

# ACABEMOS CON LOS INCENDIOS FORESTALES EN ESPAÑA

ENRIQUE MARTINEZ RUIZ



de Alba  
(189)

DIPUTACION PROVINCIAL DE AVILA  
INSTITUCION GRAN DUQUE DE ALBA



 Institución Gran Duque de Alba



# Acabemos con los incendios forestales en España



Desarrollo y consecuencias  
de un gran incendio forestal,  
el del día 21-7-86 en el  
«Valle del Tiétar» Ávila

Enrique Martínez Ruiz  
Doctor Ingeniero en Montes

INSTITUCIÓN «GRAN DUQUE DE ALBA»  
DE LA  
EXCMA. DIPUTACION PROVINCIAL DE ÁVILA

**DEDICATORIA:**

*A la Guardería Forestal, pilar básico en la lucha contra los incendios forestales, con mi reconocimiento a los Guardas mayores en edad, y la esperanza de que los Guardas jóvenes sigan su ejemplo.*

**AGRADECIMIENTO A:**

- La Excma. Diputación de Avila, en la persona de su Presidente, D. Daniel de Fernando Alonso.
- La Institución —Gran Duque de Alba—, en la persona de su Director, D. Carmelo Luis López.
- D. Ricardo Vélez Muñoz, Jefe del Area de Defensa contra Incendios Forestales del ICONA.
- D. José Antonio Vega Hidalgo, Director del Centro Forestal de Lourizán.
- Mis compañeras Carmen Hernando y María Teresa de Miguel.
- D. Antonio Sierra Capitán, por su colaboración fotográfica.

I.S.B.N.: 84-86930-42-1

Depósito Legal: AV-73-1991

Imprime: MIJAN, Artes Gráficas. Ávila.

Pol. Ind. «Las Hervencias» Parc. 38. Ávila.



## INDICE

	Páginas
<b>INTRODUCCION</b> .....	11
1. Preliminares.....	12
2. Reseña del gran incendio forestal de 21-7-86.....	13
3. Objetivo.....	14
<b>Primera parte:</b>	
<i>Análisis del fuego, desarrollo y extinción del incendio...</i>	17
1.0. Datos meteorológicos.....	17
1.0.1. Conclusión.....	18
1.1. Combustibles del monte (resinas).....	19
1.1.1. Vegetación de la zona.....	19
1.1.2. Productos y subproductos de aprovechamientos del monte.....	22
1.1.3. Modelos de combustible.....	22
1.1.4. Conclusión.....	23
1.2. Iniciación del fuego (causa).....	24
1.2.1. Conclusión.....	25
1.3. Desarrollo del incendio.....	25
1.3.1. Velocidad de propagación.....	26
1.3.2. Intensidad del fuego.....	28
1.3.3. Conclusión.....	29
1.4. Extinción, medios, técnicas, incidencias.....	30
1.4.1. Comunicaciones.....	30
1.4.2. Medios Aéreos.....	31
1.4.3. Vehículos contra incendios.....	32
1.4.4. Cuadrillas en retén.....	33
1.4.5. Personal Militar.....	34
1.4.6. Personal Civil.....	35
1.4.7. Dirección Técnica de la extinción.....	36
1.4.8. Técnicas empleadas en la extinción: «Contra-fuegos».....	36
1.4.9. Incidencias en la extinción, accidentados ...	39
1.4.10. Conclusión.....	40
1.5. Comentarios de la prensa escrita.....	43

