



# **EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LAS ENTIDADES POBLACIONALES LOCALIZADAS EN LAS MEDIANÍAS DEL MUNICIPIO DE GÁLDAR AL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES**

---

**Trabajo Fin de Titulación del Experto en  
Reducción del Riesgo de Desastres,  
Resiliencia y Cambio Climático**

---

**Autor:** *Aday Miguel González García*

**Tutor:** *José Ángel Rodríguez Báez*

**Fecha:** *Abril 2020*

**RESUMEN:**

*En el transcurso de la historia los incendios forestales siempre han estado presentes en el archipiélago canario, dada sus características geográficas y climáticas, su vegetación y su propia naturaleza volcánica. Sin embargo, ha sido con la irrupción de los grandes incendios forestales, los cuales se han visto agravados por los efectos del Cambio Climático y la propia actividad humana, cuando estos se han convertido en un problema al que hay que poner remedio. Así pues, se justifica la necesidad de ir más allá de la extinción del incendio y de anticiparse a los mismos, es decir, de contemplar la realización de análisis a los riesgos producidos por este tipo de amenazas, que sirvan para garantizar la seguridad, tanto de las personas, como de los bienes y del medio ambiente.*

*Por lo tanto, dado que para garantizar la mencionada seguridad, es necesario una reducción del riesgo de desastres eficaz, que contemple la interacción entre riesgos, exposición y vulnerabilidad, en el presente trabajo se procederá a evaluar la vulnerabilidad de diferentes áreas de estudio al riesgo de incendios forestales. Para ello, se procederá a desarrollar una metodología que se adapte, en la medida de lo posible, a las características de las áreas de estudio y a las particularidades de este tipo de amenazas que cada año se dan en el Archipiélago Canario en general, y en la isla de Gran Canaria en particular.*

**Palabras clave:** *Riesgo de incendios forestales, vulnerabilidad, Gran Canaria, Gáldar.*

**ABSTRACT:**

*Historically, forest fires have always been present in the Canary archipelago, given its geographical and climatic characteristics, its vegetation and its own volcanic nature. However, it has been with the irruption of the great forest fires, which have been aggravated by the effects of Climate Change and human activity itself, when these have become a problem that must be remedied. Thus, the need to go further of the extinction of the fire and to anticipate them is justified, that is, to contemplate the analysis of the risks produced by this type of threat, which serve to guarantee safety, both of people, such as goods and the environment.*

*Therefore, since in order to guarantee the security, effective disaster risk reduction is necessary, which contemplates the interaction between risks, exposure and vulnerability, in this case we will proceed to assess the vulnerability of different areas of study to the risk of forest fires. To make this possible, we will proceed to develop a methodology that adapts as far as possible to the characteristics of the study areas and the particularities of this type of threat which occurs every year in the Canary Islands, and in this particular case in Gran Canaria island.*

**Keywords:** *Forest fire risk, vulnerability, Gran Canaria, Gáldar.*

---

**ÍNDICE:**

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
1.1 Los incendios forestales.....	5
1.2 Los incendios forestales en Gran Canaria. ....	5
1.3 El concepto de vulnerabilidad y la necesidad de su evaluación. ....	6
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>3. ÁREAS DE ESTUDIO, FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
3.1 Áreas de estudio.....	8
3.2 Fuentes de datos.....	9
3.2.1 Datos estadísticos.....	9
3.2.2 Datos en formato ráster. ....	9
3.2.3 Datos en formato vectorial.....	9
3.2.4 Datos alojados en Servicios Web de Mapas (WMS).....	11
3.3 Metodología.....	11
3.3.1 Índice poblacional.....	12
3.3.2 Índice de explotaciones ganaderas.....	13
3.3.3 Índice de infraestructuras. ....	13
3.3.4 Índice de singularidad ambiental. ....	14
3.3.5 Índice de singularidad patrimonial.....	15
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.....</b>	<b>18</b>
5.1 Conclusiones.....	18
5.2 Futuras líneas de trabajo.....	18
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>19</b>
6.1 Libros, artículos de revista electrónica, comunicaciones en congreso y otros. ....	19
6.2 Legislación.....	20
<b>7. ANEXO 1: MAPAS.....</b>	<b>21</b>
<b>8. ANEXO 2: DATOS DEL ÚLTIMO GRAN INCENDIO FORESTAL.....</b>	<b>28</b>

---

### Índice de tablas:

<b>Tabla 1:</b> Estadística general de los incendios forestales en Gran Canaria .....	5
<b>Tabla 2:</b> Clasificación de los vulnerabilidad .....	12
<b>Tabla 3:</b> Variables, categorías y valores del índice poblacional .....	12
<b>Tabla 4:</b> Categorías y valores de la variable de población por grupos de edad .....	13
<b>Tabla 5:</b> Categorías y valores de la variable de población por grupos de edad .....	13
<b>Tabla 6:</b> Variables, categorías y valores del índice de infraestructuras .....	14
<b>Tabla 7:</b> Variables, categorías y valores del índice de singularidad ambiental .....	15
<b>Tabla 8:</b> Variables, categorías y valores del índice de singularidad patrimonial .....	16
<b>Tabla 9:</b> Resultados .....	16

### Índice de figuras:

<b>Figura 1:</b> Situación y emplazamiento de las áreas de estudio.....	8
<b>Figura 2:</b> Vulnerabilidad de las entidades poblacionales analizadas al riesgo de incendios forestales.....	17

*\* Todas las tablas y figuras expuestas en el presente Trabajo Fin de Título han sido realizadas por el propio autor.*

*\* La imagen de la portada fue realizada en la entidad de población de Juncalillo, más concretamente, en el núcleo de Barranco Hondo de Abajo. Fecha: Agosto de 2019. Autor: Ayuntamiento de Gáldar.*

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Los incendios forestales.

Los incendios forestales son un importante factor de transformación ambiental para una amplia variedad de ecosistemas mundiales (FAO, 2007). Sus principales efectos negativos tienen tanto escala global, ya que por ejemplo inciden en el equilibrio mundial de gases de efecto invernadero (Chuvienco, 2010), como escala regional, puesto que afectan a la degradación de suelos, la pérdida de biodiversidad y daños a personas e infraestructuras (Omi, 2005).

Aunque los incendios forestales han sido bastante frecuentes a lo largo de la historia, los cambios recientes en el uso tradicional del territorio, han implicado un incremento de los efectos negativos del fuego, tanto en lo referido a la pérdida de vidas humanas, como al daño medioambiental que traen consigo, ya que éstos tienden a ser más severos y recurrentes que en condiciones naturales.

No obstante, antes de pasar a explicar la situación de los incendios forestales en Gran Canaria, es necesario responder a una cuestión. ¿Qué se entiende por incendio forestal? Según la Ley 43/2003 de Montes, *“un incendio forestal es aquel fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte, entendiéndose que para que un fuego sea considerado incendio forestal, debe afectar necesariamente a terreno forestal tal y como éste queda definido en el artículo 5 de la citada ley y dañar un determinado número de hectáreas como mínimo:*

*Artículo 5: A los efectos de esta Ley, se entiende por monte todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productivas, culturales, paisajísticas o recreativas”*

*“Variables de clasificación: Los incendios forestales, que reciben la denominación general de siniestros, se clasifican según la superficie afectada en:*

- *Conatos, cuando afectan a superficies <1 ha.*
- *Incendios, cuando afectan a superficies =>1 ha. En este grupo se incluyen los grandes incendios forestales (en adelante, GIF) cuando afectan a superficies => 500 ha.”*

### 1.2 Los incendios forestales en Gran Canaria.

Dada sus características geográficas y climáticas, su vegetación y su naturaleza volcánica, las Islas Canarias en general y Gran Canaria, en particular, siempre han sido un *“territorio de fuego”* (Izquierdo *et al.*, 2013). Sin embargo, ha sido con la irrupción de los GIF, cuando estos se han convertido en un problema y han adquirido connotaciones negativas.

**Tabla 1:** Estadística general de los incendios forestales en Gran Canaria (Fuente: *Instituto Canario de Estadística y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Elaboración propia*).

Años	Nº Conatos	Nº Incendios	Nº GIF	Superficie forestal afectada por los GIF (ha.)	Total Superficie forestal afectada (ha.)
2000	18	17	0	0	426,66
2001	17	12	0	0	112,11

Años	Nº Conatos	Nº Incendios	Nº GIF	Superficie forestal afectada por los GIF (ha.)	Total Superficie forestal afectada (ha.)
2002	31	4	0	0	28,88
2003	35	9	0	0	50,12
2004	43	22	0	0	226,19
2005	55	6	0	0	210,40
2006	52	17	0	0	84,66
<b>2007</b>	<b>49</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>18.672,90</b>	<b>18.701,10</b>
2008	49	2	0	0	9,58
2009	53	9	0	0	28,06
2010	56	4	0	0	80,24
2011	40	5	0	0	15,21
2012	48	3	0	0	25,07
2013	51	11	0	0	199,74
2014	22	3	0	0	13,20
2015	44	9	0	0	75,42
2016	49	5	0	0	19,20
<b>2017</b>	<b>39</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1.937</b>	<b>1.947,67</b>
2018	17	1	0	0	13,71
<b>2019</b>	<b>23</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>9.636,4</b>	<b>9.851,10</b>

Analizando los datos sobre el número de incendios y superficie forestal afectada para el periodo de tiempo comprendido entre los años 2000-2019, se obtiene la clave de lo que está pasando en Gran Canaria. Sólo 4 grandes incendios (el 2,48% de los incendios que se han producido) han quemado el 94,17% de la superficie forestal afectada; es decir, 30.246,3 ha. de las 32.118,32 que ardieron en total.

