

SISTEMA INTEGRADO PARA DETERMINACIÓN DEL PELIGRO DE INCENDIOS FORESTALES

Systeme intégré pour la détermination du danger d'incendies de forêts

par Ricardo VÉLEZ MUÑOZ (*)

1. Introducción

La asignación de recursos en un proceso de planificación requiere la definición previa del problema que se trata de resolver mediante las acciones que se programen. Esa definición, cuando se trata de un problema que afecta al territorio, debe comprender, junto a su cuantificación, una descripción que permita conocer como incide sobre los diversos puntos geográficos de modo absoluto y de modo diferencial. Esta descripción conviene plasmarla en mapas que, en muchos casos, llegan a convertirse en instrumento indispensable de la planificación y de la ejecución.

La lucha contra incendios forestales se organiza típicamente mediante planes de defensa referidos a comarcas caracterizadas por su homogeneidad en cuanto a peligro de incendios. La diferenciación de unas comarcas respecto de otras puede obtenerse precisamente mediante la preparación de mapas que reflejen la distinta intensidad de los factores que definen dicho peligro.

1. Introduction

L'assignation de moyens dans un processus de planification demande une définition préalable du problème à résoudre à l'aide d'un programme d'actions. Cette définition quand elle concerne un problème affectant le territoire doit comprendre, en même temps que sa quantification, une description permettant de connaître son incidence sur les différents points géographiques d'une manière absolue et d'une manière différentielle. Il convient de représenter cette description sur des cartes qui, dans de nombreux cas, deviennent un instrument indispensable de planification et d'exécution.

La lutte contre les incendies de forêts est organisée grâce à des plans de défense qui concernent des régions caractérisées par leur homogénéité quant au danger d'incendie. La différenciation de certaines régions par rapport à d'autres peut être obtenue précisément par la préparation de cartes qui refléchissent la différente intensité des facteurs définissant ce danger.

* Ricardo VELEZ MUÑOZ (*)

Doctor Ingeniero de Montes
Servicio de Incendios Forestales
Instituto nacional para la conservación
de la naturaleza (I.C.O.N.A.)
Ministerio de Agricultura
G.V. San Francisco 35
Madrid 5, España

2. El peligro de incendios forestales

En la iniciación de los incendios influyen las características del combustible vegetal existente en el monte, la probabilidad de esté presente alguna de las causas típicas de incendio y las condiciones meteorológicas de cada momento.

Si los tres factores (combustible vegetal, causas, condiciones meteorológicas) tienen una intensidad baja, el peligro también lo es. Si uno o más de uno crece, el peligro aumenta.

Las condiciones meteorológicas tienen una evolución que se refleja en fenómenos típicos, lluvia, viento, humedad atmosférica, cuya medida permite elaborar un « índice meteorológico de peligro » que informa de la influencia de dicha evolución en el estado del combustible forestal y en el desarrollo de los incendios que puedan iniciarse. La estadística de los índices meteorológicos de peligro junto con la variación temporal de la frecuencia de los incendios aporta a los planes de defensa la información necesaria para fijar las épocas de peligro.

Las causas de incendio hacen aparecer el concepto de riesgo, como probabilidad de que un incendio se origine. Al hablar de causas es preciso entender no sólo los agentes que aportan directamente el fuego al combustible forestal, sino también aquellos hechos que facilitan la ignición y que dan intensidad suficiente a dichos agentes para que su actividad pueda originar un incendio.

Condiciones meteorológicas equivalentes (índice de peligro igual) van acompañadas por incendios en unos casos y no en otros. La razón hay que buscarla en el distinto riesgo de las diferentes situaciones. Riesgo que se deriva, por una parte, del combustible, su especie, disposición, acumulación, y por otra, de los agentes de ignición, personas negligentes, incendiarios, sucesos accidentales.

Igual que las condiciones meteorológicas favorables al incendio suelen presentarse más frecuentemente en una época del año, que se denomina « de peligro », el riesgo suele ser más alto en unos lugares que en otros. Prueba de ello son los mapas que, a lo largo del verano se van llenando de signos de incendio en las emisoras centrales de los Servicios que se ocupan de la extinción y que, comparados año tras años, presentan las acumulaciones de fuego en los mismos lugares casi siempre.

Todas estas consideraciones permiten extraer algunas ideas :

– El peligro de incendios resulta de la conjunción de unas condiciones meteorológicas determinadas con un riesgo de incendios derivado del estado del combustible y de las causas de ignición, tal como se refleja en el esquema.

– Las condiciones meteorológicas para un mismo lugar varían en el tiempo. Su estudio permite establecer indicadores de evolución a lo largo del año.

– El riesgo de incendios es un dato ligado al espacio, ya que en él intervienen factores locales y puede ser, por ello, reflejado en mapas.

La definición del riesgo de incendios se hace como probabilidad de que se origine un fuego de acuerdo con las condiciones básicas del monte. Esta probabilidad puede obtenerse a partir de una distribución de frecuencia, incluyendo el mayor número de datos posible. En el presente trabajo se hace un ensayo de establecimiento de criterios para obtener dicha distribución y reflejarla en mapas.

Si las condiciones de peligro en general, intensidad de las distintas causas y características del combustible forestal, permanecen constantes, el riesgo se convierte en un índice de frecuencia de incendios. Cuanto más frecuentes sean los incendios, mayor será el riesgo. Se deduce que la componente básica para el cálculo del riesgo será dicha frecuencia.

Sobre esta base, si las condiciones citadas varían, se modificará el peligro. Si son más frecuentes las causas más activas de ignición (por ejemplo, incendiarios), el peligro tenderá a crecer. Si los combustibles que arden con más facilidad son más abundantes (por ejemplo, pasto seco) el peligro se incrementará igualmente.

La conclusión operativa será obtener el « riesgo » como frecuencia de incendios. Mediante un « índice de causalidad » y un « índice de inflamabilidad », referidos al mismo territorio que dicha frecuencia, se podrá determinar el grado de peligro, al que se denominará básico por estar ligado al lugar para el que se determina. Combinándolo con el « índice meteorológico de peligro » se obtendrá el « Grado actual de peligro de incendios forestales ». (Ver Esquema).

3. Índice de riesgo

La frecuencia de incendios para un lugar concreto se obtendrá a partir del número de incendios de cada año, ya que éste es el período habitual en la estadística. El « índice de frecuencia » de incendios será, por tanto,

$$F_i = \frac{\sum_1^a n_i}{a}$$

siendo

F_i = Frecuencias de incendios

n_i = Número de incendios en cada año

a = Número de años.

4. Índice de causalidad

El « índice de causalidad » se obtendrá teniendo en cuenta la frecuencia de incendios para cada una de las causas presentes en el lugar estudiado, ponderada según la peligrosidad específica de cada causa en el conjunto del país. Su expresión será :

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_1^c \frac{\sum_c n_{ic}}{n_i}$$

Siendo

C_i = Índice de causalidad

c = Coeficiente de peligrosidad específica de cada causa

n_{ic} = Número de incendios de cada causa en cada año

n_i = Número de incendios en cada año

a = Número de años

La clasificación de causas, que se considera, es la utilizada en la estadística de incendios del ICONA, agrupando los incendios derivados del « Ferrocarril » y de « otras causas » en una sola categoría, denominada « Accidente ».

2. Le danger d'incendies de forêts

A l'éclosion des incendies de forêts contribuent les caractéristiques du combustible végétal existant dans le bois, la probabilité de la présence d'une des causes typiques d'incendie et les conditions météorologiques de chaque moment.

Si les trois facteurs (combustible végétal, causes, conditions météorologiques) ont une faible intensité le danger est également peu élevé. Si l'un des facteurs, ou plus, augmente, le danger croît aussi.

Les conditions météorologiques ont une évolution dynamique qui se reflète par des phénomènes typiques, pluie, vent, humidité atmosphérique, dont la mesure permet d'élaborer un « indice météorologique de danger » lequel informe de l'influence de cette évolution sur l'état du combustible forestier et sur le développement des incendies qui peuvent naître. La statistique des indices météorologiques de danger ajoutée à la variation temporelle de la fréquence des incendies, apporte aux programmes de défense l'information nécessaire pour fixer les périodes de danger.