## Segunda Parte:

<i>Efectos del fuego sobre el suelo, fauna y vegetación, restauración forestal del área quemada</i> .....	45
2.0. Metodología .....	45
2.1. Reseña climática .....	46
2.2. Suelo .....	46
2.2.1. Erosión, pérdidas del suelo .....	47
2.2.2. Corrección hidrológica .....	48
2.2.3. Caracterización del suelo .....	48
2.2.4. Efectos del fuego en el suelo .....	49
2.2.5. Capacidad real de retención de agua en el suelo .....	51
2.2.6. Conclusiones a tener en cuenta en la reforestación .....	52
2.3. Fauna .....	54
2.3.1. Impacto del incendio sobre la fauna de vertebrados .....	55
2.3.2. Desarrollo de los insectos .....	57
2.3.3. Mortandad piscícola .....	57
2.3.4. Repoblación cinegética-piscícola .....	58
2.4. Vegetación .....	58
2.4.1. Tenencia y uso de la tierra, reseña histórica .....	58
2.4.2. Caracterización de la vegetación .....	59
2.4.3. Regresión vegetal, La Climax .....	63
2.5. Restauración forestal .....	64
2.5.1. Reforestación .....	64
2.5.1.1. Trabajos previos a la reforestación .....	65
2.5.1.2. Preparación del terreno .....	65
2.5.1.3. Elección de Especies .....	66
2.5.2. Protección del pastoreo .....	67
2.5.3. Defensa contra incendios, Áreas cortafuegos húmedas .....	69
2.6. Restauración del área quemada de particulares .....	71
2.7. Características de los habitantes del área en restauración .....	72

## APENDICES

I	Datos Meteorológicos .....	73
II	Modelos de combustible .....	81
III	Informe sobre combustibilidad de la vegetación, realizado por el Departamento de Maderas del I.N.I.A. ....	89
IV	Estudio Hidrológico de la Cuenca de la Garganta de la Eliza (Pedro Bernardo), Cálculo de Pérdidas de Suelo y Emisión de Sedimentos. Autora Doña María Teresa de Miguel Michelena .....	115
V	Planos .....	143
VI	Fotografías .....	159



## PRESENTACION

*En la presentación de este libro y de su autor, Enrique Martínez Ruiz, Ingeniero de Montes, he de resaltar, además de su profesionalidad, el cariño que siente por los montes.*

*El autor dedica su libro a la guardería forestal como «pilar básico» en la extinción de incendios que puede ampliarse al desarrollo de nuestra Política Forestal.*

*El tiempo transcurrido desde la fecha del incendio, 21-7-86, ha corroborado las consecuencias que se analizaron y estudiaron a raíz del incendio, y entre ellas, las provocadas por la torrencialidad de la Garganta de la Eliza aumentando las víctimas del propio incendio.*

*Nuestro Valle del Tiétar renueva su carácter de «frontera histórica» con una «nueva frontera» por la afluencia de personas de la gran ciudad, Madrid, portadores de una cultura urbana que han modificado las costumbres y usos tradicionales, como era el no dejar una hoguera mal apagada cualquier día del año, pero sobre todo ese día fatídico con viento del Suroeste que puede provocar un incendio catastrófico.*

*El desastre del incendio se enlaza con una breve reseña histórica con las vicisitudes y dificultades que ha sufrido el pueblo de Pedro Bernardo, desde su fundación como Nava La Solana en el siglo XII, para señalar la voluntad férrea de los antecesores de los vecinos de Pedro Bernardo y Gavilanes en superar toda clase de dificultades, que sin duda transmitieron a sus descendientes.*

*Esperemos, a las puertas del siglo XXI, que consigamos el reto a que nos emplaza el autor en plural: «Acabemos con los incendios», al menos en el Valle del Tiétar, y pierda en pocos años su carácter de «nueva frontera» con tierra quemada, para volver a restaurar el paisaje de la Sierra de Gredos con el arbolado esplendoroso que se ha mantenido por siglos.*

*La publicación de este libro se contempla como una medida más que toma la Diputación para proteger los montes de la provincia contra los incendios, ya que no sólo es necesario dotar a los ayuntamientos de parques de incendio, autobombas y persona en verano, sino también que se conozcan las causas y desarrollo de los fuegos así como la destrucción ecológica que suponen, disminuyendo el patrimonio de la provincia, que estamos obligados a mantener y transmitir íntegro y aumentado a las nuevas generaciones.*

Daniel de Fernando Alonso  
Presidente de la Diputación de Avila





## PROLOGO

Cada año, al final de la primavera, cuando comienzan los calores, muchas personas en todos los países mediterráneos se aprestan para combatir los incendios, que, con la sequía, aparecerán y recorrerán los montes hasta que vuelva la lluvia en el otoño.

