REL. RI/RP EN ASFALTADO	42
TABLA 11. REL. RI/RP EN NO ASFALTADO TRANSITABLES MECÁNICAMENTE.....	42
TABLA 12. REL. RI/RP EN NO ASFALTADO NO TRANSITABLE MECÁNICAMENTE	42