Les causes d'incendie font apparaître le concept de risque comme probabilité d'éclosion d'un incendie. En parlant de causes, il faut comprendre non seulement les agents porteurs directs du feu au combustible forestier mais aussi les faits qui facilitent l'ignition et donnent une intensité suffisante à ces agents pour que leur activité puisse donner naissance à un incendie.

Des conditions météorologiques équivalentes (indice de danger égal) sont accompagnées d'incendie presque toujours dans certains cas et rarement dans d'autres. Il faut en chercher la raison dans le différent risque de ces situations, risque dérivant, d'une part, du combustible, de son espèce, de sa disposition, et son accumulation, et, d'autre part, des agents d'ignition, personnes négligentes, pyromanes, événements fortuits.

De même que les conditions météorologiques favorables à l'incendie se présentent habituellement d'une façon plus fréquente à une époque de l'année dénommée « période de danger », le risque est

aussi habituellement plus élevé à certains endroits qu'à d'autres. Cela est démontré par les cartes qui, au cours de l'été, se remplissent de signes d'incendies dans les émetteurs centraux des Services chargés de l'extinction et qui, comparées d'une année à l'autre, présentent des accumulations de feux presque toujours aux mêmes endroits.

Toutes ces considérations permettent d'extraire quelques idées :

- Le danger d'incendies est le résultat de la conjonction de certaines conditions météorologiques déterminées et du risque d'incendie dérivé de l'état du combustible et des causes d'ignition comme le montre le schéma.
- Les conditions météorologiques à un même endroit varient dans le temps et leur étude permet d'établir des indicateurs d'évolution au cours de l'année.
- Le risque d'incendies est une donnée liée à l'espace puisqu'y interviennent des facteurs locaux et par conséquent il peut se représenter sur des cartes.

La définition du risque d'incendies équivaut à la probabilité de l'éclosion d'un feu en accord avec les conditions de base de la forêt. Cette probabilité peut être obtenue à partir d'une distribution de fréquence, y incluant le plus grand nombre possible de données. Dans cet exposé nous essayons d'établir des critères pour obtenir cette distribution et la représenter sur des cartes.

Si les conditions de danger en général, l'intensité des différentes causes et les caractéristiques du combustible forestier demeurent constantes, le risque se convertit en un indice de fréquence d'incendies. Plus les incendies seront fréquents, plus le risque sera grand. On en déduit que le composant de base pour le calcul de risque sera cette fréquence. En s'appuyant sur cette base, on peut voir que le danger se modifiera si les causes mentionnées varient; si les causes d'ignition les plus actives (par exemple, pyromanes) sont plus fréquentes, le danger tendra à augmenter; si les combustibles qui brûlent plus facilement sont plus abondants (par exemple, herbes sèches) le danger augmentera également.

La conclusion opérative va consister à déterminer le « risque » comme la fréquence d'incendies. En utilisant un « in-

dice de causalité » et un « indice d'inflammabilité » concernant le même territoire que ladite fréquence, on pourra calculer le degré de danger que l'on dénommera degré de base déterminé pour cet endroit spécifique. En le combinant avec l'« indice météorologique de danger » on obtiendra le « degré actuel de risque d'incendies de forêts » (voir schéma ci-dessous).

3. Indice de risque

La fréquence d'incendies pour un lieu concret sera calculée à partir du nombre d'incendies de chaque année, période habituelle employée en statistique. L'« indice de fréquence » d'incendie sera donc :

$$F_i = \frac{\sum n_i}{a}$$

F_i = Fréquence d'incendies;
 n_i = Nombre d'incendies par an;
 a = Nombre d'années.

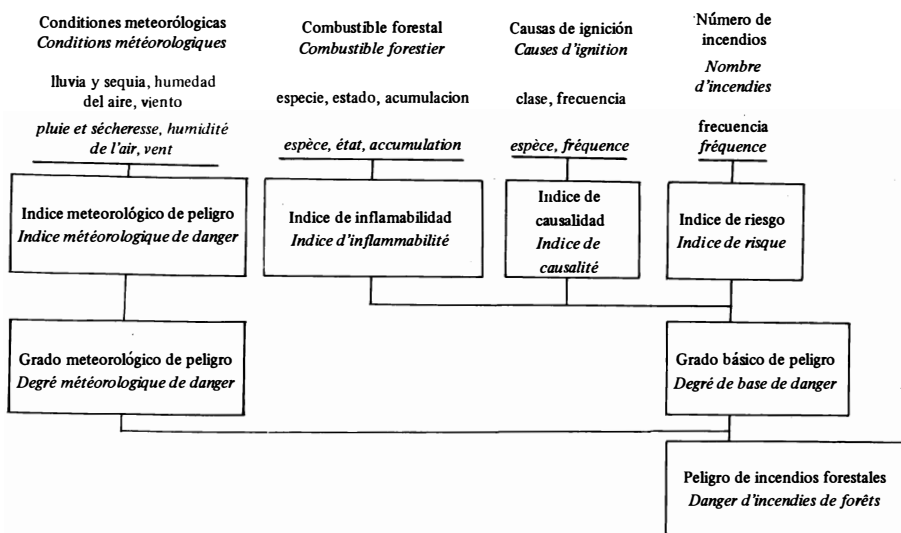
4. Indice de causalité

L'« indice de causalité » sera obtenu en tenant compte de la fréquence d'incendies pour chacune des causes présentes à l'endroit étudié, calculée selon le danger spécifique de chaque cause dans l'ensemble du pays. Son expression sera :

$$C_i = \frac{1}{a} \sum \frac{\sum c \cdot n_{ic}}{n_i}$$

C_i = Indice de causalité;
 C = Coefficient de danger spécifique de chaque cause;
 n_{ic} = Nombre d'incendies de chaque cause, chaque année;
 n_i = Nombre d'incendies chaque année;
 a = Nombre d'années.

La classification de causes utilisée est celle de la statistique d'Incendies d'ICONA (Institut de Conservation de la Nature) mais nous en avons groupé les incendies dérivés du « Chemin de fer » et d'« Autres causes » en une seule catégorie dénommée « Accidents ».



Cuadro N° I. – Causas de los incendios.

Tableau I. – Causes des incendies.

CAUSAS CAUSES	1970 %	1971 %	1972 %	1973 %	1974 %	1975 %	1976 %	1977 %	1978 %	1979 %
Rayo – <i>Foudre</i>	3	5	3	4	3	6	10	2	2	3
Negligencias – <i>Négligences</i>	34	36	25	36	31	27	21	29	16	13
Ferrocarril – <i>Chemin de fer</i>	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Intencionados – <i>Volontaires</i>	12	12	15	20	27	28	30	30	45	42
Otras – <i>Autres causes</i>	3	3	3	2	3	2	1	2	1	1
Desconocidas – <i>Inconnues</i>	47	42	53	38	35	36	36	36	36	41
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

5. Índice de inflamabilidad

El « índice de inflamabilidad » ha de tener en cuenta la presencia relativa de las distintas formaciones forestales, tanto arbóreas como arbustivas y herbáceas, caracterizadas por la especie predominante, si es necesario. La comparación de las superficies quemadas con las existentes durante un período largo permite obtener unos índices relativos de peligrosidad de cada formación, cuya aplicación a las superficies del lugar estudiado se puede hacer con la siguiente expresión :

$$E_i = \frac{\sum e S_{fe}}{S_f}$$

siendo

- e_i = Índice de inflamabilidad
 e = Coeficiente de peligrosidad relativa de cada formación forestal
 S_{fe} = Superficie forestal de cada formación
 S_f = Superficie forestal total

6. Datos utilizables

Para la obtención de los datos necesarios hay que tener en cuenta que la estadística de incendios dispone desde el año 1974 de datos localizados por cuadrículas del Mapa Militar 1 : 200 000. Los datos referentes a causas de incendios (Cuadro n° I) y especies afectadas (Cuadro n° II) se tienen con carácter general desde el año 1968. Por evolucionar las causas de modo apreciable a lo largo del tiempo, parece conveniente utilizar su distribución en el mismo período que el de los datos de localización. En cambio la distribución de especie forestales no experimenta variación apreciable en un período tan corto como es el que va desde 1968 hasta el presente, lo que permite utilizar los datos de incendios en cada una de ellas que se tienen desde esa fecha.