### 1.3 El concepto de vulnerabilidad y la necesidad de su evaluación.

El uso del término vulnerabilidad ha crecido en los últimos años a consecuencia de la necesidad que existe de comprender los estados de exposición y sensibilidad de un territorio ante determinadas amenazas.

La vulnerabilidad puede analizarse desde diversos enfoques según los objetivos y el territorio de estudio. Por ejemplo, se puede hablar de vulnerabilidad institucional o de vulnerabilidad de la población, así como de la forma como los diferentes actores de una localidad o entidad poblacional, entienden o perciben el riesgo.

Así pues, a pesar de que en el contexto del riesgo de desastres, existen múltiples definiciones de vulnerabilidad, a continuación se expondrán dos ejemplos que aunque son muy similares, ayudarán a entender en muy pocas palabras, lo que significa este concepto.

La primera de ellas, la recogida en el glosario de términos publicado en 2009 por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), la define de la siguiente manera:

*“Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza”.*

Y la segunda es la determinada por el marco normativo de referencia, el Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz Básica de planificación de protección civil de emergencia por incendios forestales:

*“Grado de pérdidas o daños que pueden sufrir, ante un incendio forestal, la población, los bienes y el medio ambiente”.*

En otras palabras, la vulnerabilidad no deja de ser un término que se utiliza para indicar el grado en que una sociedad está expuesta o protegida del impacto de cualquier tipo de amenaza, ya sea natural o antrópica.

En cuanto a la evaluación de la vulnerabilidad y a la necesidad de realizarla, se considera conveniente para justificar la misma, lo recogido en el ya mencionado Real Decreto 893/2013. A saber:

*“Las consecuencias de los incendios forestales serán objeto de un análisis cuantitativo en función de los elementos vulnerables expuestos al fenómeno de incendios forestales: personas, bienes y Medio Ambiente”.*

## **2. OBJETIVOS.**

El principal objetivo de este Trabajo Fin de Título (en adelante, TFT) es el de evaluar la vulnerabilidad de las entidades poblacionales localizadas en las medianías del municipio de Gáldar al riesgo de incendios forestales.

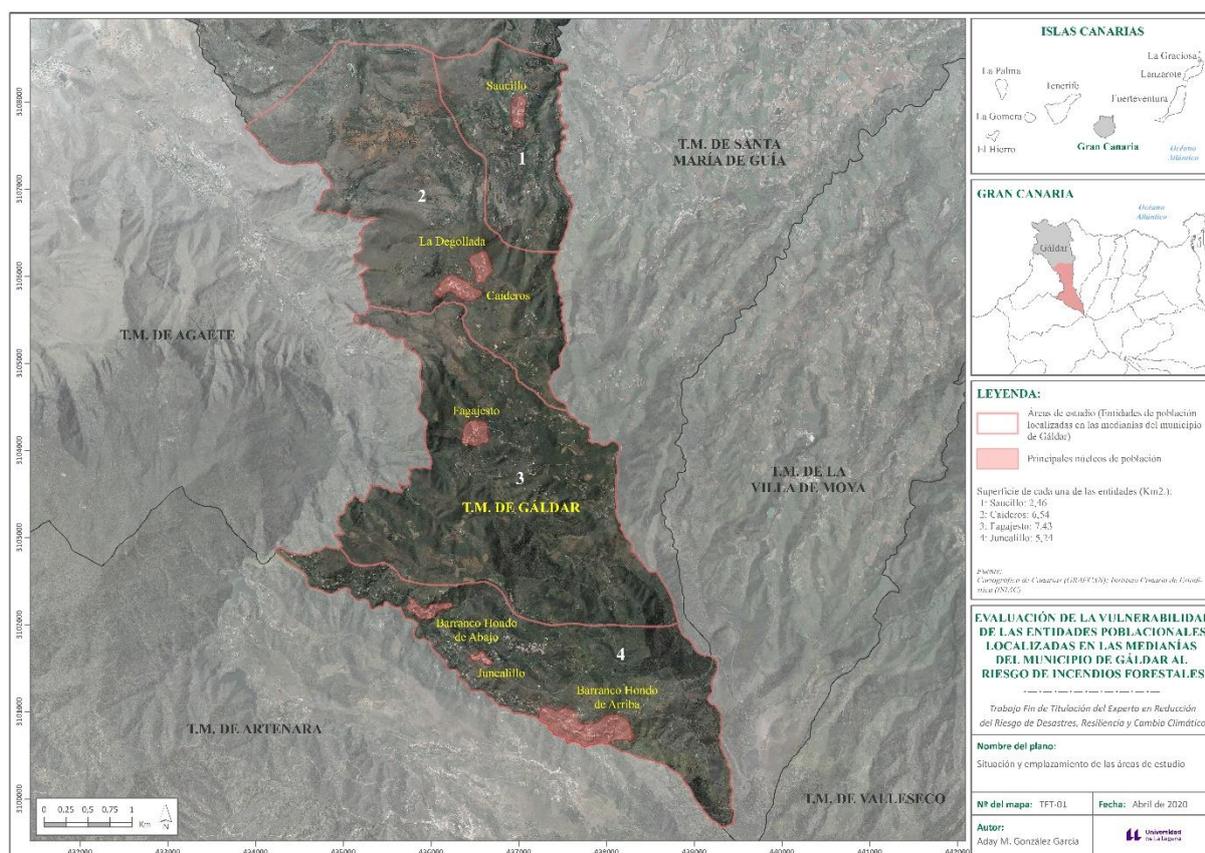
Para ello, con el fin de lograr este objetivo principal, se han establecido una serie de objetivos más específicos. A saber:

- Desarrollar una metodología de evaluación de la vulnerabilidad al riesgo de incendios forestales que se adapte, en la medida de lo posible, a las características de las áreas de estudio y a las particularidades de este tipo de amenazas.
- Identificar, inventariar y clasificar en una serie de índices, los elementos vulnerables de cada una de las entidades de población analizadas.
- Asignar un determinado valor a cada uno de los índices establecidos conforme a las prioridades recogidas en la Directriz Básica, es decir, conforme a una escala donde la población se encuentra en primer lugar y, posteriormente, aparecen aquellos referidos al sector ganadero, a las infraestructuras y a cuestiones ambientales y patrimoniales.
- Generar un mapa de vulnerabilidad de las entidades poblacionales analizadas, para su aplicación, tanto en la redacción de planes de emergencia/autoprotección y de ordenación territorial y urbanística, como a la hora de establecer aquellas medidas encaminadas a reducir dicha vulnerabilidad, o lo que es lo mismo, el riesgo de desastres (medidas proactivas, reactivas y correctivas).

### 3. ÁREAS DE ESTUDIO, FUENTES DE DATOS Y METODOLOGÍA.

#### 3.1 Áreas de estudio.

Las áreas de estudio, las cuales se corresponden con las entidades de población establecidas por el Instituto Canario de Estadística (en adelante, ISTAC) y que han sido seleccionadas debido a que se ubican dentro de las zonas delimitadas como ZARIs<sup>1</sup> (dentro de la 6, 7 y 8) y a que durante el último gran incendio forestal<sup>2</sup> fueron las zonas más afectadas del municipio, se localizan al noroeste de la isla de Gran Canaria, más concretamente, al sur del municipio de Gáldar, en la franja latitudinal de medianías.



**Figura 1:** Situación y emplazamiento de las áreas de estudio (Fuente: *Elaboración propia*).

La número 1, llamada Saucillo, es la entidad cuyo principal núcleo de población es el también denominado como Saucillo. Tiene una superficie de 2,46 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 761,75

<sup>1</sup> ZARI: Zonas de Alto Riesgo de Incendios Forestales. Áreas en las que la frecuencia o virulencia de los incendios forestales, y la importancia de los valores amenazados, hagan necesarias medidas especiales de protección contra los incendios. La número 6 se corresponde con los Pinares de Tamadaba y Tirma, la 7 con los Pinares de Los Moriscos y la 8, con la interfaz urbano – forestal de medianías del noreste.

<sup>2</sup> El último gran incendio forestal al que se hace referencia es el acontecido en agosto de 2019 (IFValleseco). Para conocer un poco mejor, el perímetro afectado y la severidad del mismo, véase el anexo 3.

m.s.n.m. (altitud mínima: 565 m.s.n.m.; altitud máxima: 761,75 m.s.n.m.) y las coordenadas UTM de su centroide son: X: 436933,23; Y: 3107577,29.

La 2, la denominada como entidad de Caideros, es en la que ubican los núcleos de población de Caideros y de La Degollada (este núcleo también es conocido con el nombre de Mama Felipa). Tiene una superficie de 6,54 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 767,12 m.s.n.m. (altitud mínima: 327 m.s.n.m.; altitud máxima: 1.152 m.s.n.m.) y las coordenadas UTM de su centroide son: X: 435856,13; Y: 3106848,02.

