

# Estratificación de bienes incorporables al Seguro de Incendios Forestales en España

José Ruiz Zorrilla<sup>1</sup>, Juan Francisco Auz Fernández-Villa<sup>1</sup>, Esteban Castellano Jiménez<sup>2</sup> y Pablo Boticario Galavís<sup>2</sup>

## Resumen

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación implantó en 2005 una nueva línea en el plan de seguros agrarios, relativa al seguro de forestación de tierras agrarias, como paso previo a una posible implantación futura del seguro de incendios forestales en España, para la que será preciso delimitar con claridad cuáles son los bienes expuestos al riesgo de incendios que pueden ser objeto del mismo.

Para cumplir este objetivo, la metodología del proyecto se nutre de la Base de Datos de Incendios Forestales y de los estratos provinciales de vegetación definidos por el Inventario Forestal Nacional, ambos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente. Tras combinar la información mediante un algoritmo de asignación de incendios a estratos provinciales, se propone un proceso de estratificación, basado en las características de los montes incendiados, del que se obtienen grupos de incendios, en los que la característica común es su especie principal. Estos conjuntos son objeto de un análisis que permite, en función de variables superficiales y de intensidad, la caracterización de cada especie frente al riesgo de incendios, sirviendo como herramienta de decisión a la hora de planificar una implantación gradual del seguro, tanto a nivel específico como territorial, así como para establecer la prima que, a priori, debe fijarse en las primeras fases del seguro. Se realiza además un estudio de la influencia en la variación del riesgo esperado que tienen una serie de factores modificadores del mismo, tratados de manera conjunta para todas las especies.

El resultado de los trabajos se traduce en un listado, por especie, de prioridad en la implantación del seguro, basado en un indicador de riesgo que viene determinado por las variables de intensidad y superficie, además de los análisis de comportamiento de los estratos y de las conclusiones derivadas del análisis de factores modificadores del riesgo, antes mencionados.

## Introducción

La ley 87/1978, de 28 de diciembre, de seguros agrarios combinados, ya incluye las producciones forestales como riesgos cuya cobertura debían atender dichos seguros. Posteriormente, la ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, expone en su artículo 49 la obligación de promover el desarrollo y puesta en marcha de un seguro de incendios forestales.

Con estas premisas, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA), mantiene diversas iniciativas para fomentar la implantación del seguro de incendios forestales, como la puesta en

---

<sup>1</sup> Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, C/ Miguel Ángel 23, 5º, 28010 MADRID (SPAIN)

<sup>2</sup> Dirección de Asuntos Medioambientales. Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., C/Julián Camarillo, 6B, 28037 MADRID (SPAIN)

marcha del seguro de forestaciones de tierras agrarias (2005), o la línea de seguro experimental de daños por incendio en alcornocales (2007).

Formando parte de dicha línea se encuentra el Estudio de Viabilidad del Seguro de Incendios Forestales (2006), que incluyó el proceso de estratificación de bienes asegurables descrito a continuación.

## Material y métodos

La información utilizada provenía de dos fuentes, ambas del Ministerio de Medio Ambiente. Por un lado, la base de datos de incendios forestales (EGIF), en la que se vuelcan los datos recogidos en los partes de incendios que se rellenan tras los siniestros. Por otro, el Inventario Forestal Nacional (IFN, 1996), del que se toma la caracterización de los 880 estratos provinciales de vegetación que define.

Con ellas, se construyó una base homogénea cuyos campos principales son: Provincia, Estrato, Especie 1, Especie 2, Especie 3, Fracción de Cobertura y Estado —Repoblado, Monte Bravo, Latizal o Fustal—. Estos campos permiten imputar cada incendio de la EGIF a un estrato provincial del IFN por medio de un algoritmo de coincidencia, que compara cada parte de incendio con la definición de los estratos de su provincia, otorgando puntos según el grado de coincidencia y asignándole el de mayor puntuación.

Resultó complicado adscribir las características de cada uno de los múltiples incendios estudiados a sólo 880 estratos de vegetación, muchos de los cuales presentan escenarios similares, que difieren únicamente en la provincia de ubicación. El proceso de clasificación de los incendios implicó ciertas dificultades, por lo que los resultados obtenidos, aún considerándose útiles para la definición de los patrones de comportamiento frente a los incendios, presentaron una importante variabilidad.

En el proceso de imputación de estratos se tomaron todos los incendios con superficie arbolada quemada, de manera que fuese posible cubrir la totalidad de esta superficie. Una vez clasificados, se obtuvo que, debido a la ausencia de suficientes coincidencias, el 1,86 por ciento —28.099 ha— de la superficie arbolada afectada no podía imputarse a un tipo concreto de estrato; no obstante, este porcentaje puede considerarse despreciable puesto que la superficie arbolada clasificada es suficiente para la realización del estudio.

Por otra parte, al tratarse de los potenciales beneficiarios del seguro de incendios, únicamente se tomaron aquellos incendios con algún tipo de pérdida económica. El número total de incendios clasificados que produjeron algún tipo de pérdida económica ascendió a 107.896 y afectó a 112.843 montes. Estos incendios se procesaron de forma agregada por medio de los campos descritos, facilitando así su tratamiento.