Después de muchas horas de esfuerzo, mucho sudor y mucho riesgo se habrá conseguido frenar la devastación producida por el fuego en los espacios forestales. Sin embargo, no todo se habrá podido salvar, porque en esta tarea sí que «se va a luchar contra los elementos». El viento, la intensidad de la sequía, las fuertes pendientes, las características de la vegetación y, también, la simultaneidad de los fuegos influirán decisivamente en el grado de eficacia que los medios desplegados y los esfuerzos desarrollados lograrán.

La violencia de todos estos factores convierte, a veces, el incendio en una catástrofe, algo que no se puede dominar, como si se tratase de una erupción volcánica o de un terremoto. Sin embargo, en la mayoría de los casos el control es posible, el fuego puede contenerse antes de que se escape, antes de que se desmande. Pero, para ello, es preciso prever cómo se puede iniciar el incendio y cómo se va a desarrollar.

Esta previsión ha de basarse necesariamente en el análisis de los incendios precedentes, mediante estudios en los que han de intervenir distintos especialistas.

Enrique Martínez, con su larga experiencia profesional como Ingeniero de Montes en zonas con tanto peligro de incendios como Orense y Avila, nos presenta aquí un

análisis amplio y profundo a la vez sobre uno de los mayores incendios forestales ocurridos en España en la década de los 80, con la finalidad de su título: Acabar con los incendios, sacando consecuencias operativas para conseguir nuevos enfoques de la prevención y de la extinción.

En el estudio confluyen las experiencias directas de los que intervinieron en la extinción, técnicos, guardas y obreros, y los trabajos subsiguientes de los investigadores que analizaron las consecuencias del gran incendio. Su publicación por la Excma. Diputación Provincial de Avila debe ser considerada, por ello, como una interesantísima contribución a la defensa de los montes a través de la divulgación de unas conclusiones que merecen ser tenidas en cuenta por todos los que nos dedicamos a esta tarea.

Ricardo Vélez



## INTRODUCCION

Acabar con todos los incendios forestales en España, debe ser la meta a la que hay que llegar, planteándose como objetivo inmediato el disminuir el número de incendios y la superficie quemada. Este objetivo es posible de conseguir, como lo han hecho otros países del área mediterránea, si la voluntad decidida de grupos muy concienciados en este tema se extiende al resto de la sociedad, y muy especialmente en el área rural, cuyos usos, costumbres y demografía se han modificado por el llamado desarrollo y los movimientos migratorios.

Los movimientos migratorios rompieron el equilibrio secular «hombre-bosque» y los esfuerzos de reforestación coincidentes con la despoblación del área rural en años pasados, en parte se han perdido pues han sido pasto de las llamas grandes superficies repobladas, fundamentalmente de pinar, por ser las especies arbóreas que garantizaban una mejor y más rápida adaptación a suelos degradados.

La lucha contra la deforestación debe ser prioritaria en las actuaciones de las tres Administraciones españolas: Central, Autonómica y Local, pues en los últimos veinte años, nuestros escasos bosques, extensas dehesas, amplias zonas de matorral y pastos, e incluso el subsuelo de zonas húmedas, se queman a un ritmo acelerado.

Ha de resaltarse que en ciertas regiones españolas la cadencia de repetición de incendios forestales es de pocos años, cuando estos intervalos en épocas pasadas se contaban por siglos, como lo demuestra la persistencia

del arbolado centenario, hoy en trance de desaparecer, o relegado a estaciones donde la propagación del fuego es difícil, pero posible, si prevalecen los intereses económicos sobre los conservacionistas.

La plaga de incendios de nuestros montes, gracias a Dios, no se ha extendido al área agrícola, pues el incendiario vengativo y el negligente imprudente, han respetado trigales con sus cosechadoras, el heno en sus pajares, pero nada más recoger la cosecha, almacenado el heno, y siempre como eliminación de matorral, rastrojo, restos leñosos agrícolas-forestales, se quema impunemente, sin importar que el fuego se extienda fuera de su sagrada propiedad privada, todavía respetada, no así la pública a la que a veces puede aplicarse el dicho «... lo que es de todos, el diablo se lo lleve».