La número 3, llamada Fagajesto, es la que alberga el pequeño núcleo de población de Fagajesto. Tiene una superficie de 7,43 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 1.071,92 m.s.n.m. (altitud mínima: 512 m.s.n.m.; altitud máxima: 1.380 m.s.n.m.) y las coordenadas UTM de su centroide son: X: 436818,99; Y: 3103511,55.

Y la número 4, la de Juncalillo, es en la que se localizan, entre otros, los núcleos de población de Barranco Hondo de Abajo, de Juncalillo y de Barranco Hondo de Arriba (este último, también es conocido como El Tablado). Tiene una superficie de 5,24 Km<sup>2</sup>, una altitud media de 1.261,32 m.s.n.m. (altitud mínima: 794 m.s.n.m.; altitud máxima: 1.701 m.s.n.m.) y las coordenadas UTM de su centroide son: X: 437488,79; Y: 3101474,32.

## 3.2 Fuentes de datos.

### 3.2.1 Datos estadísticos.

Los datos estadísticos que han sido utilizados a la hora de calcular el índice poblacional, es decir, los referidos a la población total, a la población por grupos de edad y a los de la población extranjera, se han extraído del ISTAC, más concretamente, de la explotación estadística del Padrón Municipal a nivel de entidades singulares y núcleos o diseminados de Canarias, que ofrece el mencionado instituto, para el año 2019, en su página web.

### 3.2.2 Datos en formato ráster.

Referente a los datos en formato ráster, se debe indicar que tanto para la obtención de las altitudes de cada una de las entidades (medias, máximas y mínimas), como para darle a cada uno de los mapas realizados, sensación de relieve (modelo de sombras), se ha utilizado un modelo digital del terreno (MDT) con paso de malla de 25 metros, perteneciente al Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana del Gobierno de España.

### 3.2.3 Datos en formato vectorial.

En cuanto a los datos en formato vectorial, mencionar que la mayor parte de las capas (archivos Shapefile, SHP) han sido extraídas del Portal de Datos Abiertos del Gobierno de Canarias (SITCAN), del portal habilitado para la descarga de archivos correspondientes a la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales de Canarias (EIEL) y del Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España.

No obstante, se debe señalar que para la obtención de aquella información territorial que no estaba disponible en mencionados portales de datos abiertos, también se utilizaron los Servicios Web de Mapas (WMS)<sup>3</sup>, que ofrecen, tanto la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECanarias), como la de Gran Canaria (IDEGranCanaria).

A continuación, para un mayor entendimiento, se muestran todos los datos en formato vectorial que se utilizaron a lo largo del desarrollo del trabajo, junto al nombre de la fuente de donde se extrajeron. Cabe indicar, que en este subgrupo se han mencionado los WMS, porque se utilizaron para crear, a partir de ellos, archivos shapefiles, razón por la cual, no se han tenido en cuenta en el siguiente subgrupo 3.2.4.

- Shapefile de los municipios: SITCAN.
- Shapefile de las entidades poblacionales: SITCAN + ISTAC.
- Shapefile de los núcleos de población: SITCAN + ISTAC.
- Explotaciones ganaderas: Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDECanarias. URL: [https://idecan2.grafcan.es/ServiciosWMS/Exp\\_Ganaderas?](https://idecan2.grafcan.es/ServiciosWMS/Exp_Ganaderas?)
- Viario (Principal vía de comunicación): EIEL de 2016.
- Red de Senderos de Gran Canaria: Capa cedida por el Cabildo de Gran Canaria.
- Principales líneas eléctricas: Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN). Información extraída del mapa topográfico integrado.
- Localización de la base de Medio Ambiente de Artenara: EIEL de 2016.
- Localización del Centro de salud de Gáldar: EIEL de 2016.
- Localización de Escuelas infantiles (Guarderías), Centros de Educación Infantil y Primaria (CEIP) y de Institutos de Educación Secundaria (IES): EIEL + Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- Localización de las Residencias de la 3ª Edad y de los Centros de día de Mayores: EIEL de 2016.
- Localización de Industrias Peligrosas: Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDECanarias. URL: <https://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Callejero?>
- Localización de los establecimientos turísticos: Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDEGranCanaria: URL: [https://ide2.idegrancanaria.es/wms/EST\\_TUR?](https://ide2.idegrancanaria.es/wms/EST_TUR?)
- Localización de las áreas recreativas y las zonas de acampada: Capa cedida por el Cabildo de Gran Canaria.
- Reserva de la Biosfera de Gran Canaria: Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España.
- Red Natura 2000: Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España.

---

<sup>3</sup> Mediante el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), una vez que se visualizan mencionados WMS, se digitaliza la información necesaria y se obtiene un nuevo SHP.

---

- Hábitats Naturales de Interés Comunitario: Banco de Datos de la Naturaleza del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España.
- Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos: SITCAN.
- Celdas de 500 x 500 metros de Especies Protegidas: SITCAN + Banco del Inventario Natural de Canarias (BIOCAN).
- Patrimonio Mundial (Localización de Risco Caído y las Montañas Sagradas de Gran Canaria): Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDEGranCanaria. URL: [https://ide2.idegrancanaria.es/wms/PC\\_RISCO\\_CAIDO?](https://ide2.idegrancanaria.es/wms/PC_RISCO_CAIDO?)
- Bienes de Interés Cultural (BIC): Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDEGranCanaria. URL: <https://ide2.idegrancanaria.es/wms/BIC?>
- Patrimonio arqueológico: Capa cedida por el Cabildo de Gran Canaria.
- Bienes de Interés Etnográfico: Capa creada a partir del servicio WMS que ofrece la IDEGranCanaria. URL: <https://ide2.idegrancanaria.es/wms/ETNOGR?>

### 3.2.4 Datos alojados en Servicios Web de Mapas (WMS).

En el presente trabajo, además de los WMS nombrados en el anterior subapartado, los cuales se utilizaron para la generación de capas de información en formato vectorial, el WMS que se ha utilizado directamente y que puede ser observado en cada uno de los mapas generados, es el que corresponde a la Ortofoto de Gran Canaria (los vuelos para su creación se realizaron en el periodo comprendido entre el 15/04/2019 y el 13/10/2019), cuyo nombre es “OrtoExpress” y cuya URL (<https://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/OrtoExpress?>), necesaria para poder comenzar a utilizar este servicio, se localiza en la IDECanarias.

## 3.3 Metodología.

A pesar de que dentro de los procesos de evaluación del riesgo, existen múltiples metodologías para evaluar la vulnerabilidad, en el presente estudio se ha llevado a cabo una que además de englobar diferentes propuestas metodológicas de otros autores (Díaz Pacheco *et al.*, 2019; Font *et al.*, 2016; GRAFCAN, 2014; Aragoneses y Rábade, 2004), y adaptarse a la escala local y a las propias características intrínsecas de las áreas de estudio, también se enriquece con la experiencia adquirida por parte del redactor del presente TFT durante el último gran incendio forestal (el ya mencionado IFValleseco).

Por lo tanto, la metodología que en el presente trabajo se desarrolla, es un tipo de metodología cuantitativa en la que a partir del cálculo de diferentes índices, los cuales a su vez recogen múltiples variables, se establece una categoría de vulnerabilidad (véase la tabla 1), para cada una de las entidades poblacionales que han servido como áreas de estudio.

A continuación, se pasará a explicar los mencionados índices y las variables recogidas en cada uno de ellos. No obstante, para una mayor comprensión, antes de la explicación individualizada de cada índice, se expondrá la fórmula a llevar a cabo para la obtención de la vulnerabilidad, los valores máximos que cada uno de ellos puede alcanzar (los mismos han sido establecidos en base a las prioridades recogidas en la Directriz Básica) y las categorías establecidas, junto a los intervalos propuestos.

La fórmula desarrollada para el cálculo de la vulnerabilidad, es la siguiente: (En rojo, el valor máximo que cada índice puede alcanzar. Cabe indicar que no se trata de pesos ni porcentajes, sino simplemente, de que por ejemplo el índice poblacional, puede adquirir como máximo, un valor de 40).

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Índice poblacional (Valor máx.: 40)} + \text{Índice explotaciones ganaderas (Valor máx.: 20)} + \text{Índice infraestructuras (Valor máx.: 20)} + \text{Índice ambiental (Valor máx.: 10)} + \text{Índice patrimonial (Valor máx.: 10)}$$

En cuanto a las categorías y los intervalos establecidos, los que se proponen son:

**Tabla 2:** Clasificación de los vulnerabilidad (Fuente: *Elaboración propia*).

Clasificación de la Vulnerabilidad	
Categorías	Valores
Muy baja	De 0 a 20
Baja	De 21 a 40
Media	De 41 a 60
Alta	De 61 a 80
Muy alta	De 81 a 100

### 3.3.1 Índice poblacional.

En el índice poblacional, dónde el valor máximo es de 40 (el valor más alto de todos los establecidos, debido a que en él se recoge la vida y la seguridad de las personas), se han determinado las variables que se exponen en la siguiente tabla. Cabe indicar que cada variable, a su vez, tendrá un valor máximo asignado, que si se dan las condiciones extremas y se suma el máximo en todos, el resultado nunca será superior a 40, que es límite asignado para este índice.