Para relacionar los datos anteriores con la superficie forestal se puede aprovechar la información del Inventario Forestal Nacional. Esta incluye superficies por especies según fotogramas de distintos vuelos. Asimismo puede utilizarse el Mapa de cultivos de la Producción Agraria editado en escala 1 : 50 000 y que incluye también la superficie forestal por especie.

7. Valores de los coeficientes

7.1. Coeficientes atribuibles a las distintas causas

Los coeficientes de peligrosidad específica (c) de cada causa se han estimado con las siguientes consideraciones :

El índice de causalidad ha de conciliar la peligrosidad intrínseca de cada tipo de causa y la frecuencia con que éstas se presentan.

Dicha peligrosidad puede medirse por la eficacia para incendiar que cada una tiene, considerando el monte en condiciones iguales para todas ellas.

Incendiaros : dada su intención, los medios y circunstancias de que se valen, se puede afirmar que producen un incendio cada que actúan. Su eficacia sería próxima al 100 %.

Negligencias : afortunadamente muchas negligencias no producen incendio por diversidad de motivos. De los muchos cigarrillos encendidos arrojados desde los coches que atraviesan zonas forestales sólo unos cuantos prenden el monte. Lo mismo ocurre con las hogueras que encienden excursionistas, pastores, etc. Más frecuente es que una quema mal hecha se pase al monte. De todas formas, las negligencias son bastante peligrosas porque se producen en actividades en las que se emplea fuego directamente y que además están concentradas en la época de mayor peligro meteorológico. Se les puede atribuir una eficacia del 50 %.

Accidentes : La eficacia es muy pequeña, ya que generalmente hay precauciones para que no ocurran. Por ejemplo, de los miles de kilómetros de líneas eléctricas, pocas veces una rotura causa un incendio porque las compañías están interesadas en que no se produzca dicha avería, para mantener el suministro de energía, y procuran conservar en buenas condiciones las líneas. Se le puede atribuir una eficacia del 10 %.

Rayo : Sería preciso establecer la relación entre el número de rayos que caen en zonas forestales y el número de incendios que producen. Según datos del Instituto Nacional de Meteorología, la máxima concentración de tormentas con fenómenos eléctricos se da en el verano (más del 50 % casi todos los años). En esa misma época es cuando se registran incendios por rayos. Sin embargo, el número de tormentas es muy alto en relación con el de incendios ya que, con frecuencia, originan lluvia que evita el efecto inflamador del rayo. Se les puede atribuir una eficacia del 10 % teniendo en cuenta el Cuadro n° III.

Cuadro N° II. – Superficies incendiadas por especies (ha.).

Tableau II. – Superficies incendiées par espèces (ha).

ESPECIES ESPÈCES	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
<i>Pinus sylvestris</i>	4 515	1 756	2 219	2 963	9 045	9 070	13 293	997	31 742	11 499
» <i>uncinata</i>	37	0	0	4	4	7	8	0	185	0
» <i>pinea</i>	1 195	371	1 225	2 074	4 047	959	742	1 176	1 457	2 375
» <i>halepensis</i>	17 172	4 216	1 955	11 880	15 211	9 906	11 571	5 699	50 689	55 245
» <i>nigra</i>	1 013	792	90	932	771	841	393	559	2 721	1 388
» <i>pinaster</i>	6 616	3 111	8 282	13 343	21 964	64 196	38 419	7 540	45 720	34 386
» <i>canariensis</i>	1 360	39	65	109	93	5 319	29	201	457	325
» <i>radiata</i>	1 189	1 873	2 445	3 554	2 950	10 401	9 710	3 763	10 629	6 719
Otras coníferas	51	61	7	119	57	22	543	7	75	129
<i>Autres conifères</i>										
<i>Eucalyptus</i> sp.	633	493	1 277	1 592	2 728	6 195	2 936	2 623	6 086	3 434
<i>Quercus ilex</i>	8	158	7	15	58	52	390	786	2 578	258
» <i>suber</i>	185	176	275	3 639	1 145	2 977	708	2 331	2 048	659
Otras frondosas	456	148	201	336	515	1 142	1 121	772	4 877	3 162
<i>Autres feuillus</i>										
Matorral	40 558	14 020	30 208	38 075	64 973	58 865	63 292	26 004	214 217	120 408
Pastizal	8 201	4 267	5 955	8 458	11 471	10 809	15 763	13 722	45 018	16 590
<i>Pâturages</i>										

5. Indice d'inflammabilité

L'« indice d'inflammabilité » doit tenir compte de la présence relative des différentes formations forestières, arborescentes, arbustives et herbacées, caractérisées par l'espèce dominante si cela est nécessaire. La comparaison des superficies brûlées avec les superficies existantes pendant une longue période, permet d'obtenir des indices relatifs de danger pour chaque formation dont l'application aux superficies de l'endroit étudié peut se faire par l'expression suivante :

$$E_i = \frac{\sum e S_{fe}}{S_{sf}}$$

E_i = Indice d'inflammabilité;

e = Coefficient de danger relatif à chaque formation forestière;

S_{fe} = Superficie forestière de chaque formation;

S_{sf} = Superficie forestière totale.

6. Données utilisables

Pour obtenir les données nécessaires il faut tenir compte du fait que la statistique d'incendies dispose depuis 1974 de données localisées sur les quadrillés de la Carte Militaire 1/200 000. Les données concernant les causes d'incendies (Tableau 1) et les espèces affectées (Tableau 2) sont appréciées comme caractère général depuis l'année 1968. Etant donné l'évolution des causes de façon appréciable au cours du temps, il semble convenable d'utiliser leur distribution dans la même période que celle dont on dispose de données de localisation. Par contre, la distribution des espèces forestières ne subit pas de variation notable dans une période aussi courte que celle qui va de 1968 à aujourd'hui ce qui permet d'utiliser les données d'incendies que l'on en a depuis cette date.

Pour comparer les données antérieures et la superficie on peut utiliser l'information de l'Inventaire Forestier National, laquelle présente les surfaces par espèces selon les photographies de différents vols. On peut également employer la Carte de Cultures de la Direction générale de la Production Agricole éditée à l'échelle 1/50 000, la superficie forestière y étant aussi incluse.

7. Valeur des coefficients

7.1. Coefficients attribuables aux différentes causes.

Les coefficients de danger spécifique (c) de chaque cause ont été estimés selon les considérations suivantes :

L'indice de causalité doit concilier le danger intrinsèque de chaque type de cause et la fréquence de leur apparition.

Ce danger peut être mesuré par l'efficacité de chacune à provoquer l'incendie, la forêt étant considérée en identiques conditions pour toutes.

Pyromanes : Etant donné leur intention, les moyens et les circonstances dont ils se servent, on peut affirmer qu'ils produisent l'incendie toutes les fois qu'ils agissent. Leur efficacité serait proche du 100 %.

Négligences : Heureusement, beaucoup de négligences ne produisent pas d'incendies pour diverses raisons. Sur les nombreuses cigarettes jetées des voitures traversant des zones forestières seules quelques-unes, allument un feu en forêt. Il se passe la même chose pour les feux de bois allumés par les excursionnistes, les bergers, etc. Il est plus fréquent qu'un « petit feu » mal contrôlé gagne la forêt. De toute façon les négligences sont assez dangereuses car elles se produisent par des activités où l'on emploie directement le feu et qui

en outre sont concentrées à l'époque de plus grand danger météorologique. On peut leur attribuer une efficacité de 50 %.

Accidents : L'efficacité est très faible puisque généralement on prend les précautions pour les prévenir. Par exemple, rarement une rupture des milliers de kilomètres de lignes électriques provoque un incendie, car, les compagnies ont intérêt à ce que cet accident ne se produise pas pour maintenir la distribution de l'énergie et par conséquent essaient de conserver les lignes en bonnes conditions. On peut leur attribuer une efficacité de 10 %.

Foudre : Il serait nécessaire d'établir la relation entre le nombre de fois où la foudre tombe sur les zones forestières et le nombre d'incendies produits. Selon les données de l'Institut National de Météorologie la plus grande concentration d'orages avec phénomènes électriques a lieu en été (plus de 50 % presque tous les ans). C'est à cette même époque que l'on enregistre des incendies par la foudre. Cependant le nombre d'orages est très élevé en rapport avec celui des incendies car, fréquemment, ils provoquent la pluie qui évite l'effet inflammatoire de la foudre. On peut leur attribuer une efficacité de 10 % tenant compte du tableau III.