## Factores de agrupación de estratos

Con objeto de obtener una clasificación óptima de los siniestros, el proceso de estratificación se realizó teniendo en cuenta los siguientes factores: clima, especie principal, especie secundaria, tipo de aprovechamiento y existencia de aprovechamiento secundario. De este modo, en sólo cinco variables se englobaban las caracterizaciones climatológicas, de vegetación, de estructura de la masa y de

características de la explotación, que resultan fundamentales para la determinación del nivel de riesgo de incendios forestales y de la capacidad destructiva de los mismos.

### Factor climático

El factor climático propuesto permite clasificar las 50 provincias españolas, además de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, en nueve clases, en función de su similitud en aspectos climatológicos generalizados, puesto que el clima es el principal regulador de las temporadas de ocurrencia de los incendios (Vélez, 2000). Por una parte, las provincias litorales, con climas más suaves, se repartieron en seis clases: Cantábrico, en las provincias del norte con temperaturas medias menores; Atlántico Norte, en las provincias orientadas al océano; Atlántico Sur, en zonas con climas cálidos e influencia atlántica por enfrentarse a mar abierto; Mediterráneo-Atlántico, para las zonas de influencia del Estrecho de Gibraltar; Mediterráneo Sur, zonas más cálidas del Mediterráneo y Mediterráneo Norte, zonas menos cálidas del Mediterráneo. Por otro lado, las zonas interiores de la Península se clasificaron en Interior Norte, provincias de clima más continental e Interior Sur, provincias con influencia mediterránea. Finalmente, las Islas Canarias conformaron una sola clase, debido a su clima subtropical, único en el país.

Cada uno de los 880 estratos provinciales definidos por el IFN se asoció a la clase climática correspondiente a su provincia (*tabla 1*).

**Tabla 1**—*Clasificación por factor climático que comprende la provincia*

Tipo	Clave	Provincias
Cantábrico	CANT	Guipúzcoa, Vizcaya, Cantabria, Asturias, Lugo
Atlántico Norte	ATLN	La Coruña, Pontevedra
Atlántico Sur	ATLS	Huelva
Mediterráneo Atlántico	MEDA	Cádiz, Málaga, Ceuta, Melilla
Mediterráneo Sur	MEDS	Granada, Murcia, Almería
Mediterráneo Norte	MEDN	Alicante; Castellón, Valencia, Tarragona, Barcelona, Gerona, I. Baleares
Interior Norte	INTN	Álava, Ávila, Burgos, Cuenca, Guadalajara, Huesca, León, Lérida, La Rioja, Navarra, Orense, Palencia, Salamanca, Segovia, Soria, Teruel, Valladolid, Zamora, Zaragoza
Interior Sur	INTS	Albacete, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real, Córdoba, Jaén, Madrid, Sevilla, Toledo
Canarias	CANA	Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria

### Factor especie

Este factor clasifica los 880 estratos en función de las especies principales afectadas por los incendios, asignándoles el código utilizado en los partes de incendio. Para homogeneizar los datos y reducir el número de grupos, sin perder la variabilidad existente, se recodificaron algunas minoritarias o con características muy similares a otras, obteniéndose una lista de 25 especies, frente a las 36 iniciales (*tabla 2*).

Tabla 2—Clasificación por especie principal

Especie	Clave	Nueva clave
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	18	39
<i>Pinus sylvestris</i>	21	21
<i>Pinus uncinata</i>	22	22
<i>Pinus pinea</i>	23	23
<i>Pinus halepensis</i>	24	24
<i>Pinus nigra</i>	25	25
<i>Pinus pinaster</i>	26	26
<i>Pinus canariensis</i>	27	27
<i>Pinus radiata</i>	28	28
<i>Abies alba</i>	31	39
<i>Abies pinsapo</i>	32	39
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	34	39
<i>Larix europaea</i>	35	39
<i>Juniperus sp.</i>	37	37
<i>Juniperus phoenicea/thurifera/sabina</i>	38	37
Otras coníferas	39	39
<i>Quercus robur</i>	41	41
<i>Quercus petraea</i>	42	41
<i>Quercus pyrenaica</i>	43	43
<i>Quercus faginea</i>	44	44
<i>Quercus ilex</i>	45	45
<i>Quercus suber</i>	46	46
<i>Quercus rubra</i>	47	49
Otros quercus	49	49
<i>Populus sp.</i>	50	50
<i>Populus nigra</i>	53	59
<i>Alnus glutinosa</i>	54	59
Otros árboles de ribera	59	59
<i>Eucalyptus globulus</i>	61	61
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	62	62
<i>Olea europaea</i>	66	79
<i>Fagus sylvatica</i>	71	71
<i>Castanea sativa</i>	72	72
<i>Betula sp.</i>	73	73
Otras frondosas	79	79
Fayal-brezal	82	82