**Tabla 3:** Variables, categorías y valores del índice poblacional (Fuente: *Elaboración propia*).

ÍNDICE POBLACIONAL (Valor máximo: 40)	Variables	Categorías	Valores
	Densidad de población (Valor máx.: 25)	Menos de 250	6,25
		De 250 a 500	12,5
		Más de 500	25
	Población por grupos de edad (Valor máx.: 15)	Las categorías y valores de esta variable, se explican en la siguiente tabla	
Población extranjera (Valor máx.: 5)	Del 1 al 30%	2,5	
	Más del 30%	5	

**Tabla 4:** Categorías y valores de la variable de población por grupos de edad (Fuente: *Elaboración propia*).

Categorías y valores de la variable de población por grupos de edad				
Categorías y valores totales	Valores del 1 al 25% del total	Valores del 25 al 50% del total	Valores del 50 al 75% del total	Valores del 75 al 100% del total
De 0 a 14 años (5,5)	0,69	1,38	2,75	5,5
De 15 a 64 años (3)	3	1,5	0,75	0,38
Más de 64 años (6,5)	0,82	1,63	3,25	6,5

El porqué de la elección de estas variables, sus categorías y los valores asignados a cada una de ellas, responde como ya se comentó anteriormente y como pasará en los siguientes índices, a las diferentes metodologías consultadas, a la escala en la que se está trabajando, a las características intrínsecas de las áreas de estudio y a la propia experiencia adquirida por el autor del presente TFT en el último gran incendio forestal. Sin embargo, tal y como se aprecia, son categorías y valores totalmente coherentes, puesto que por ejemplo, a mayor densidad de población, más vulnerable es la entidad, o a mayor número de extranjeros, debido a las limitaciones que supone el idioma y a que tal vez, no están totalmente implicados en el día a día de la comunidad, o no se relacionan de igual forma, una posible evacuación ante un incendio forestal, generaría mayores problemas.

### 3.3.2 Índice de explotaciones ganaderas.

Para el cálculo de este índice, a diferencia de los otros, a causa de la falta de información y estudios al respecto (como por ejemplo uno, en el que se determinen los tiempos de evacuación en función del tipo de animal existente en cada explotación), sólo se ha tenido en cuenta la localización de las explotación ganaderas, y por consiguiente, el número de cabezas de ganado registrado en cada una de ellas. El valor máximo asignado ha sido de 20, debido a que se trata de la vida y de la seguridad de una gran cantidad de animales y de que en la mayoría de las ocasiones, el sector ganadero supone el principal sustento económico de las familias del entorno.

**Tabla 5:** Categorías y valores de la variable de población por grupos de edad (Fuente: *Elaboración propia*).

<b>ÍNDICE DE EXPLORACIONES GANADERAS (Valor máximo: 20)</b>	Variable	Categorías	Valores
	Número de cabezas de ganado (Valor máx.: 20)	De 0 a 250	2,5
		De 251 a 500	5
		De 501 a 750	10
		Más de 751	20

### 3.3.3 Índice de infraestructuras.

En cuanto al índice de infraestructuras, señalar que su valor máximo, al igual que para el de explotaciones ganaderas, es de 20, como consecuencia de que en él, se recogen múltiples variables que se relacionan con la cercanía de las entidades poblacionales a diversas infraestructuras o instalaciones de gran importancia ante siniestros de este tipo, con la existencia

o no de instituciones o centros en los que pueden estar en un determinado momento o de forma permanente, personas correspondientes a los grupos de edad más vulnerables, con la presencia de industrias peligrosas o de líneas eléctricas principales, o variables que tienen en cuenta el sector turístico, y el aumento de personas que lleva consigo la existencia o no de senderos, establecimientos turísticos o zonas de recreo o acampadas.

**Tabla 6:** Variables, categorías y valores del índice de infraestructuras (Fuente: *Elaboración propia*).

<b>ÍNDICE DE INFRAESTRUCTURAS (Valor máximo: 20)</b>	Variables	Categorías	Valores
	Distancia a la base de Medio Ambiente más cercana (Valor máx.: 6)	Menos de 10 Km	0,75
		De 10 a 20 Km	1,5
		De 20,1 a 30 Km	3
		Más de 30 Km	6
	Densidad al centro de salud más cercano (Valor máx.: 4)	Menos de 10 Km	0,5
		De 10 a 20 Km	1
		De 20,1 a 30 Km	2
		Más de 30 Km	4
	Existencia de centros educativos (Valor máx.: 2)	Escuela infantil	0,75
		CEIP	0,75
		IES	0,5
	Existencia de centros de mayores (Valor máx.: 2)	Residencia 3ª Edad	1,25
		Centro de día	0,75
	Existencia de industrias peligrosas (Valor máx.: 1,5)	Industrias peligrosas	1,5
	Kilómetros de líneas eléctricas principales (Valor máx.: 1,5)	De 0,1 a 2,5 Km	0,1875
		De 2,6 a 5 Km	0,375
		De 5,1 a 7,5 Km	0,75
		Más de 7,5 Km	1,5
	Kilómetros de la Red de Senderos de Gran Canaria (Valor máx.: 1)	De 0,1 de 2,5 Km	0,125
De 2,6 a 5 Km		0,25	
De 5,1 a 7,5 Km		0,5	
Más de 7,5 Km		1	
Número de establecimientos turísticos (Valor máx.: 1)	De 1 a 5	0,125	
	De 6 a 10	0,25	
	De 11 a 15	0,5	
	Más de 15	1	
Existencia de áreas recreativas y zonas de acampada (Valor máx.: 1)	Áreas recreativas y zonas de acampada	1	

### 3.3.4 Índice de singularidad ambiental.

Para el índice de singularidad ambiental, el valor máximo es de 10, y en él se recogen, como en su propio nombre se indica, aquellas figuras legales que otorgan al territorio un cierto grado de

protección o singularidad, es decir, que en este índice se valorará si las entidades poblacionales se localizan sobre la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria, sobre alguna figura de protección perteneciente a la Red Natura 2000, sobre algún Hábitat Natural de Interés Comunitario y sobre la propia Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos. Además, en base a las celdas de 500 x 500 metros del mapa de especies protegidas, también se ha tenido en cuenta si dentro de las áreas estudiadas, se han registrado/inventariado especies de flora y fauna con algún nivel de protección.

**Tabla 7:** Variables, categorías y valores del índice de singularidad ambiental (Fuente: *Elaboración propia*).

ÍNDICE DE SINGULARIDAD AMBIENTAL (Valor máximo: 10)	Variables	Categorías	Valores
	ÍNDICE DE SINGULARIDAD AMBIENTAL (Valor máximo: 10)	Reserva de la Biosfera de Gran Canaria (Valor máx.: 2)	Del 0,1 al 25%
Del 25 al 50%			0,5
Del 50 al 75%			1
Del 75 al 100%			2
Red Natura 2000 (Valor máx.: 2)		Del 0,1 al 25%	0,25
		Del 25 al 50%	0,5
		Del 50 al 75%	1
		Del 75 al 100%	2
Hábitats Naturales de Interés Comunitario (Valor máx.: 2)		Del 0,1 al 25%	0,25
		Del 25 al 50%	0,5
		Del 50 al 75%	1
		Del 75 al 100%	2
Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (Valor máx.: 2)	Del 0,1 al 25%	0,25	
	Del 25 al 50%	0,5	
	Del 50 al 75%	1	
	Del 75 al 100%	2	
Número de Especies Protegidas (Valor máx.: 2)	De 1 a 5 especies	0,25	
	De 6 a 10 especies	0,5	
	De 11 a 15 especies	1	
	Más de 15 especies	2	

### 3.3.5 Índice de singularidad patrimonial.

Y por último, referente al índice de singularidad patrimonial, se debe señalar que a efectos de valores máximos y a como se han tratado las variables analizadas, funciona igual que el de singularidad ambiental, puesto que además de tener un valor máximo de 10, lo que se pretende con él, es saber si las entidades de población se localizan o no, sobre el Paisaje Cultural de Risco Caído y las montañas sagradas de Gran Canaria o si dentro de ellas, se registra algún bien de interés patrimonial, ya sean culturales (BIC), arqueológicos o etnográficos.