Cuadro N° III. – Tormentas registradas por años agrícolas (*).

(Fuente : Instituto Nacional de Meteorología).

Tableau III. – Orages enregistrés par années agricoles (*).

(Source : Institut National de Météorologie).

Año	1976-77	34 993
Année	1977-78	28 003
	1978-79	30 573

(*) Comienza en setiembre y concluye en agosto del año siguiente.

Les mesures commencent en septembre et se terminent en août de l'année suivante.

En esta estimación desde luego sólo se correlaciona número de incendios y de tormentas, sin tener en cuenta el estado del combustible (densidad y humedad). En el estudio de Fuquay citado en la bibliografía se incluyen estos parámetros en un modelo matemático para las Montañas Rocosas (USA). A medida que progresen los estudios ya iniciados por INIA e ICONA sobre combustibilidad de las distintas especies se podrá afinar dicha estimación. Dicho valor promedio del 10% es obtenido en el citado trabajo para combustible forestal con el 15% de humedad, con una densidad aparente (1) de 0,128 g/cm³, lo cual es bastante alto, y requiere la presencia de arbolado. En matorral y en pastizal con la misma humedad, la probabilidad subiría al 40% y al 80% respectivamente.

Causas desconocidas: Al no conocerse en estos casos el origen del incendio, no puede medirse su peligrosidad, sin embargo con una mejor investigación se clasificarían en una u otra causa. Ignorarlas sería establecer una desviación importante a favor de las provincias donde la investigación ha sido menos eficiente. Lo más prudente parece asimilarlas a las negligencias.

En consecuencias los coeficientes serían :

Tipo de causa	c
Incendiaros	10
Negligencias	5
Accidentes	1
Rayo	1
Desconocidas	(5)

La aplicación de estos coeficientes a la expresión de Ci daría distintos valores según los siguientes supuestos :

- todos los incendios originados por incendiarios : Ci = 10
- todos los incendios originados por negligencias : Ci = 5
- todos los incendios originados por accidentes o por rayo : Ci = 1

De acuerdo con ésto se podría establecer la siguiente escala de peligrosidad :

Ci	Peligrosidad de las causas
9-10	Grave
5-8	Alta
3-4	Moderada
1-2	Baja

7.2. Coeficientes atribuibles a las distintas formaciones forestales

Los coeficientes de inflamabilidad (e) se deducen de la información contenida en el cuadro nº II, en el que se expresan las superficies recorridas por el fuego en cada formación, comparada as con las superficies existentes, de cada especie según la estadística forestal. Se prescinde en la comparación de los últimos años que introducen fuertes desviaciones, tanto en las superficies quemadas, como en las existencias, debido a los grandes incendios de Levante.

(1) Densidad aparente Biomasa por unidad de volumen ocupada en el espacio tal como se presenta en el monte, es decir, con todos los huecos que hay entre los tallos y hojas de la vegetación « in situ ».

Formaciones forestales en las que predomine e

<i>Pinus sylvestris</i>	3
<i>Pinus uncinata</i>	0
<i>Pinus pinea</i>	4
<i>Pinus halepensis</i>	7
<i>Pinus nigra</i>	1
<i>Pinus pinaster</i>	6
<i>Pinus canariensis</i>	1
<i>Pinus radiata</i>	7
Otras coníferas	1
<i>Eucalyptus</i> sp.	2
<i>Quercus ilex</i>	1
<i>Quercus suber</i>	1
Otras frondosas	0
Matorral	10
Pastizal	10

La atribución del valor cero a algunas especies no significa que sean incombustibles, sino que vegetan en condiciones donde la ignición es - muy difícil. Generalmente se trata de alta montaña con baja temperatura (como el *Pinus uncinata*) o lugares muy húmedos (como abedules, chopos, robles, castaños, etc.). Asimismo hay pinares que están asociados habitualmente con espeso matorral (el máximo de la escala), lo que facilita la iniciación del incendio y su propagación, mientras que otros, por su espesura o por la condición de los suelos que colonizan eliminan o mantienen reducido el sotobosque. Este coeficiente se estima para condiciones naturales sin trabajos de ordenación preventiva o de aprovechamiento. Por ejemplo, las formaciones de *Pinus canariensis* son fácilmente inflamables por la espesa capa de pinocha que cubre el suelo. Sin embargo, el aprovechamiento que se hace de ella, permite reducir el peligro al conservar limpio el suelo.

El pastizal de que se trata en el cuadro es el natural, situado en las altitudes donde crecen las principales especies arbóreas. No incluye los prados del Cantábrico o de Galicia, ni las praderas de alta montaña, ni los mantenidos por riego artificial. Es decir, se refiere a aquéllos aprovechables estacionalmente y que en verano están secos, ocasión que suelen utilizar los pastores para quemarlos con el fin de favorecer su regeneración.

Aplicando los valores de « e » a la expresión, de Ei se puede establecer la misma escala que para Ci.

Ei	Inflamabilidad de las formaciones vegetales
9 - 10	Muy alta
5 - 8	Alta
3 - 4	Moderada
1 - 2	Baja

8. Cálculo del Grado básico de peligro de incendios

Se determinará por la expresión :

$$Pbi = \frac{1}{3} (Ei + Ci + Fi)$$

Su escala será análogamente :

Pbi	Grado básico de peligro
≥ 9	Muy alto
5 - 8	Alto
3 - 4	Moderado
1 - 2	Bajo

Dans cette estimation évidemment on établit la relation entre incendies et orages sans tenir compte du combustible (densité, humidité). Dans l'étude de Fuquay citée dans la bibliographie on inclut ces paramètres dans un modèle mathématique pour les Montagnes Rocheuses (USA). A mesure que progresseront les études commencées par l'INIA (Institut National d'Investigation Agricole) et ICONA sur la combustibilité des différentes espèces, on pourra affiner cette estimation. Selon ces travaux on obtient une valeur moyenne de 10% pour le combustible forestier à 15% d'humidité et de 0,128 g/cm³ de densité apparente (1) ce qui est assez élevé et suppose la présence d'arbres car dans les maquis et pâturage avec le même degré d'humidité, la probabilité s'élèverait à 40% et 80% respectivement.

Causes inconnues: Dans ce cas, comme l'on ignore l'origine de l'incendie il est impossible de mesurer leur danger. Cependant grâce à une meilleure investigation on pourrait les classer en l'une ou l'autre cause car en les passant sous silence on établirait une déviation importante à faveur des provinces où la recherche a été moins efficace. Il semble donc de les assimiler aux négligences. En conséquence les coefficients seraient :

Type de cause	c
Pyromanes	10
Négligences	5
Accidents	1
Foudre	1
Inconnues	(5)

L'application de ces coefficients à l'expression de C_i donnerait différentes valeurs selon les suppositions suivantes :

- Tous les incendies provoqués par des pyromanes : C_i = 10
- Tous les incendies provoqués par des négligences : C_i = 5
- Tous les incendies provoqués par des accidents ou par la foudre : C_i = 1

En accord avec ces données on peut établir l'échelle suivante de risque de danger :

(1) Densité apparente : Biomasse par unité de volume occupé dans l'espace tel qu'il apparaît dans la forêt, c'est-à-dire avec tous les creux qui existent entre les tiges et les feuilles de la végétation « in situ ».

C _i	Danger des causes
9-10	Grave
5-8	Elevé
3-4	Moyen
1-2	Faible

7.2. Coefficients attribuables aux différentes formations forestières

Les coefficients d'inflammabilité (e) sont déduits de l'information contenue dans le tableau II où sont exprimées les surfaces parcourues par le feu pour chaque formation de chaque espèce comparée aux superficies existantes, selon la statistique forestière. Dans la comparaison on ne tient pas compte des dernières années qui introduisent de grandes déviations tant pour les surfaces brûlées que pour les existantes à cause des grands incendies du Levant.