La destrucción del paisaje, el impacto en los factores ambientales, la desprotección del suelo y su pérdida por erosión, la influencia en el régimen hidrológico de tanta importancia en un país seco, etc. etc., es de todos conocida, pero ha de insistirse que si la incidencia del fuego en la vegetación se produce con cadencia de pocos años, y afectando a grandes superficies, claramente avanzamos la escala regresiva, cuya última fase es el desierto.

El proceso de desertización no es una falsa alarma, pues con la deforestación por incendios se ha llegado a situaciones irreversibles, con nuestro régimen de lluvias, pendientes acusadas, en laderas peladas por los incendios, la poca mejora del suelo que en las últimas fases de regresión vegetal el matorral presta, la escorrentía lo elimina.

### **Preliminares.**

El 19 de febrero de 1987, en la Comisión Especial de Investigación sobre incendios forestales, reunida en el Senado, se plantearon entre otros temas de gran interés, el si se había realizado un análisis de los grandes incendios forestales en España, lo que se consideraba de capital importancia para acumular experiencia en la planificación



de la prevención de incendios y orientar la extinción con mayor eficacia.

En esas fechas se había concluido la redacción del «Estudio Técnico del Incendio del día 21-7-86, en los montes del Valle del Tietar (Avila)»; realizado a instancia de la Dirección General de Montes, Caza, Pesca y Conservación de la Naturaleza, de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Montes de la Junta de Castilla y León.

En ese estudio se basa fundamentalmente los siguientes capítulos de esta publicación, eliminando y recogiendo resumidamente en los apéndices, aquellos aspectos técnicos de más difícil comprensión, y resaltando, aunque sea machaconamente, todo aquello que pueda servir para cursos de formación de personal relacionado con la prevención y extinción de incendios forestales, y sobre todo lo que pueda ayudar a una labor divulgativa tan necesaria, orientada a que acabemos con los incendios forestales en España.

### **Reseña del gran incendio forestal, el del 21-7-86 en el «Valle del Tietar» (AVILA).**

El Incendio Forestal del Valle del Tietar se inicia a las 12 horas del día 21-7-86 y se desarrolla en los días 21, 22 y 23 de Julio, pudiéndose dar por sofocado a las 47 horas de su inicio, salvo focos aislados dentro del perímetro o próximos a éste en las partes altas de la sierra sin peligro de propagación. La velocidad de propagación las primeras 4 horas, en ladera de pendiente acusada, con fuerte viento y en fuego de copas, se mantiene en unos valores de 0,7 a 1 Km/h. para triplicarse en las 4 horas siguientes que avanza 12 Kms. saltando en fuego de copas de ladera a ladera, haciéndose incontrolable, poniendo en grave peligro al personal desplegado en la extinción, y amenazando los pueblos cercanos al pinar, no sólo por la alta velocidad de propagación sino por los innumerables focos dispersos que se desarrollan desde las 4 a las 8 h. de la tarde el día 21 de Julio de 1986, en los pinares que cubrían la ladera sur de la Sierra de Gredos en los términos municipales de Pedro Bernardo, Gavilanes y Mijares.



La superficie total quemada es de 6.652 Has. de las cuales 3.500 estaban arboladas, perteneciendo unas 6.000 Has. a los montes de U.P. de los Ayuntamientos de Pedro Bernardo, Gavilanes, San Esteban del Valle, Mombeltrán, Lanzahíta, Santa Cruz del Valle y Mijares, en orden a la superficie quemada en cada uno de ellos. Las pérdidas valorando los daños y perjuicios exclusivamente de los productos del monte (maderas, resinas, pastos, etc.) alcanzan la cifra de 1.710.035.000 de Ptas.

Así mismo, hay que reseñar que el volumen de madera del pinar quemado, que después del incendio se ha inventariado asciende a unas existencias de 290.000 m.c.

### **Objetivo.**

El objetivo de esta Publicación es hacer un análisis de los factores que influyeron en la propagación del fuego, que como queda dicho fue espectacular en las primeras horas e hizo inoperantes los medios de extinción durante el tiempo que se mantuvo una alta velocidad de propagación; las técnicas y medios empleados en la extinción durante el desarrollo del incendio en orden a comprobar su eficacia y muy especialmente si garantizaban la integridad de las personas desplegadas en el monte. El análisis de los factores reseñados, constituirá la primera parte de esta Publicación, para en una segunda parte estudiar los efectos del fuego que por su intensidad y altas temperaturas afectaron al suelo, vegetación, flora, fauna, etc.; y sobre todos los efectos de la erosión a raíz del incendio con las primeras lluvias otoñales, previsiones en los próximos dos años de arrastres, pasados los cuales y recuperada la cubierta vegetal en su extracto herbáceo empezaría a atenuarse la erosión.