**Tabla 8:** Variables, categorías y valores del índice de singularidad patrimonial (Fuente: *Elaboración propia*).

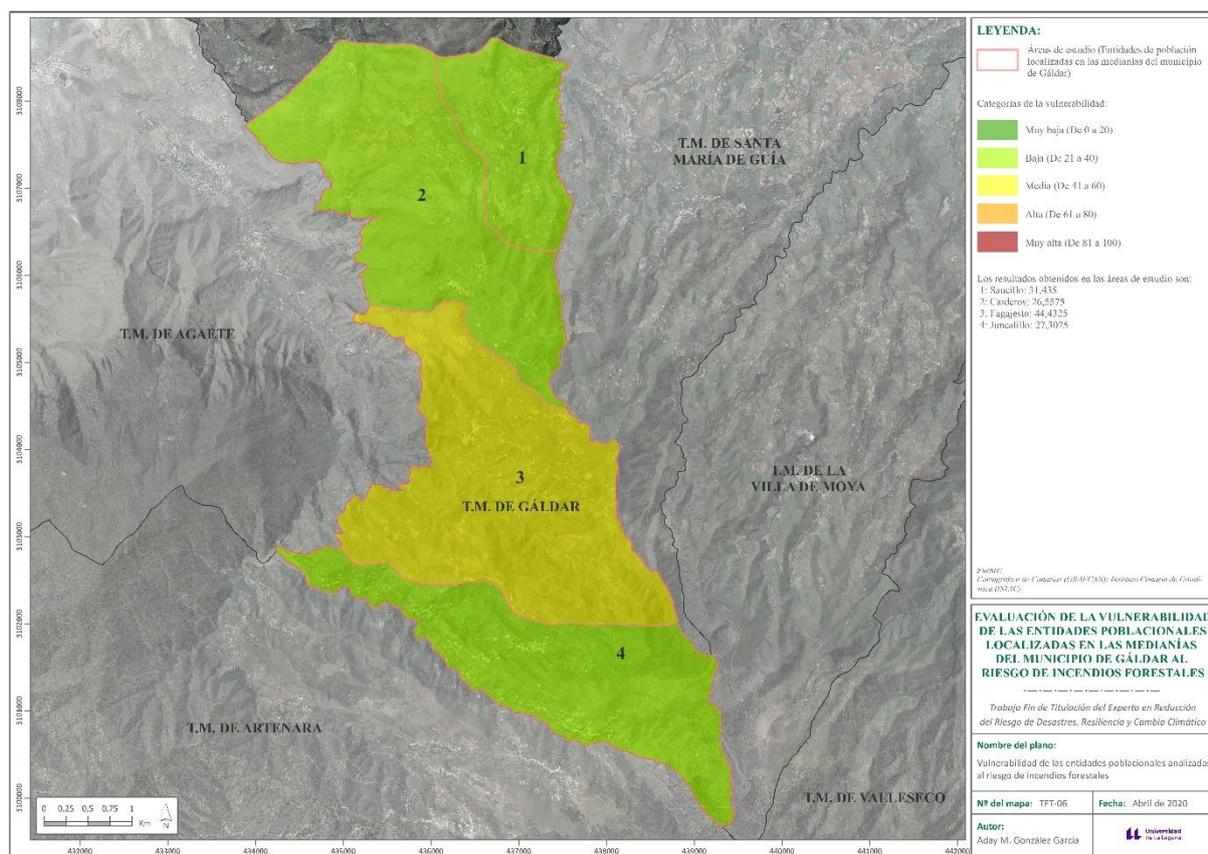
<b>ÍNDICE DE SINGULARIDAD PATRIMONIAL (Valor máximo: 10)</b>	Variables	Categorías	Valores
	Patrimonio Mundial (Valor máx.: 4)	Del 0,1 al 25%	0,25
		Del 25 al 50%	0,5
		Del 50 al 75%	1
		Del 75 al 100%	2
	Bienes de Interés Cultural (BIC) (Valor máx.: 3)	Del 0,1 al 25%	0,25
		Del 25 al 50%	0,5
		Del 50 al 75%	1
		Del 75 al 100%	2
	Patrimonio Arqueológico (Valor máx.: 1,5)	Del 0,1 al 25%	0,25
		Del 25 al 50%	0,5
		Del 50 al 75%	1
		Del 75 al 100%	2
	Número de Bienes de Interés Etnográfico (Valor máx.: 1,5)	De 1 a 20 especies	0,1875
		De 21 a 40 especies	0,375
		De 41 a 80 especies	0,75
		Más de 80 especies	1,5

#### 4. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos en el presente TFT no dejan de ser otros que los que a continuación se muestran, tanto en la tabla, en la que se recogen los valores obtenidos tras el cálculo de cada uno de los índices propuestos, como en el mapa, en el que tras un simple vistazo se observa a que categoría de las establecidas pertenece cada una de las entidades de población que han servido como áreas de estudio.

**Tabla 9:** Resultados (Fuente: *Elaboración propia*).

RESULTADOS (Valor máximo: 100)							
Entidades poblacionales	Índices					Total (Valor máximo: 100)	Categorías Vulnerabilidad
	Índice Poblacional (Valor máximo: 40)	Índice de Explotaciones Ganaderas (Valor máximo: 20)	Índice de Infraestructuras (Valor máximo: 20)	Índice de Singularidad Ambiental (Valor máximo: 10)	Índice de Singularidad Patrimonial (Valor máximo: 10)		
Saucillo	13,06	10	5,5	2,5	0,375	<b>31,435</b>	Baja
Caideros	13,87	5	4,875	2,25	0,5625	<b>26,5575</b>	Baja
Fagajesto	13,87	20	5,375	3	2,1875	<b>44,4325</b>	Media
Juncalillo	13,87	2,5	4,875	3	3,0625	<b>27,3075</b>	Baja



**Figura 2:** Vulnerabilidad de las entidades poblacionales analizadas al riesgo de incendios forestales (Fuente: *Elaboración propia*).

Tal y como se recogen en las figuras anteriores y a pesar de que si se realiza una visita de campo a cada una de las entidades, éstas pueden parecer similares en lo que a la vulnerabilidad al riesgo de incendio forestales se refiere, tras aplicar la metodología de evaluación que aquí se propone, se pueden observar dos cuestiones relativamente importantes. La primera de ellas, que ninguna de las entidades registra unos niveles altos o muy altos de vulnerabilidad y la segunda, que la entidad de Fagajesto, a diferencia de las otras y debido principalmente a la enorme cantidad de animales censados en las explotaciones ganaderas, que se localizan en ella, registra una vulnerabilidad un tanto superior a la siguiente que mayor vulnerabilidad muestra, que es la de Saucillo.

En esta segunda diferenciación que se comenta en el párrafo anterior, se nombra principalmente la variable del número de cabezas de ganado, porque en lo referente a las otras variables, los resultados obtenidos son muy similares.

## 5. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.

### 5.1 Conclusiones.

Los resultados que se han obtenido en este trabajo permiten reflejar, como conclusión principal, que la metodología desarrollada es capaz de establecer diferencias claras en los grados de vulnerabilidad de las entidades de población estudiadas.

Además, se puede determinar que si a los índices aquí calculados se le suman ciertas variables que no se han tenido en cuenta, por no contar con los datos y la información suficiente, los resultados que se obtendrían podrían llegar a ser de gran valor, a la hora de la toma de decisiones, tanto en los procesos de elaboración de planes de emergencia y autoprotección, como cuando el Cabildo Insular o el municipio al que pertenezcan las entidades estudiadas se encuentren inmersos en la redacción de los instrumentos de ordenación pertinentes.

### 5.2 Futuras líneas de trabajo.

Todo trabajo de investigación desarrollado con un mínimo de entusiasmo, contribuye a despejar algunas incógnitas en torno a la temática estudiada pero, de forma simultánea, genera nuevas preguntas, nuevas ideas y/o abre nuevas líneas de trabajo.

Por todo ello, en este apartado se citarán algunas líneas que pueden ser objeto de interés, atendiendo al estudio expuesto en el presente documento y continuando con la misma escala de trabajo, es decir, la local. A saber:

- Ampliar el área de estudio y aplicar la metodología que en el presente TFT se propone, a las entidades de población de medianías de otros municipios colindantes, con el objetivo de testear el método y así, en una segunda fase, tras tener un área de estudio mayor, comparar los resultados obtenidos con los recogidos en otros proyectos como por ejemplo, el de RIESGOMAP.
- Establecer una nueva delimitación de áreas de estudio, tipo unidades ambientales homogéneas, que consigan agrupar dentro de un mismo polígono, territorios que compartan unas características similares en lo que al medio abiótico, biótico y socioeconómico, se refiere.
- A partir de las nuevas áreas de estudio establecidas, realizar un análisis territorial pormenorizado con el objetivo de identificar, inventariar y clasificar cada uno de los elementos que puedan jugar un papel trascendental durante un incendio forestal y las relaciones existentes entre los mismos. Con esta línea, lo que se pretende es ampliar las variables que se utilizaron en el presente estudio, como por ejemplo, averiguar la localización de las viviendas (establecer la pendiente y la orientación del lugar donde se ubican, entre otras cuestiones), el número de personas que vive en cada una de ellas y sus edades o saber si las viviendas son primera o segunda residencia, conocer si las mismas cuentan o no con un seguro ante tales siniestros o si de encontrarse rodeadas de masa forestal, disponen o no del llamado perímetro de seguridad.
- Promover un proceso de participación ciudadana en el que se puedan encontrar en un mismo espacio de trabajo, tanto políticos y técnicos, como ciudadanos, y en el que además de concienciarlos/sensibilizarlos y formarlos en materia de incendios forestales,

se promuevan nuevas medidas preventivas (delimitar y priorizar las zonas de actuación, diseñar las rutas de escape, las zonas seguras o por ejemplo, los puntos de reunión), las cuales se traduzcan en la obtención de una mayor adaptación al riesgo de incendios forestales y por consiguiente, en un aumento de la resiliencia de la totalidad del área de estudio en general y de cada uno de los habitantes, en particular.