Formation forestière où prédominent e	e
<i>Pinus sylvestris</i>	3
<i>Pinus uncinata</i>	0
<i>Pinus pinea</i>	4
<i>Pinus halepensis</i>	7
<i>Pinus nigra</i>	1
<i>Pinus pinaster</i>	6
<i>Pinus canariensis</i>	1
<i>Pinus radiata</i>	7
Autres conifères	1
<i>Eucalyptus sp.</i>	2
<i>Quercus ilex</i>	1
<i>Quercus suber</i>	1
Autres feuillus	0
Buissons, maquis	10
Pâturage	10

L'attribution de la valeur 0 à certaines espèces ne signifie pas qu'elles soient incombustibles mais qu'elles végètent dans des conditions qui rendent l'ignition très difficile. Généralement il s'agit de haute montagne à basse température (comme le *Pinus uncinata*) ou de lieux très humides (comme les bouleaux, peupliers, chênes, châtaigniers, etc). De même, il y a des pinèdes associées normalement au maquis épais (le maximum de l'échelle) ce qui

facilite l'éclosion de l'incendie et sa propagation, tandis que d'autres par leur épaisseur ou par la condition du sol colonisé éliminent le sous-bois ou tout au moins le réduisent considérablement. Ce coefficient est calculé pour des conditions naturelles sans travaux d'aménagement pour la prévention ou l'utilisation. Par exemple, les formations de *Pinus Canariensis* sont facilement inflammables à cause de l'épaisse couche d'aiguilles de pins couvrant le sol. Cependant l'utilisation qu'on en fait permet de réduire le danger en maintenant la propreté du sol.

Le pâturage dont il s'agit dans le tableau est le pâturage naturel aux altitudes où végètent les principales espèces d'arbres. Il ne comprend pas les prés du Cantabrique ou de la Galice, ni les prés de haute montagne, ni ceux qui sont maintenus par arrosage artificiel. En effet, il s'agit de ceux qui sont utilisés d'une façon saisonnière et dont les bergers profitent de leur sécheresse en été pour les brûler afin de favoriser leur régénération.

En appliquant les valeurs de « e » à l'Expression de E_i on peut établir la même échelle que pour C_i.

E _i	Inflammabilité des formations végétales
9-10	Très élevée
5-8	Elevé
3-4	Moyenne
1-2	Faible

8. Calcul de base du danger d'incendies

On le déterminera par l'expression suivante :

$$Pb_i = \frac{1}{3} (E_i + C_i + F_i)$$

Son échelle sera de façon analogue :

Pb _i	Degré de base de danger
> 9	Très élevé
5-8	Elevé
3-4	Moyen
1-2	Faible

9. Grado meteorológico de peligro

Se puede determinar por el método actualmente vigente (Índice canadiense corregido por la sequía prolongada y el viento de dirección desfavorable) o por el método en experimentación, basado en el australiano, siguiendo recomendaciones de la Consulta Técnica FAO/UNESCO sobre incendios forestales 1.977.

10. Aplicación de estos criterios a un territorio concreto

10.1 Descripción de la zona elegida

Los criterios indicados se han aplicado a una hoja del Mapa Militar 1 : 200 000. Se ha elegido la hoja « 4-6. Avila » (Mapa 1), que comprende territorios de cinco provincias, Avila Cáceres, Madrid, Salamanca y Toledo; en su mayor parte terreno montañoso del Sistema Central, con alturas desde 300 m hasta 2 592 m (Pico Almanzor en la Sierra de Gredos). Incluye el Valle del río Tíetar, que constituye un enclave de clima mediterráneo templado dentro del continental de la Meseta. Desde el punto de vista forestal es muy interesante, ya que sustenta extensas masas naturales de *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* y *Castanea sativa*, con algo de *Pinus sylvestris*, apareciendo también *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* y enclaves de *Quercus suber*. Al Oeste, en la provincia de Cáceres, hay importantes repoblaciones de *Pinus pinaster* principalmente, con una edad media de 20 años.

Se trata de una zona bastante poblada por su riqueza agrícola y muy visitada en el verano por excursionistas y veraneantes, dadas sus bellezas naturales (p. ej. Sierra de Gredos), históricas (p. ej. Toros de Guisando) y folklóricas (p. ej. Candelario).

Es zona en la que hay bastantes incendios forestales, sin ser de las más castigadas de España.

El número de incendios en los últimos años en el área forestal comprendida por la hoja « 4-6. Avila » ha sido :

Año	Número de incendios
1.974	102
1.975	106
1.976	82
1.977	50
1.978	193
1.979	179

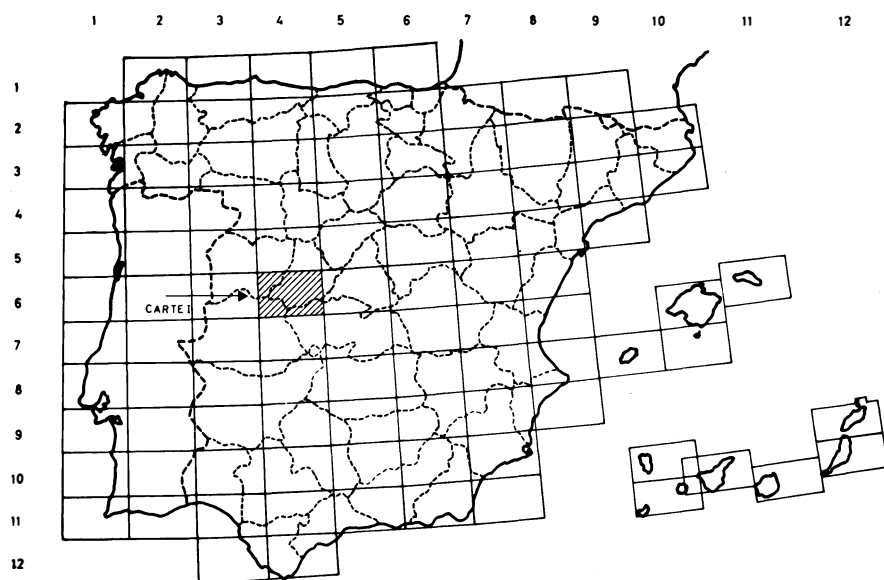
El descenso en 1.977 se debió a causas meteorológicas, que se hicieron sentir en toda España.

Las causas de los incendios han evolucionado de modo similar al conjunto de España. Antes de 1.976 el número de incendios intencionados no pasaba del 15 %. Por el contrario en 1.978 ha llegado al 43 %. En cuanto a defensa contra incendios, en la provincia de Cáceres han comenzado intensos trabajos de ordenación del combustible desde hace cinco años, iniciándose más tarde en el resto. Existen cuadrillas-retén para extinción dotadas con herramientas y extintores y apoyadas por vehículos contra incendios. En caso de necesidad intervienen aviones Canadair CL-215 desde la base de Torrejón de Ardoz para apoyar a las fuerzas de tierra. No pueden realizar nunca un primer ataque por la distancia, unos 100 km desde Torrejón hasta el centro de la zona comprendida en el mapa. No obstante hay embalses utilizables en ella (Rosarito, Burguillo, Santa Teresa) que permiten una acción eficaz de los aviones cuando llegan. Como resultado se consiguió en 1.978 una superficie media por incendio inferior a las 15 ha, que es menor que la media nacional.

En esta zona los incendios han producido varios muertos.

10.2 Mapa de riesgo

El Mapa 2 recoge los valores de Fi por cuadrículas, agrupadas en zonas según la escala que figura en él. Rigurosamente habría que considerar cada cuadrícula con independencia de las limitrofes, ya que los datos se poseen para la cuadrícula en conjunto. Sin embargo, conociendo el área, se pueden trazar las líneas que unen puntos de igual grado de la escala Fi, obteniendo zonas que indican la tendencia del riesgo, aun cuando sus límites no sean absolutamente precisos sobre el terreno.



Mapa 1. - Distribución de incendios forestales según hojas del mapa militar.

Carte 1. - Distribution des incendies de forêts selon les feuilles de la carte militaire.

1/200 000.

9. Degré météorologique de danger

On peut le déterminer par la méthode actuellement en vigueur (indice canadien corrigé par la sécheresse prolongée et le vent en direction défavorable) ou par la méthode en expérimentation basée sur l'indice australien suivant les recommandations de la Consultation technique FAO/UNESCO sur les incendies forestiers 1977.