### Factor tipo de especie acompañante

Este factor debía incluirse en el proceso de estratificación, ya que la existencia de una especie acompañante —en especial, cuando difiere sensiblemente de la especie principal— hace que el modelo de combustible pueda transformarse y que el riesgo de iniciación y propagación de un incendio varíe. En consecuencia, se deben clasificar los estratos en función de la asignación de dicha especie acompañante a diversos grupos de vegetación —divisiones—, así como por su tipo de crecimiento —lento o rápido—. Los diferentes taxones se incluyen en una de las divisiones derivadas de la clasificación de Cormófitos (Engler, 1964) que comprende Angiospermas —o frondosas— y Gimnospermas —o coníferas—. Cada estrato del IFN quedó así incluido en una de las cuatro clases resultantes de la combinación de ambos agentes:

Tipo de especie	División	Crecimiento
CL	Conífera	Lento
CR	Conífera	Rápido
FL	Frondosa	Lento
FR	Frondosa	Rápido

### Factor tipo de aprovechamiento

El factor tipo de aprovechamiento permite clasificar los estratos en ocho clases distintas, atendiendo al tipo de explotación habitual (Ceballos y Ruiz, 1971) de las especies que contienen. Esta clasificación se realizó tanto en función de la capacidad del aprovechamiento para modificar el nivel de riesgo de un incendio, como por los distintos criterios de valoración aplicables a las masas según el tipo de aprovechamiento. Cada especie tenía asociado un aprovechamiento habitual, de entre los 8 tipos definidos: 4 se referían a explotación de madera, 3 a aprovechamientos específicos y el último se asociaba a especies que carecen de destino comercial (*tabla 3*).

**Tabla 3**—Clasificación por tipo de aprovechamiento

Clave	Tipo de aprovechamiento
1	Madera de coníferas de crecimiento lento
2	Madera de coníferas de crecimiento rápido
3	Madera de frondosas de crecimiento lento
4	Madera de frondosas de crecimiento rápido
5	Dehesas de quercíneas para bellota
6	Pinares de <i>Pinus pinea</i> para piñón
7	Alcornocales
8	Masas no comerciales

### Factor existencia de otro aprovechamiento

Este último factor está relacionado con la existencia de un aprovechamiento de la especie acompañante, siempre que éste sea distinto del aprovechamiento de la especie principal. Dicho factor se materializó mediante un código que indica la existencia de dicho aprovechamiento. Su introducción se debió a que las actividades generadas por dicha explotación secundaria podían hacer variar el riesgo de incendio:

**Clave Tipo de aprovechamiento**

- 0 No existe aprovechamiento secundario, o es similar al principal
- 1 Existe aprovechamiento secundario distinto del principal

### Análisis previo a la estratificación

Se realizaron múltiples análisis estadísticos, de manera que pudiese comprobarse la independencia y las diferencias estadísticas entre las muestras de cada variable a estratificar. En primer lugar, se efectuó un análisis descriptivo (Walpole, 1998) cada

clase de masa en cada uno de los tipos climatológicos. En segundo lugar, se estudió la existencia de diferencias estadísticamente significativas mediante un análisis de la varianza —ANOVA— (Spiegel, 1988). El siguiente paso fue un análisis de medias con intervalos de confianza al 95 por ciento HSD de Turkey (Pérez, 2001), que permite obtener la media para cada muestra. Asimismo, se describe el error estándar de cada media. En cuarto lugar, se realizó un contraste múltiple de rangos, procedimiento de comparación múltiple (Pérez, 2001) que permite determinar las medias que son significativamente diferentes entre sí. Asimismo, se probó un contraste de la varianza (Pérez, 2002), que ofrece cuatro estadísticos que comprueban la hipótesis nula de que la desviación típica dentro de cada una de las columnas es la misma. Por último, se ejecutó un test de Kruskal-Wallis (Kruskal, 1952) para probar la hipótesis nula de igualdad de las medianas dentro de cada una de las columnas.

### **Estratificación**

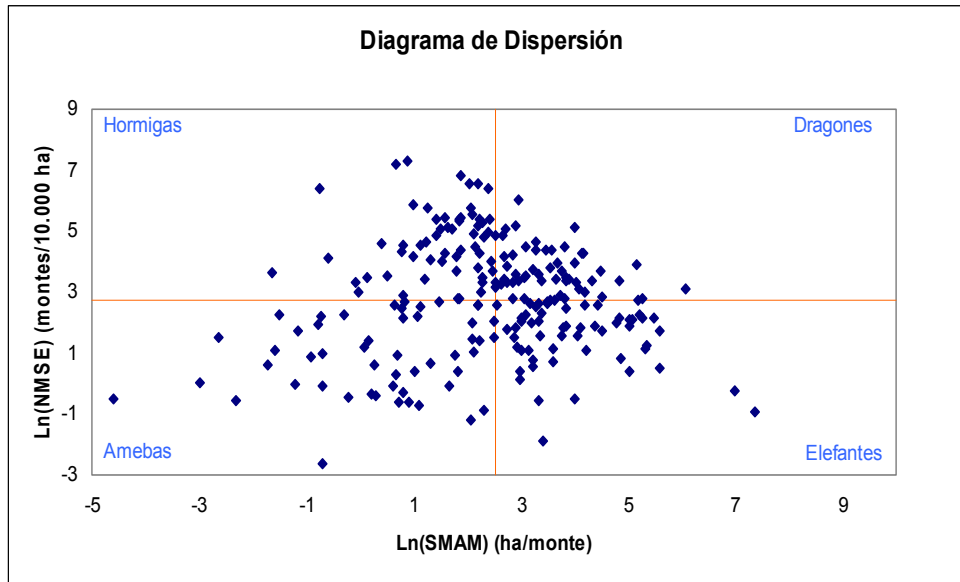
Los estratos del IFN se agruparon a partir de los resultados de los procedimientos estadísticos, en función del criterio definido por los mismos, obteniéndose 218 conjuntos diferentes con el siguiente identificador: Clima-E1-Tipo-E2-Tipo aprovechamiento-Existencia aprovechamiento E2. Así, por ejemplo, el grupo CANT28FR20 representa los terrenos pertenecientes a las provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, Cantabria, Asturias y Lugo (CANT), formados por pinares de *Pinus radiata* (28) en los que la especie acompañante es una frondosa de crecimiento rápido (FR); el *Pinus radiata* o pino Insigne se aprovecha para madera (2) y no existe ningún aprovechamiento para la especie acompañante, a menos que sea el mismo que el realizado para el pino insigne (0).