- Y una vez ejecutados todos los pasos anteriores, realizar una evaluación del riesgo a incendios forestales integral. En otras palabras, un estudio en el que además de evaluar la vulnerabilidad mediante la metodología expuesta en el presente trabajo, se realice un análisis de la exposición y de la peligrosidad en el que se contemple, entre otros aspectos, el índice de peligro local, el de frecuencia y el de gravedad de los incendios.
- Y por último, crear una especie de plan de emergencia o autoprotección ante el riesgo a este tipo de siniestros centrado en la gestión de todas las explotaciones ganaderas que se localicen dentro de las áreas de estudio, y por consiguiente, de todos los animales que en ellas se albergan, a la hora de cómo actuar si las mencionadas áreas deben ser evacuadas, es decir, qué hacer para conseguir salvar la vida de todos esos animales que se encuentran indefensos y que en la mayoría de los casos, suponen el principal sustento económico de los habitantes del entorno (las entidades poblacionales evaluadas, tienen un marcado carácter ganadero y en ellas se encuentran algunas de las mejores queserías de la isla). En este plan debería integrarse algún tipo de investigación en el que se esclarezca cuáles son los animales que resultan más difíciles de evacuar, para su integración, como una variable más, en el índice de explotaciones ganaderas, ya que se entiende que no es lo mismo, evacuar un grupo de gallinas, que uno de vacas u ovejas.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

### 6.1 Libros, artículos de revista electrónica, comunicaciones en congreso y otros.

Aragoneses, C. y Rábade, JM. (2004). Propuesta metodológica para el análisis de la vulnerabilidad y de la gravedad potencial de los incendios forestales en el marco de la Protección Civil. Trabajo presentado en el *Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección contra Incendios Forestales: Una visión Global*, Córdoba.

Cartográfica de Canarias, S.A. (GRAFCAN). (2014). *RIESGOMAP. Prevención de riesgos naturales y tecnológicos en la planificación territorial y urbanística*. Programa de Cooperación Transnacional Madeira - Canarias - Azores (MAC 2007 – 2013), cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el Espacio*. Barcelona: Planeta.

Díaz Pacheco, J.; López Díez, A.; Mayer Suárez, P.; Dorta Antequera, P. y Yanes Luque, A. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad local de inundación en enclaves insulares áridos de especialización turística. Trabajo presentado en el *XXVI Congreso de la Asociación Española de Geografía*, Valencia.

FAO. (2007). *Fire management-global assessment 2006. A thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Font, M.; Chauvin, S.; Plana, E.; García, J.; Gladiné, J. y 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). Lleida: Ediciones CTFC.

González García, AM. (2016). *Estimación de la severidad y delimitación del perímetro afectado por el incendio forestal acontecido en La Palma en agosto de 2016 mediante la utilización de imágenes de satélite*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Zaragoza, Zaragoza.

Iglesias Rodrigo, A. (2019). Metodología empleada para el análisis del riesgo de incendios forestales en España. *Revista digital de Reducción del Riesgo de Desastres de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias*, 11. Recuperado de:

<http://www.proteccioncivil.org/revistadigital/revistaNoticia.php?page=1&n=51>

Izquierdo, J.; Sánchez, L.; Yanez, R. y Hoogland, N. (2013). *Los incendios forestales en Canarias. Análisis y propuestas. Cuaderno de difusión y debate*. Las Palmas de Gran Canaria: Ben Magec-Ecologistas en Acción.

Omi, P. (2005). *Forest fires. A reference Handbook*. Santa Bárbara, California: ABC-CLIO.

## 6.2 Legislación.

Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Boletín Oficial del Estado, núm. 280, de 22 de noviembre de 2004, pp. 41.422 a 41.442.

Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil. Boletín Oficial del Estado, núm. 164, de 10 de julio de 2015, pp. 57.409 a 57.435.

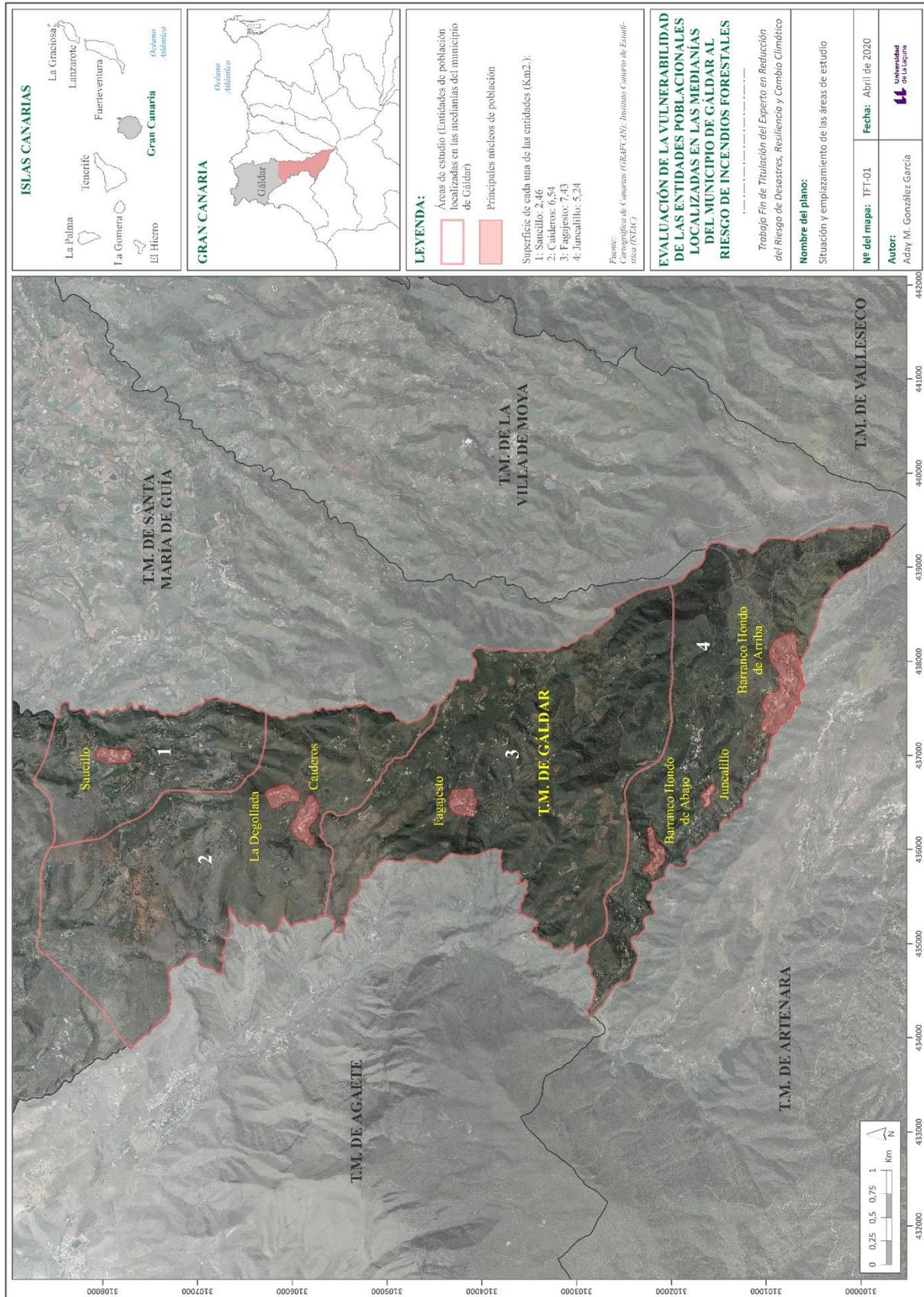
Real Decreto 893/2013, de 15 de noviembre, por el que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales. Boletín Oficial del Estado, núm. 293, de 7 de diciembre de 2013, pp. 97.616 a 97.638.

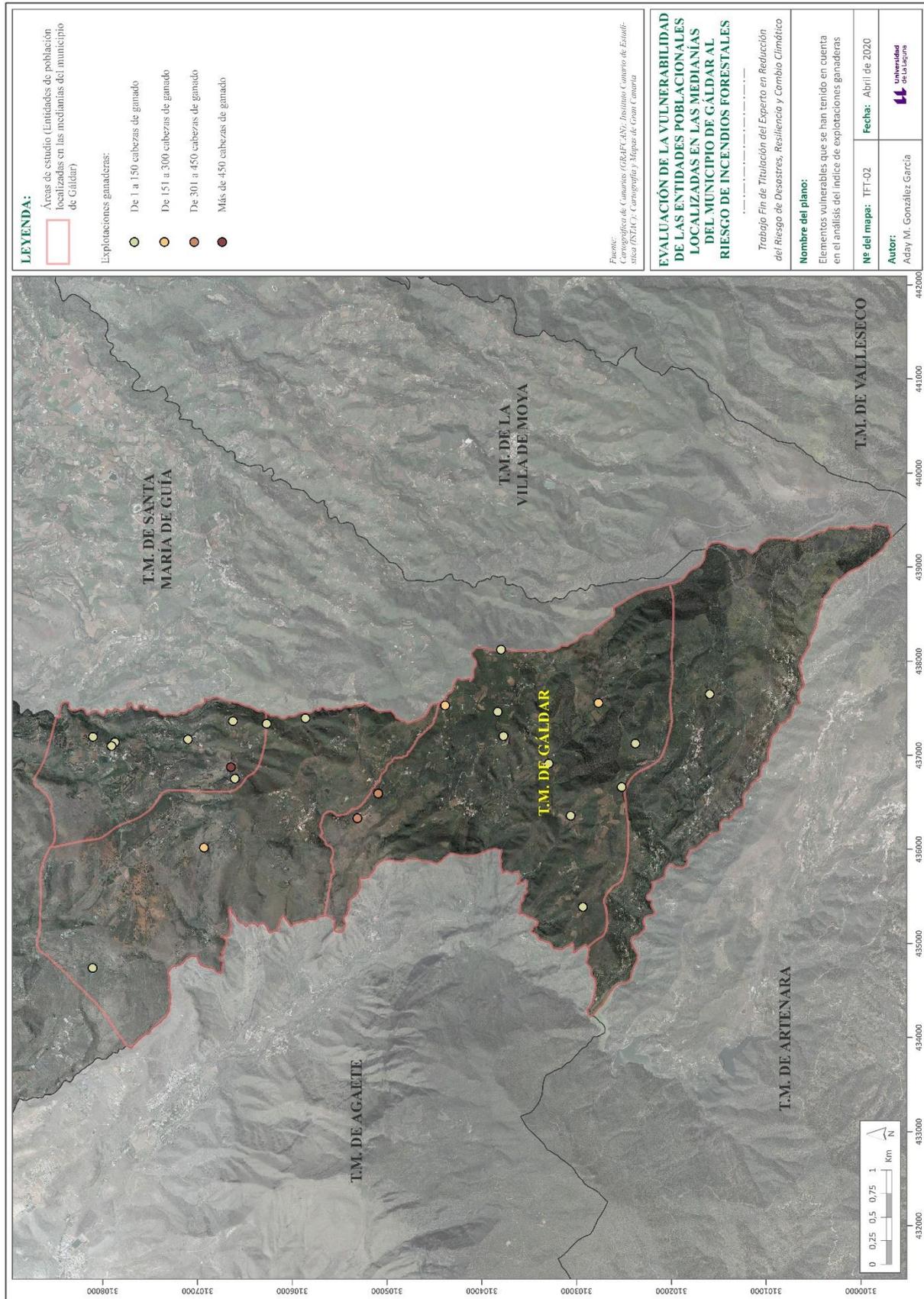
Orden PCI/488/2019, de 26 de abril, por la que se publica la Estrategia Nacional de Protección Civil, aprobada por el Consejo de Seguridad Nacional. Boletín Oficial del Estado, núm. 103, de 30 de abril de 2019, pp. 43.456 a 43.481.