10. Application de ces critères à un territoire concret

10.1. Description de la zone choisie

Les critères indiqués ont été appliqués à une feuille de la Carte Militaire 1/200 000. On a choisi la feuille «4-6 Avila» (Carte 1) qui comprend un territoire appartenant cinq provinces, Avila, Cáceres, Madrid, Salamanque et Tolède; un terrain montagneux du Système Central en majeure partie, avec des hauteurs de 300 m à 2 595 m (Pic Almanzor dans la Sierra de Gredos). La vallée du Fleuve Tiétar y est comprise, laquelle constitue une enclave de climat méditerranéen dans le climat continental de la Meseta. Du

point de vue forestier il est très intéressant car on y trouve de grandes masses naturelles de *Pinus pinaster*, *Pinus pinea* et *Castanea sativa*, ainsi que quelques zones de *Pinus sylvestris* et également de *Quercus pyrenaica*, *Quercus ilex* et des enclaves de *Quercus suber*. A l'ouest, dans la province de Cáceres il y a d'importants reboisements, de *Pinus pinaster* principalement, d'un âge moyen de 20 ans.

Il s'agit d'une zone assez peuplée à cause de sa richesse agricole et très visitée en été par excursionnistes et estivants, conséquence de ses beautés naturelles (p.e. Sierra de Gredos) historiques (p.e. Toros de Guisando) et folkloriques (p.e. Candalaria).

C'est une région où il y a assez d'incendies de forêts sans être l'une des plus éprouvées de l'Espagne.

Le nombre d'incendies, ces dernières années, sur la surface forestière comprise sur la feuille «4-6 Avila» a été le suivant :

Année	Nombre d'incendies
1974	102
1975	106
1976	82
1977	50
1978	193
1979	179

La diminution en 1977 est due aux causes météorologiques qui se firent sentir dans toute l'Espagne.

Les causes d'incendies ont évolué de façon similaire à l'ensemble de l'Espagne. Avant 1975 le nombre d'incendies provoqués ne dépassait pas 15%. Par contre

en 1978 il atteignit 43%. Quant à la défense contre les incendies, d'intenses travaux ont commencé depuis cinq ans pour réduire le combustible dans la province de Cáceres et plus tard dans le reste de la région étudiée. Il existe des patrouilles de surveillance permanente pour l'extinction, disposant des accessoires nécessaires et extincteurs et appuyés par des véhicules contre incendies. En cas de nécessité, des avions Canadair CL-215 de la base de Torrejón de Ardoz interviennent pour appuyer les forces de terre. Cependant ils ne peuvent jamais réaliser une première attaque à cause de la distance, 100 km environ de Torrejón au centre de la zone comprise sur la carte. Par contre, quand ils arrivent, les avions peuvent agir efficacement grâce aux barrages existants (Rosarito, Burguillo, Santa Teresa). En 1978 on a obtenu un résultat inférieur à 15 ha de surface par incendie, moyenne inférieure à la moyenne nationale.

Dans cette zone les incendies ont provoqué plusieurs morts.

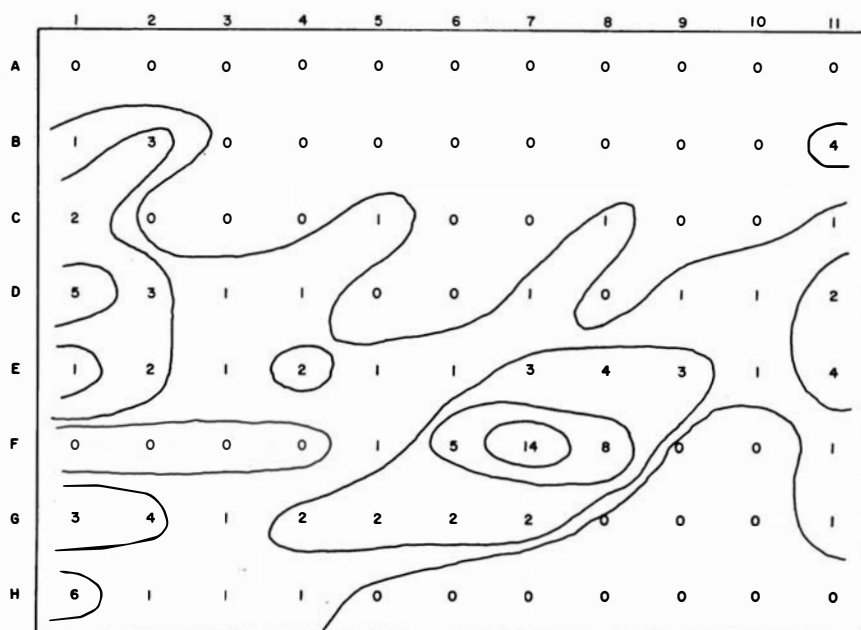
10.2. Carte de risque

La Carte 2 recueille les valeurs de F_i en quadrillés groupés en zones selon l'échelle. Il faudrait considérer rigoureusement chaque quadrillé indépendamment des limitrophes puisque les données existent pour le quadrillé dans son ensemble. Cependant, connaissant la surface, on peut tracer les lignes qui unissent les points de degré égal de l'échelle F_i et on obtient des zones indiquant la tendance du risque même si leurs limites ne sont pas absolument précises sur le terrain.

Mapa 2. - Zonas de riesgo de incendios forestales (F_i).

Carte 2. - Zonas de riesgos d'incendies de forêts (F_i).

F_i	Riesgo
	Risque
< 1	Muy bajo
	Très faible
1	Bajo
	Faible
2- 4	Moderado
	Moyen
5-10	Alto
	Elevé
11-20	Muy alto
	Très élevé
> 20	Extremo
	- Extrême.



% años % années	Riesgo Risque	Muy bajo Très faible (< 1)	Bajo Faible (1)	Moderado Moyen (2-4)	Alto Elevé (5-10)	Muy Alto Très élevé (11-20)	Extremo Extrême (> 20)
0 - 10.....		0	0	0	2	4	-
11 - 20.....		0	0	0	2	4	-
21 - 30.....		0	0	1	3	8	-
31 - 40.....		0	0	1	4	8	-
41 - 50.....		0	0	1	5	14	-
51 - 60.....		0	1	2	6	14	-
61 - 70.....		0	1	3	7	16	-
71 - 80.....		0	1	3	8	16	-
81 - 90.....		0	2	4	10	29	-
91 - 100.....		1	3	5	12	29	-

Cuadro Nº IV. - Distribución acumulativa de frecuencias anuales de incendios por grados de riesgo.

Tableau IV. - Distribution cumulative de fréquences annuelles d'incendies par degrés de risque.

Este Mapa 2 confeccionado en papel vegetal y superpuesto al Mapa 1 permite conocer los puntos de mayor riesgo potencial, donde deben extremarse las medidas de prevención y disponer de los medios de extinción más potentes.

El Cuadro nº IV recoge la distribución acumulativa de frecuencias anuales de incendios por grados de riesgo.

Estos se han establecido a la vista de los existentes en el mapa y de los obtenidos en otras pruebas realizadas con datos de Galicia y del País Valenciano (zonas de peligro).

Riesgo	Frecuencia anual de incendios
Muy bajo	< 1
Bajo	1
Moderado	2 - 4
Alto	5 - 10
Muy alto	11 - 20
Extremo	> 20

El Cuadro nº IV se obtenido a partir de 440 datos de los 5 años utilizados para el mapa. Cuando estos criterios se manejen para toda España el volumen de datos superará los 36 000 datos, lo que permitirá obtener una distribución de frecuencia altamente fiable.

En el Cuadro los valores promedio de las distintas clases de riesgo se presentan para el nivel del 70 % de los años. Ello significa, por ejemplo para el riesgo Moderado, que en el 70 % de los años el número de incendios es 3 ó menos. En el 30 % restante puede ser superior. Sólo en un 10 % de los años será igual a 5 y en casos muy raros será superior a 5. Asimismo en un 20 % de los años es muy probable que no haya ningún incendio.

En la zona comprendida en el Mapa nº 2, no hay ningún punto con riesgo Extremo.

10.3. Mapa de causalidad

El Mapa 3 recoge los valores de Ci por cuadrículas, agrupadas en zonas según la escala que figura en él.