Cada siniestro de la EGIF se clasificó en uno de los nuevos grupos formados, para, posteriormente, proceder a la identificación de conjuntos de comportamiento homogéneo; para ello, se seleccionaron en una primera aproximación dos variables derivadas de la EGIF: el número de montes quemados por cada 10.000 hectáreas (NMSE) por estrato del IFN y el importe medio de las pérdidas producidas, aunque finalmente se sustituyó esta segunda variable, puesto que la metodología empleada para el cálculo de la misma no se ajustaba al propósito de una valoración financiera del tipo de la propuesta en dicho estudio. Se definió entonces como segunda variable la superficie media arbolada quemada por monte (SMAM), ya que se confirmó la existencia de una correlación positiva y fuerte ( $\rho=0,86$ ) entre esta variable y las pérdidas totales, apareciendo una relación directamente proporcional entre ambas. Las variables seleccionadas permitieron tener en cuenta de manera simplificada tanto el número de propietarios afectados —nº de montes— como la intensidad de los siniestros —superficies afectadas—.

Estudiando la posición relativa de los pares de valores de ambas variables para cada grupo, mediante un diagrama basado en los análisis de portafolio (Sharpe, 1963) (fig. 1), la clasificación pudo simplificarse en cuatro estratos primarios de comportamiento-riesgo, en función de su posición respecto a las medianas de las variables consideradas. Estas medidas, señaladas en color rojo, se eligieron como criterio de clasificación, ya que son estadísticos más robustos que las medias. Asimismo, las variables se tomaron como logaritmos naturales, de manera que la representación obtenida fuese más clara.

Los cuatro estratos primarios mencionados anteriormente se denominan a efectos nemotécnicos del siguiente modo: Amebas (A), grupos de incendios con poca

superficie media quemada por monte y pocos montes quemados; Dragones (D), grupos de incendios con mucha superficie media quemada por monte y muchos montes quemados; Hormigas (H), grupos de incendios con poca superficie media quemada por monte y muchos montes quemados; y, por último, Elefantes (E), con mucha superficie media quemada por monte y pocos montes quemados.



**Figura 1**—Diagrama de dispersión de los estratos primarios

Con ellos se realizó un doble análisis, obteniendo sendas estratificaciones, combinando, por un lado, los cuatro estratos primarios de comportamiento con los ocho tipos de aprovechamiento y, por otro, estratificando los 218 grupos por las 25 especies principales definidas. Esta doble estratificación permitió disponer de sendas herramientas de validación para la toma de decisiones relativas a la inclusión de un determinado grupo en el seguro.

### Estratificación por tipo de aprovechamiento

La combinación entre los cuatro estratos primarios y los ocho tipos de aprovechamiento proporcionó 32 estratos posibles; sin embargo, solamente se asignaron incendios a 29 de ellos. Los diferentes grupos de incendios se clasificaron en función de los estratos definidos. Así, el estrato H8 —Hormiga-8— representaría los grupos de incendios que afectan a muchos montes, sin aprovechamiento comercial y con poca superficie media quemada por monte.

Este procedimiento permite conocer tanto el sector de riesgo al que se adscribe cada estrato como el tipo de aprovechamiento común, utilizado en la aplicación del modelo de valoración. Así, los estratos A1-A8 son los de menor riesgo mientras que en los estratos D1-D8 la peligrosidad es la más elevada. Los estratos E1-E8 y H1-H8 son de riesgo intermedio, influyendo en su peligrosidad los valores elevados de NMSE y SMAM, respectivamente.

### Estratificación por especie principal

El segundo tipo de estratificación, elaborada por medio de la clasificación de los 218 grupos en función de la especie principal, suministró 25 estratos diferentes, que se asignaron a cada sector de riesgo promediando los valores de NMSE y SMAM de todos los grupos a los que pertenecía cada especie, ponderándolos por superficie y obteniendo así unos promedios globales, a partir de los que se dedujeron los sectores de riesgo (tabla 4).