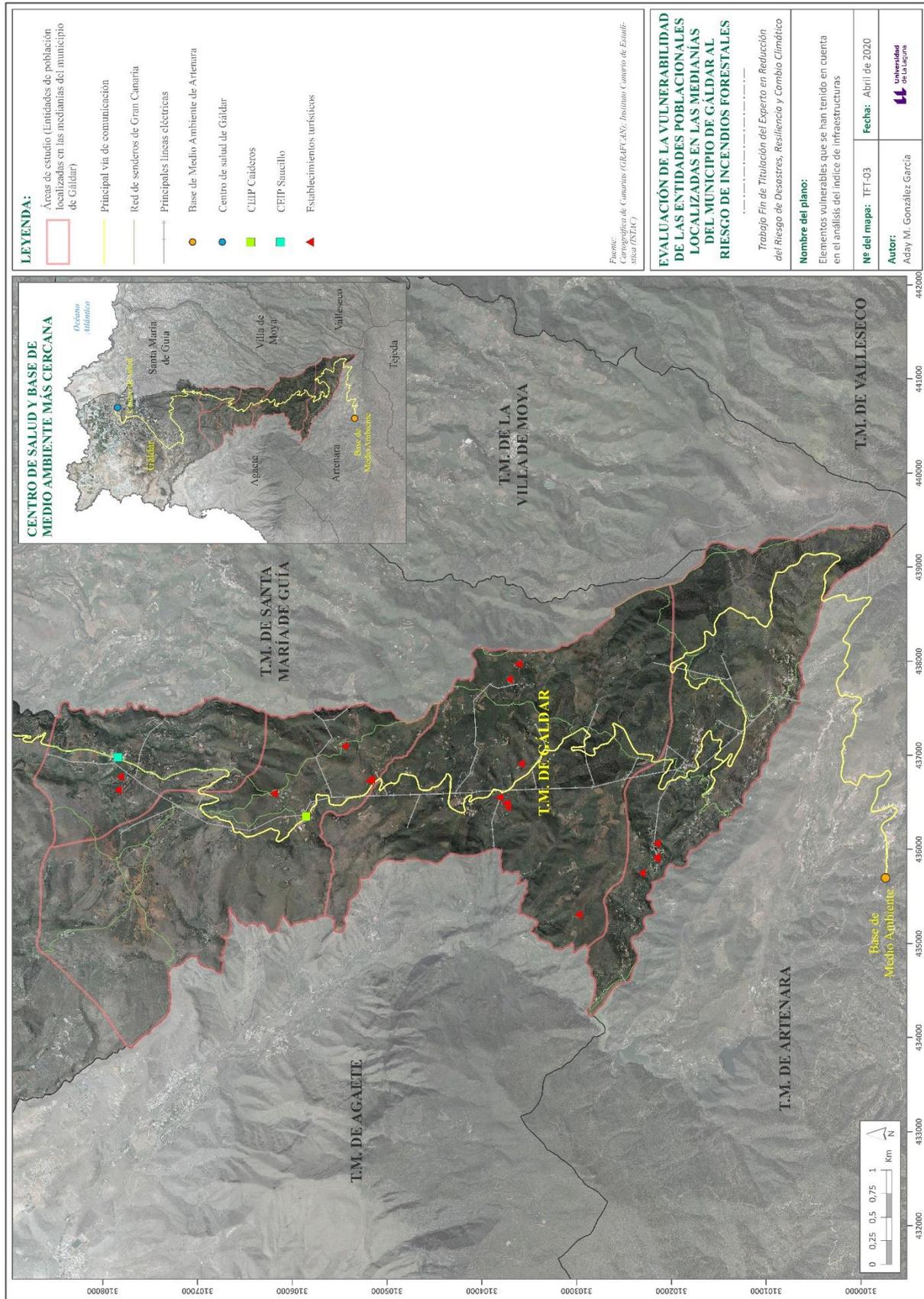
## 7. ANEXO 1: MAPAS.

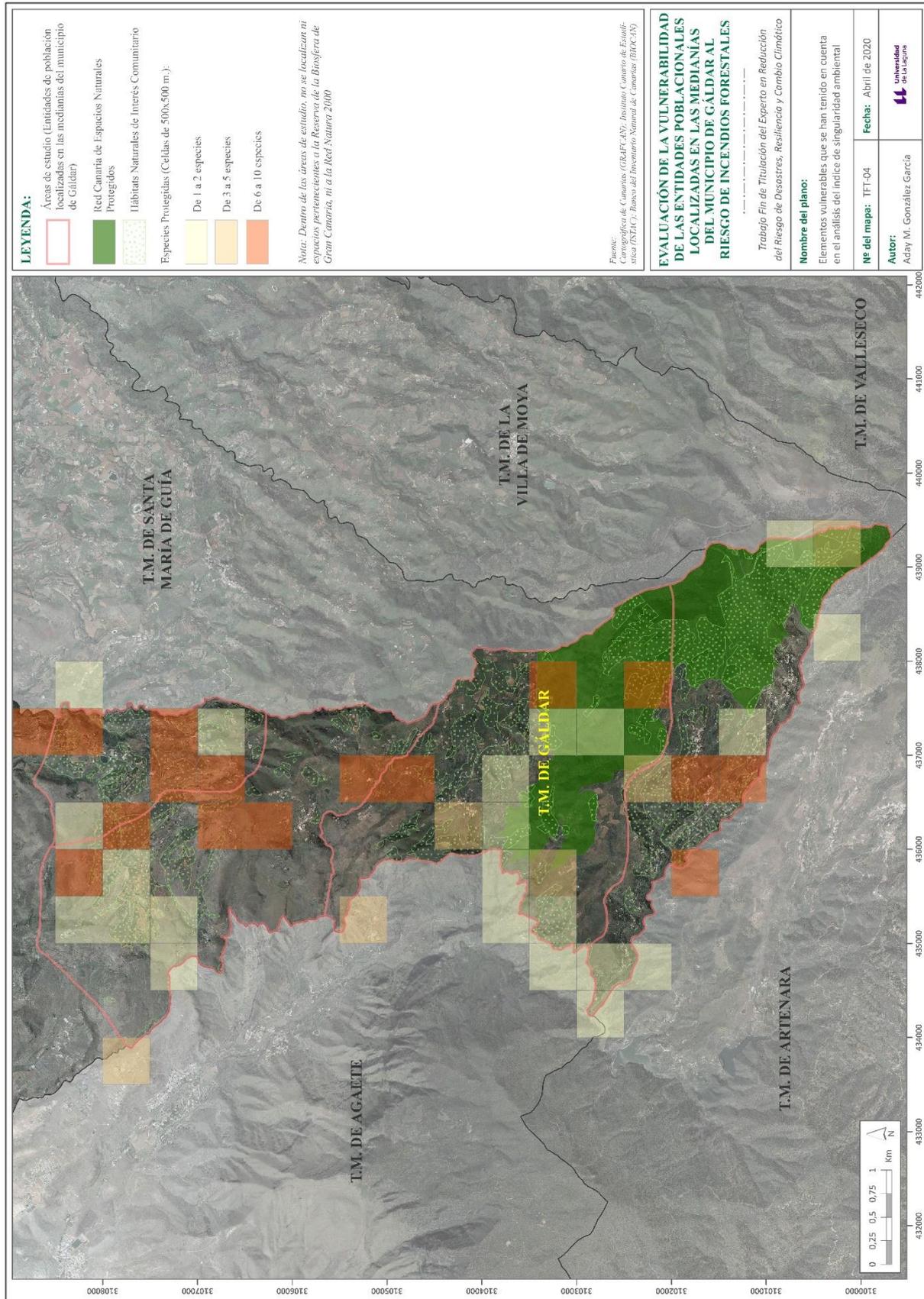
Los mapas que a continuación se exponen son los siguientes:

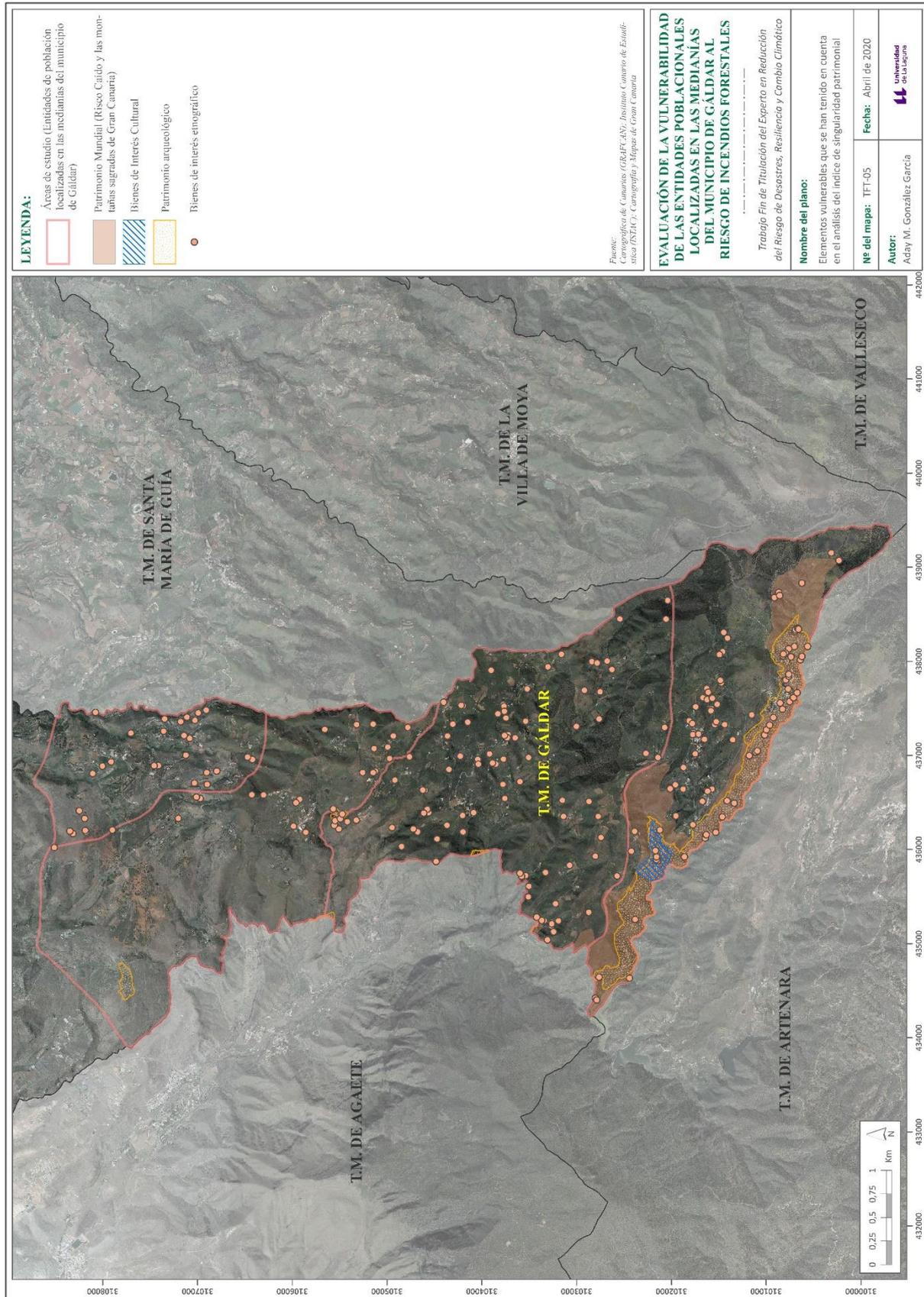
- Mapa 1: TFT-01. Situación y emplazamiento de las áreas de estudio.
- Mapa 2: TFT-02. Elementos vulnerables que se han tenido en cuenta en el análisis del índice de explotaciones ganaderas.
- Mapa 3: TFT-03. Elementos vulnerables que se han tenido en cuenta en el análisis del índice de infraestructuras.
- Mapa 4: TFT-04. Elementos vulnerables que se han tenido en cuenta en el análisis del índice de singularidad ambiental.
- Mapa 5: TFT-05. Elementos vulnerables que se han tenido en cuenta en el análisis del índice de singularidad patrimonial.
- Mapa 6: TFT-06. Vulnerabilidad de las entidades poblacionales analizadas al riesgo de incendios forestales

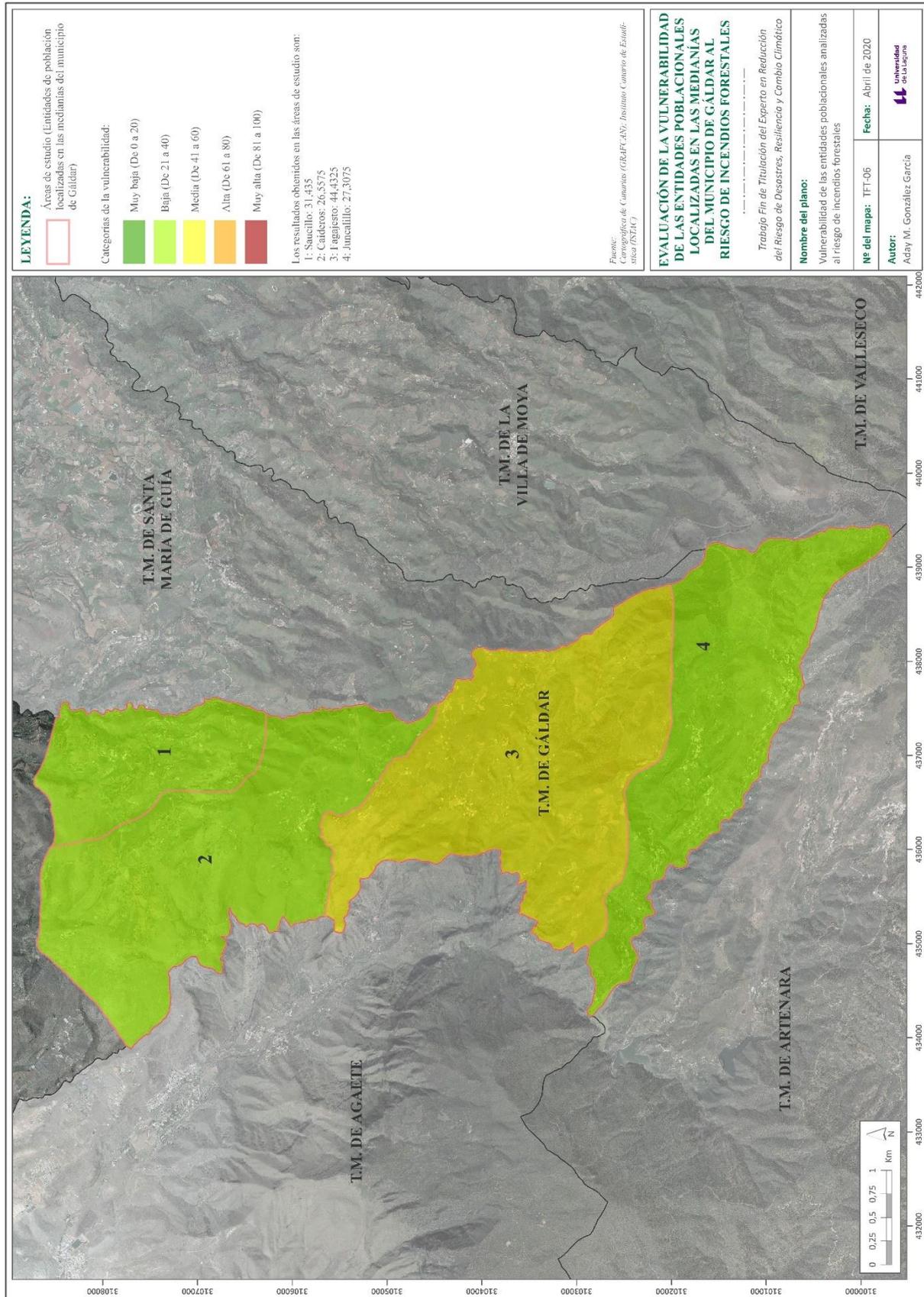












## **8. ANEXO 2: DATOS DEL ÚLTIMO GRAN INCENDIO FORESTAL.**

Los mapas que a continuación se exponen son los siguientes:

- Mapa 1: Delimitación del perímetro afectado y estimación de la severidad de los dos grandes incendios forestales (Artenara y Valleseco) acontecidos en la isla de Gran Canaria, en agosto de 2019, mediante la utilización de imágenes del Satélite Sentinel 2A.
- Mapa 2: Análisis territorial pormenorizado de la afección al municipio de Gáldar, de los dos grandes incendios forestales (Artenara y Valleseco), acontecidos en la isla de Gran Canaria, en agosto de 2019.