Acerca de su presentación debe tenerse en cuenta lo mismo que se ha dicho del Mapa de riesgo.

Se observa que no aparece peligrosidad Grave en este territorio, aunque existe en otras partes de España. Los índices de peligrosidad Alta coinciden con las cuadrículas de riesgo Alto y Muy Alto, aunque resulta más extensa la zona de peligrosidad Alta, lo que aconseja ampliar las medidas de prevención y extinción más allá de lo que indicaría el Mapa 2.

Se comprueba el incremento de peligrosidad que producen los núcleos urbanos en las áreas alrededor de Avila (A-10) y de Béjar (D-1), además de la zona sudeste del mapa en la que existe gran influencia de Madrid.

10.4. Mapa de inflamabilidad

El Mapa 4 recoge los valores de Ei por cuadrículas. Se observa que la inflamabilidad máxima corresponde a las zonas en las que predomina el matorral o los pastizales, así

como las destinadas a dehesas. Los montes arbolados reducen algo la inflamabilidad, especialmente en alguna zona en la que hay masas de castaños.

No obstante, la menor inflamabilidad se ve contrarrestada por la mayor concentración de personas en las zonas boscosas, que hace aumentar el riesgo en ellas, causando además mayores daños.

11. Ejemplos de utilización

11.1. Ejemplo 1 : Cuadrícula E-11

En esta cuadrícula están emplazados los términos de Sotillo de la Adrada y de Casillas, que forman parte del Valle del Tiétar. Sus extensos montes están poblados por Pinus pinaster y Castanea sativa, principalmente.

De acuerdo con los mapas, el Grado Básico de peligro estaría definido por los siguientes valores :

- Riesgo Moderado (4)
- Peligrosidad de las causas Alta (8)
- Inflamabilidad de la vegetación Alta (6)
- Grado básico de peligro Alto (6)

Es decir, las causas y la vegetación indican que el Riesgo Moderado tenderá a crecer y que, por tanto, el número anual de incendios más probable será 5 (Cuadro nº 4), lo que equivale a Riesgo Alto o Grado Básico de peligro Alto.

Si a principio de temporada se ha hecho un muestreo sobre las acumulaciones de combustible ligero, se podrá precisar más la tendencia del peligro, utilizando el Índice meteorológico que se está ensayando actualmente y que predice el comportamiento de los incendios que puedan iniciarse según dichas acumulaciones.

Por ejemplo, si el Índice meteorológico alcanzara el valor 12, que corresponde al Grado Alto, se tendría :

- Grado básico de peligro Alto
 - Grado meteorológico de peligro Alto
- De lo que se deduciría :
- Peligro de incendios forestales ALTO

La experiencia en la aplicación de estos criterios conducirá a elaborar una tabla en la que entrando con los cuatro índices (riesgo, causalidad, inflamabilidad y meteorológico) se obtenga automáticamente la clasificación del Peligro.

11.2. Ejemplo 2 : Cuadrícula F-2

En esta cuadrícula se encuentra una de las mayores alturas de la zona (2 390 m) en lugar poco transitado y alejado de núcleos importantes de población.

Los valores que definen el Grado Básico de peligro son :

- Riesgo Muy bajo (0)
- Peligrosidad de las causas Baja (0)
- Inflamabilidad de la vegetación Muy alta (10)
- Grado básico de peligro Moderado (3)

Cette Carte 2 confectionnée en papier transparent et superposée à la Carte 1 permet de connaître les points de plus grands risque potentiel, zones où l'on doit promouvoir au maximum les mesures de préventions et les moyens d'extinction.

Le Tableau IV recueille la distribution accumulative de fréquences annuelles d'incendies selon les degrés de risque.

Ceux-ci ont été établis en s'appuyant sur ceux de la carte et sur ceux qui ont été obtenus par d'autres preuves réalisées par des données de Galice et du Pays Valencien (zone de danger).

Risque	Fréquence annuelle d'incendies
Très faible..	< 1
Faible	1
Moyen	2 - 4
Elevé	5 - 10
Très élevé ..	11 - 20
Extrême. . .	> 20

On a obtenu le tableau IV à partir de 440 données des cinq années utilisées pour la carte. Si ces critères s'établissent pour toute l'Espagne le volume de données dépassera 36 000 ce qui permettra une distribution de fréquence hautement fiable.

Dans ce tableau les valeurs moyennes des différences classes de risque représentent un niveau de 70% des années. Cela signifie, pour le risque Moyen, par exemple, que, durant 70% des années considérées, le nombre d'incendies est de 3 au moins. Pendant le 30% restant il peut être supérieur. Seulement dans 10% des années il sera égal à 5 et, dans de très rares

Mapa 3. - Zonas de peligrosidad por las causas presentes (Ci).

Carte 3. - Zonas de danger pour les causes présentes (Ci).

Ci	Peligrosidad
	Danger
0	Muy bajo
	Très faible
1- 2	Bajo
	Faible
3- 4	Moderado
	Moyen
5- 8	Alto
	Élevé
9-10	Grave.

Mapa 4. - Zonas de peligrosidad según las formaciones vegetales predominantes (Ei).

Carte 4. - Zonas de danger selon les formations végétales prédominantes (Ei).

Ei	Inflamabilidad
	Inflamabilité
9-10	Muy alta
	Très élevée
5-8	Alta
	Élevée
3-4	Moderada
	Moyenne
0-1	Baja
	Faible.

cas supérieur à 5. De même que dans 20% des années il est très probable qu'il n'y ait aucun incendie.

Dans la zone comprise sur la Carte 2 il n'y a aucun point de risque extrême.

10.3. Carte de causalité

La carte 3 recueille les valeurs de C_i en quadrillés, groupées en zones selon l'échelle indiquée.

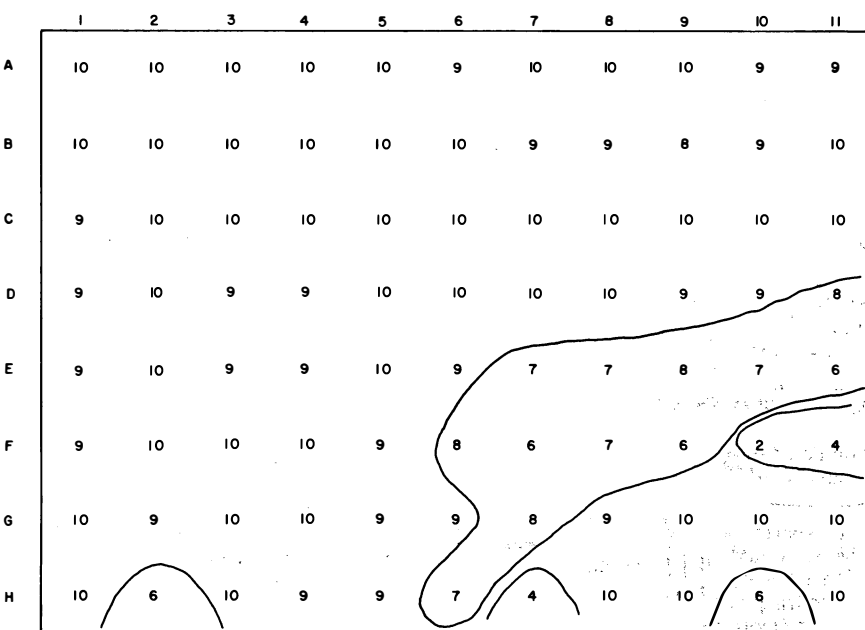
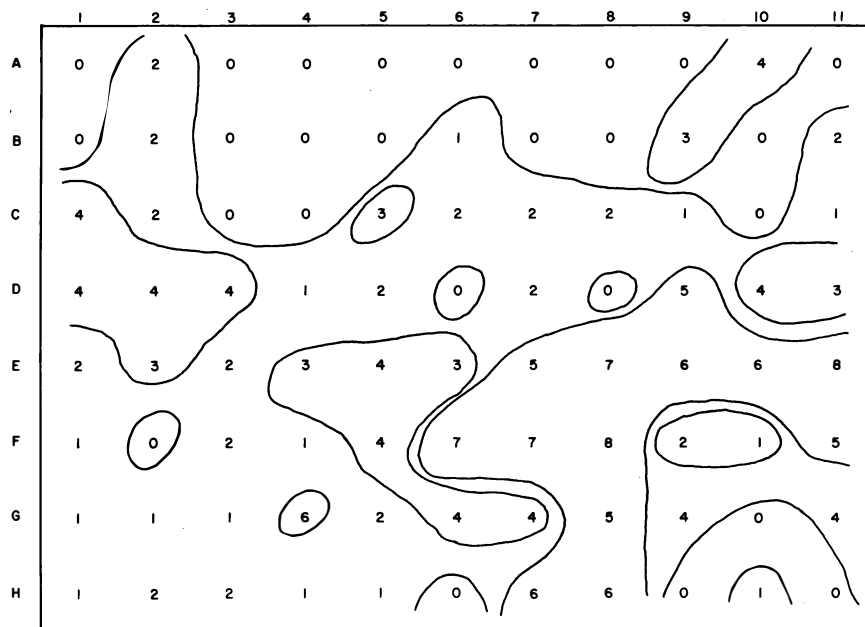
Au sujet de sa présentation il faut tenir compte des mêmes remarques que pour la Carte de risque.