**Tabla 4**— Adscripción de especies a sectores de riesgo

Especie	Sector de riesgo
Fayal-Brezal <i>Pinus uncinata</i> <i>Juniperus</i> sp. Otros quercus Otros árboles de ribera	Amebas
<i>Fagus sylvatica</i> <i>Populus</i> sp. <i>Quercus robur</i> <i>Quercus faginea</i> <i>Betula</i> sp. <i>Castanea sativa</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Eucaliptus globulus</i>	Hormigas
<i>Quercus ilex</i> Otras coníferas <i>Quercus suber</i> <i>Pinus canariensis</i> <i>Quercus pyrenaica</i>	Elefantes
<i>Pinus sylvestris</i> <i>Pinus pinea</i> <i>Pinus nigra</i> <i>Pinus halepensis</i> <i>Pinus pinaster</i> Otras frondosas <i>Eucaliptus camaldulensis</i>	Dragones

### Análisis de las especies

A partir de los estratos-especies definidos, y teniendo en cuenta que cada especie principal tenía asignado un aprovechamiento específico, se realizó un examen del diagrama de dispersión descrito anteriormente, de manera que se pudiese analizar la ubicación de cada grupo en los diversos sectores de comportamiento, así como establecer las relaciones de cercanía entre grupos respecto a dos características empleadas como factores de agrupación, la situación geográfica —septentrional (N), meridional (S) o en las Islas Canarias (C)— y la especie acompañante —conífera (C), frondosa (F) o inexistente (N)—. La realización de estos análisis permitiría determinar el nivel de riesgo para estas especies y estudiar los posibles casos particulares que se planteen. Asimismo, se crearon mapas de distribución del riesgo por provincias para profundizar en la caracterización de los bienes asegurables.



### Indicador de riesgo

También procedentes de la estratificación por especies, se estableció una serie de niveles de prioridad, relacionados con el procedimiento de implantación del seguro. Para determinar estos niveles de prioridad, en primer lugar, se ordenaron las especies atendiendo a cuatro variables —valor creciente de las medianas y las desviaciones típicas tanto de la SMAM como del NMSE—. Las variables referidas a las desviaciones típicas se ponderaron mediante un coeficiente de 0,25, para dar más peso a la mediana que a la amplitud de la desviación, ya que una distribución normal aloja aproximadamente el 70 por ciento de sus elementos en torno a su media +/- una desviación típica. Una vez conocido el orden relativo de cada especie respecto a cada una de las cuatro variables, se obtuvo, por medio de la suma de estos cuatro valores, un nivel de riesgo conjunto por especie. Finalmente, estudiando la distribución de la variable agregada, se establecieron tres niveles de prioridad para la implantación del seguro de incendios forestales.

### Modificadores del riesgo

Con independencia de las especies a asegurar, se consideró la existencia de un conjunto de factores que actúan como modificadores globales del riesgo de incendios. A partir de los datos incluidos en la EGIF, vinculados a distintas características de los estratos definidos por el IFN —tipo de propiedad, estado de la masa y fracción de cabida cubierta—, se cuantificaron las variaciones que dichas características pueden producir sobre las variables de riesgo estudiadas —NMSE y SMAM—, obteniendo una serie de factores modificadores —ratio valor medio por tipo/valor medio total—.

## Resultados

### Indicador de riesgo

A continuación se muestra la distribución de los niveles de riesgo obtenidos, en relación con su posición relativa dentro de la lista de prioridades (fig. 2).

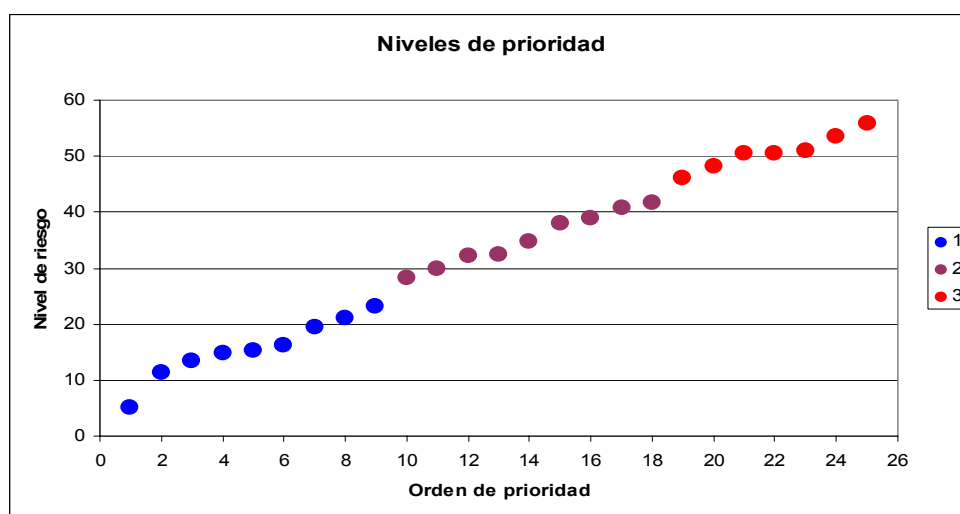


Figura 2—Niveles de riesgo, en relación con el orden de prioridad

Se exponen también los niveles de prioridad establecidos para cada especie, así como el valor individual de cada una de las variables indicadas (tabla 5).

**Tabla 5**—Establecimiento de prioridades en la implantación del seguro

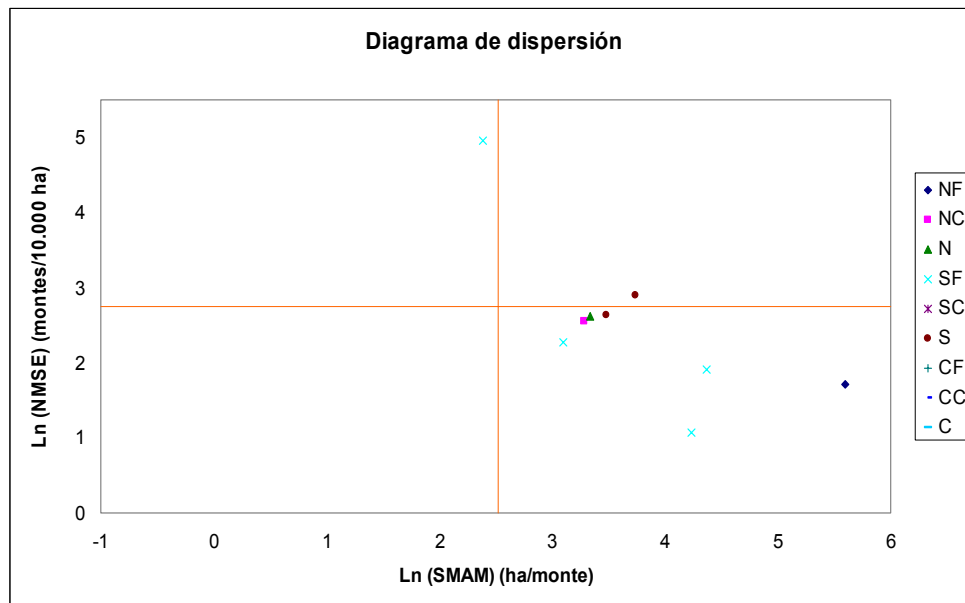
Especie	SMAM		NMSE		Nivel riesgo	Nivel de prioridad en seguro
	Mediana	D. Típ	Mediana	D. Típ		
<i>Pinus uncinata</i>	1,979	2,606	0,903	0,372	5,0	1
Fayal-brezal	1,833	0,000	0,934	0,000	11,3	1
Otros árboles de ribera	1,071	5,838	6,205	19,230	13,5	1
<i>Juniperus</i> sp.	7,558	8,457	2,022	1,245	14,8	1
<i>Quercus faginea</i>	66,281	426,710	5,555	5,977	15,3	1
<i>Pinus canariensis</i>	78,414	57,290	11,474	5,604	16,3	1
Otros quercus	1,145	6,435	9,098	11,208	19,5	1
<i>Fagus sylvatica</i>	8,222	50,425	5,117	66,569	21,0	1
<i>Pinus nigra</i>	19,782	87,616	9,952	16,796	23,3	1
Otras coníferas	12,102	453,461	8,632	36,262	28,3	2
<i>Populus</i> sp.	4,122	2,735	69,418	7,164	30,0	2
<i>Quercus pyrenaica</i>	14,997	11,723	29,167	108,342	32,3	2
<i>Quercus suber</i>	32,602	80,135	12,743	44,041	32,5	2
<i>Quercus ilex</i>	13,875	43,581	7,006	35,362	34,8	2
<i>Pinus pinaster</i>	22,174	59,577	71,909	342,076	38,0	2
<i>Castanea sativa</i>	5,985	27,539	37,685	93,855	39,0	2
Otras frondosas	10,970	25,855	30,779	218,953	40,8	2
<i>Pinus sylvestris</i>	25,333	64,306	13,592	77,190	41,8	2
<i>Quercus robur</i>	2,216	1,881	93,663	216,177	46,0	3
<i>Pinus halepensis</i>	21,440	50,745	23,848	48,693	48,3	3
<i>Pinus radiata</i>	10,003	10,880	169,295	244,866	50,5	3
<i>Betula</i> sp.	6,346	0,000	217,981	0,000	50,5	3
<i>Pinus pinea</i>	20,923	18,070	43,074	27,631	51,0	3
<i>Euc. globulus</i>	12,563	12,928	157,636	416,554	53,5	3
<i>Euc. camaldulensis</i>	38,312	23,274	101,738	96,572	55,8	3

El nivel de prioridad permite establecer el orden de precedencia en la incorporación de una especie determinada a la cobertura del seguro. Las especies con nivel de prioridad 1, es decir, con menor riesgo, podrían incluirse en una primera lista, antes que las especies con nivel de prioridad 2 ó 3. En el caso de las especies con una prioridad 2 podrían adoptarse decisiones puntuales, quizá con excepciones territoriales para disminuir el riesgo.

Los niveles de prioridad indicados se refieren, para cada especie, a la situación general para todo el territorio nacional, por lo que, para abordar el estudio en profundidad de la situación de cada una de ellas, se propuso tener en cuenta la caracterización detallada que incluía el estudio, mostrada a continuación.