On observe qu'il ne se présente pas de danger Grave sur ce territoire bien qu'il existe dans d'autres régions de l'Espagne. Les indices de danger Elevé coïncident avec les quadrillés de risque Elevé et très Elevé bien que la zone de danger Elevé soit plus étendue, ce qui conseille d'amplifier les mesures de prévention et d'extinction au-delà de ce qui serait indiqué sur la Carte 2.

10.4. Carte d'inflammabilité

La carte 4 recueille les valeurs de E_i en quadrillés. on observe que l'inflammabilité maximum correspond aux zones où prédominent les buissons et les pâturages, ainsi que les « dehesas ». Sur les vraies forêts, l'inflammabilité est moindre, spécialement aux endroits où se trouvent des masses de chataigniers.

Cependant la moindre inflammabilité se trouve mise en cause par la majeure affluence de personnes dans les zones boisées ce qui y fait augmenter le risque et provoque en outre de plus grands dommages.



El número anual de incendios más probable (Cuadro nº 4) será 0 en el 20 % de los años y 1 en el 50 % de los años.

Si el Índice meteorológico es 12, como en el ejemplo anterior :

- Grado básico de peligro Moderado
 - Grado meteorológico de peligro Alto
- De lo que se deduciría :
- Peligro de incendios forestales MODERADO

12. Comentario final

El presente método de determinación del Peligro básico de incendios forestales puede aplicarse manualmente a cualquier territorio. Sin embargo, al poseer ya los datos de

toda España correspondientes a los años 1.974 a 1.979, existe el proyecto de revisarlos y procesarlos en ordenador para obtener los mapas nacionales de riesgo y de causalidad. Paralelamente se planimetrarán los mapas de vegetación, obteniéndose finalmente el juego de mapas que definirá el Peligro básico.

En la actualidad se está experimentando un nuevo método de determinación del índice meteorológico de peligro al que se ha aludido en los ejemplos (11.1. y 11.2.). Cuando do estos trabajos se terminen, se tendrá un sistema general para el cálculo del Peligro actual de incendios forestales. No obstante, al final de cada año, deberán integrarse los datos del mismo para ir actualizando el sistema y mantenerlo adaptado a la evolución de las circunstancias que influyen en el problema de los incendios forestales.

R. V.

11. Exemples d'utilisation

11.1. Exemple nº 1 : Carré E-11

Dans ce carré se trouvent les territoires de Sotillo de la Adrada et de Casillas formant partie de la Vallée du Tiétar. leurs forêts très étendues sont formées principalement de Pinus pinaster et Castanea sativa.

En s'appuyant sur les cartes, le Degré de Base de danger serait défini par les valeurs suivantes :

Risque	Moyen (4)
Degré de danger des causes	Elevé (8)
Inflammabilité de la végétation	Elevé (6)
Degré de base de danger	Elevé (6)

C'est-à-dire que les causes et la végétation indiquent que le Risque moyen tendra à croître et que par conséquent le nombre annuel d'incendies le plus probable sera 5 (tableau IV) ce qui équivaut au risque ou Degré de base de danger élevé.

Si au début de la saison on a fait un échantillonnage des différentes accumulations de combustible léger, on pourra préciser davantage la tendance du danger en utilisant l'Indice météorologique à l'essai actuellement, lequel prédit le comportement des incendies qui peuvent éclore selon ces accumulations.

Par exemple si l'Indice météorologique atteignait la valeur 12 qui correspond au Degré Elevé on aurait :

Degré de Base de Danger	Elevé
Degré météorologique de danger	Elevé
D'où l'on déduirait	
Danger d'incendie de forêts	Elevé

L'expérience dans l'application de ces critères nous conduira à l'élaboration d'une table où tenant compte des quatre indices (risque, causalité, inflammabilité et indice météorologique) on obtiendra automatiquement la classification du Danger.

11.2. Exemple 2 : Carré F-2

Dans ce carré se trouve l'une des hautes les plus élevées de la zone (2.390 m), lieu peu fréquenté et éloigné d'importants centres de population.

Les valeurs qui définissent le Degré de Base de danger sont les suivantes :

Risque	Très faible (0)
Danger des causes	Faible (0)
Inflammabilité de la Végétation	Très élevé (10)
Degré de base de danger	Moyen (3)

Le nombre annuel d'incendies le plus probable (tableau IV) sera de 0 dans 20 % des années et de 1 dans 50 % des années.

Si l'indice météorologique est de 12 comme dans l'exemple antérieur :

Degré de base de danger	Moyen
Degré météorologique de danger	Elevé
On en déduirait :	
Danger d'incendies de forêts	Moyen

12. Commentaire final

La présente méthode de détermination du Danger de base d'incendies de forêts peut être appliquée manuellement à n'importe quel territoire. Cependant, comme l'on a déjà les données de toute l'Espagne correspondant aux années 1974 à 1979, il existe le projet de les réviser et de les traiter en ordinateur pour obtenir les cartes nationales de risque et de causalité. Parallèlement on planimètrera les cartes de végétation pour obtenir finalement le jeu de cartes définissant le Danger de base.

Dans l'actualité on est en train d'expérimenter une nouvelle méthode de détermination de l'indice météorologique de Danger à laquelle on a fait allusion dans les exemples (11-1 et 11-2). Quant ces travaux seront terminés on aura un système général pour le calcul de Danger actuel d'incendie de forêts. Cependant, à la fin de chaque année, il faudra intégrer les données de cette même année pour actualiser le système et le maintenir adapté à l'évolution des circonstances qui influent sur le problème des incendies de forêts.

R. V.

Bibliografía

Bibliographie

- ANON, 1968-78. - Los incendios forestales en España durante el año... Publicación anual del ICONA, Madrid.
- ANON, 1980. - El Índice meteorológico de peligro de incendios forestales, ICONA, Madrid.
- BERTINI C. y DRAGO F. - Carta della gravità potenziale e carta della gravità reale degli incendi boschivi, Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Roma, Italia.
- DOOLITTLE M.L., 1974. - A system for analyzing incendiary fire problems and selecting and testing a prevention program, Southern Forest. Experiment Station, Starkville, U.S.A.
- FUQUAY D.M., 1978. - Predicting ignition of forest fuels by lightning, Fifth Joint Conference on fire and forest meteorology, Atlantic City, U.S.A.
- RICO F., 1978. - Los incendios forestales y sus efectos ecológicos. Labor del ICONA, Revista MONTES, Madrid.
- SIMARD A., 1975. - Wildland fire occurrence in Canada. Forestry Service, Ottawa, Canadá.
- TRABAUD L., 1971. - Les combustibles végétaux dans le Département de l'Hérault, C.E.P.E., Montpellier, Francia.
- TRABAUD L., 1976. - Notice des Cartes à grande échelle des formations végétales combustibles du Département de l'Hérault, Edition révisé, C.E.P.E., Montpellier, Francia.
- VELEZ R., 1976. - Ensayo de cálculo de niveles de defensa contra incendios forestales, Revista MONTES, Madrid.
- VELEZ R., 1977. - El fenómeno de los incendios forestales en España, Técnicas españolas de lucha contra incendios forestales, Monografía nº 20, ICONA, Madrid.