### **Comportamiento de los estratos-especies**

Se han incluido, a modo de ejemplo de los informes obtenidos, los relativos al *Quercus suber* L. (Alcornoque), obviamente aprovechado en descorche (fig. 3,4 y 5):

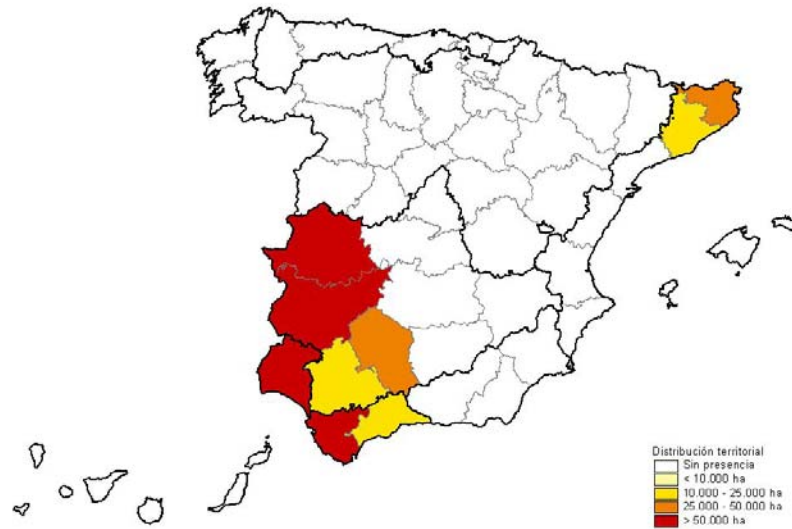


**Figura 3**—Diagrama de dispersión

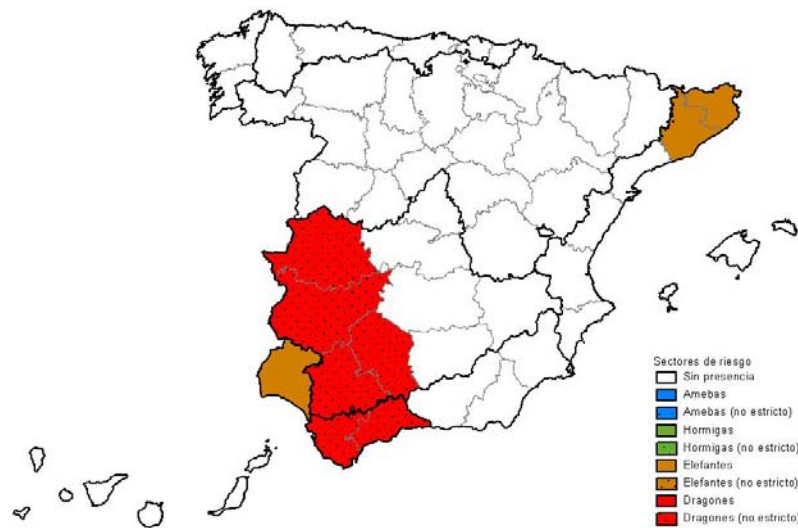
Su comportamiento frente a los incendios pareció claro, estando casi todos los grupos de montes incendiados referidos a masas septentrionales —Cataluña— incluidos dentro del sector E, caracterizado por tener pocos incendios de mayores proporciones. También se adscribieron a este sector las masas acompañadas por frondosas de crecimiento lento de la provincia de Huelva.

Respecto al grupo formado por las masas puras que se encuentran en las provincias de Cáceres y Badajoz, la intensidad de sus incendios hizo situar a esta región en el sector D, si bien muy próximas al sector E.

Por último, el tratamiento conjunto de los grupos pertenecientes a las provincias de Cádiz y Málaga, al estar en zonas muy alejadas entre sí de los sectores E y H, provocó que el análisis agrupado incluyese estas provincias en el sector D de máximo riesgo.



**Figura 4**—Distribución territorial de los estratos en los que es especie principal



**Figura 5**—Distribución provincial por sectores de riesgo

### ***Modificadores del riesgo***

#### **Tipo de propiedad**

En relación al número de montes incendiados por 10.000 ha, los montes públicos presentaron valores claramente superiores —un 80 por ciento por encima del valor medio— a los montes privados —un 35 por ciento por debajo del mismo—. En cambio, la propiedad no influía de manera importante sobre la superficie media

quemada (SMAM), variando ésta entre un 20 por ciento superior a la media en los montes privados, y un 16 por ciento inferior en los montes públicos. El factor de riesgo conjunto, obtenido como suma de los factores de ambas variables con igual ponderación, indicó que el riesgo es sólo un 35 por ciento mayor en los montes públicos (2,64) frente a los montes privados (1,95), por lo que no podía asegurarse la existencia de diferencias significativas entre ambos tipos de propiedad a efectos de medición del riesgo conjunto.

### **Estado de la masa**

Los resultados obtenidos señalaron que los montes en los que se incluían todos los estados de masa —replado, monte bravo, latizal y fustal— se incendiaban un 72 por ciento menos que la media, mientras que los montes de masas regulares —replado-monte bravo o latizal-fustal— lo hacían un 33 por ciento y un 39 por ciento más, respectivamente.

Esta tendencia no se mantenía en relación con la superficie quemada (SMAM), puesto que los mayores valores —90 por ciento superior a la media— se presentaron en el primer tipo de monte considerado, mientras que las masas regulares se mantuvieron en torno a la media —21 por ciento superior y 15 por ciento inferior, respectivamente—. A partir del análisis de los factores conjuntos, el tipo de estado de mayor riesgo fue el 12 (2,54), un 13 por ciento mayor que el 34 (2,24) y un 16 por ciento mayor que el 1234 (2,18). Al igual que en el caso anterior, se puede llegar a considerar que las tres muestras se comportaron conjuntamente de modo similar.

### **Fracción de cabida cubierta**

Respecto al número de montes quemados (NMSE), existió gran variabilidad en función de la fracción de cabida cubierta. Así, las fracciones de cabida cubierta de tipo 2 y 3 se encontraron en torno a la media, mientras que las fracciones de cabida cubierta de tipo 1 y 5 se situaron en posiciones alejadas, por defecto y por exceso, respectivamente.

En cambio, los valores de SMAM fueron bastante similares para todos los tipos de fracciones de cabida cubierta, destacando tan sólo el aumento significativo de la superficie quemada —89 por ciento por encima de la media— en el caso de masas que englobaban todos los rangos de la fracción de cabida cubierta.

Considerando el factor de riesgo conjunto, el tipo de fracción de cabida cubierta con mayor peligrosidad, fue el 4 (3,28), un 38 por ciento y un 57 por ciento mayor que los tipos 5 (2,38) y 3 (2,09), respectivamente. El tipo 2, en el que se compensa en gran medida una mayor superficie quemada con un menor número de montes incendiados, supuso sólo un 54 por ciento (1,78) del riesgo del tipo 4. Por último, el tipo 1, de menor riesgo combinado por su reducido valor del NMSE, no alcanzó siquiera el 40 por ciento (1,31) del factor de riesgo del tipo 4.

### **Discusión**

El resultado del proceso de estratificación de bienes permite al gestor delimitar con criterio cuál debe ser el objeto del seguro, en este caso proponiendo la especie principal. Además, se ha confirmado estadísticamente no sólo la existencia de

comportamientos diferenciados frente a incendios de las distintas masas españolas (previsibles), sino también, dentro de cada especie, las diferencias debidas a su ubicación, especie acompañante, aprovechamiento principal y aprovechamiento secundario (diferencias estadísticamente significativas).

Los niveles de prioridad propuestos, a partir de los datos históricos de incendios conocidos en España, permiten disponer de una variable más, dentro de un análisis multicriterio, para planificar un establecimiento gradual del seguro de incendios forestales.

En dicha implantación el análisis de estratificación por especie podría servir no sólo como caracterizador del riesgo esperado en cada contexto, sino también como herramienta de decisión a la hora de configurar la implantación del seguro, sus condiciones particulares y su prima.

Por último, respecto a los modificadores genéricos del riesgo, si se tienen en cuenta las desviaciones típicas de las muestras obtenidas para el estudio de estos tres tipos de factores, no puede en este caso afirmarse que concurren diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones, debido a la gran variabilidad existente en los siniestros, observada ya en el proceso de imputación a estratos. En cualquier caso, estos ratios serían útiles como indicadores generales del grado de alteración del riesgo —NMSE y SMAM—, en función de dichos caracteres modificadores.

## Referencias bibliográficas

### Publicaciones periódicas del Ministerio de Medio Ambiente

Villanueva, J.A. y otros. 1996. **Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2)**. Madrid: Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente.

### Artículos de revistas

Kruskal, W.; Wallis, W. 1952. **Use of ranks in one-criterion variance analysis**. Journal of the American Statistical Association 47 (260): 583-621

Sharpe, W. 1963. **A simplified model for portfolio analysis**. Management Science 9 (2): 277-293

### Libros

Engler, A; Melchior, H. y otros. 1954-64. **Syllabus der pflanzenfamilien**. Berlin: Gebrüder Bornträger.

Pérez, C. 2001. **Técnicas estadísticas con SPSS ®**. Madrid: Prentice Hall; 592 p.

Pérez, C. 2002. **Estadística práctica con Statgraphics**. Madrid: Prentice Hall; 712 p.

Spiegel, R. 1988. **Estadística**. 2ª ed. Mexico: Mc Graw-Hill; 556 p.

**Sesión Temática 8—Estratificación ...—Ruiz, Auz, Castellano, Boticario**

Vélez, R. 2000. **La defensa contra incendios forestales**. Madrid: Mc-Graw-Hill.

Walpole, R.E.; Myers, R.H.; Myers, S.L. 1999. **Probabilidad y estadística para ingenieros**.  
2º ed. Mexico: Prentice Hall Iberoamericana; 739 p.

Bases de datos

Dirección General para la Biodiversidad. **Ministerio de Medio Ambiente. Base de datos de incendios forestales (EGIF)**. Madrid.