Siempre que sea posible en el análisis de factores y efectos del fuego se apuntarán aquellas conclusiones que puedan orientar en la extinción de incendios de parecidas características, las medidas de prevención necesarias, y todo aquello que aporte una información básica para la planificación de la restauración del área forestal destruida.

Insistiremos reiteradamente en esta Publicación, sobre



la importancia de realizar campañas de divulgación y formación del personal que actúa en la extinción de incendios, militar, cuadrillas de extinción, voluntariado, etc.

En dichas campañas la Guardería Forestal puede aportar su formación, experiencia, sacrificio de muchos años de lucha contra la deforestación y otros tantos de acción reforestadora en la que siempre han puesto interés y sobre todo ilusión.

Para la formación técnica en la defensa contra incendios y trabajos consiguientes de reforestación puede ser orientativo lo que se trata en esta Publicación, pues en el incendio se emplearon toda clase de medios, y aunque por las características del fuego, en fases del mismo no fueron operativos, se explican las causas y la complementariedad entre dichos medios.

Las campañas de divulgación en el área rural, deben realizarse fundamentalmente en enseñanza directa, al estilo del Maestro en su Escuela, con la seguridad de que los Ayuntamientos de la Comarcas de extensa Area Forestal, muy sensibilizados en la lucha contra incendios, prestarán una colaboración, que se considera capital para avanzar hacia la meta propuesta: «Acabar con los incendios forestales».





## **ANALISIS DEL FUEGO, DESARROLLO Y EXTINCION DEL INCENDIO**

**(Primera parte)**

### **Datos meteorológicos previos al incendio y en su desarrollo.**

De acuerdo con los Planes Nacionales de Prevención del ICONA, este Organismo instaló en el Valle del Tietar, una Estación Meteorológica automática, situada en la Casa Forestal de Piedralaves, cuyos aparatos de medición por medio de sensores transmiten los datos a un registro donde se puede hacer la lectura instantánea y se pasan a una impresora que proporciona el listado con datos cada diez minutos.

La Estación Meteorológica de Piedralaves se ubica en el monte de U.P. de dicho municipio y al encontrarse en la ladera Sur de la Sierra de Gredos a 800 m. de altitud, está en una situación ideal para registrar los datos de interés en la prevención y evolución de incendios forestales en la comarca del Valle del Tietar. Esta Estación está situada a unos 20 Kms. al Este de la zona del incendio y la de Arenas de San Pedro, unos 10 Kms. al Oeste, por lo que los datos recogidos en ambas completan una información que se comenta seguidamente:

En el correspondiente Apéndice se resumen los datos meteorológicos de las Estaciones de Piedralaves y Arenas:

- a) Datos a las 12 horas (solar) de Piedralaves y Arenas de San Pedro los días anteriores y posteriores al incendio del 21-7-86.
- b) Datos de los días anteriores y del incendio desde las 12 a 20 horas.

- c) Datos de la Estación de Piedralaves de las 12 a 24 horas del día 21-7-86.

Si después de 79 días sin lluvia (1,7 litros el 2-5-86), hasta el día 21-7-86, en los días precedentes a esa fecha se dan temperaturas máximas de 38° y mínimas de 22°, con humedades relativas inferiores al 20%, puede concluirse y así se había advertido, que las condiciones para la iniciación y sobre todo para la propagación de un incendio forestal eran las más propicias, pudiendo decirse que en muchos años de observación de datos meteorológicos, no se había alcanzado estos índices extremos de peligro de incendios en la Comarca del Valle del Tietar.

Los datos recogidos de la Estación de Piedralaves entre las 12 y las 20 horas de los días precedentes y del día del incendio, muestra claramente, que a las horas de más peligro de incendios, las temperaturas se mantenían muy próximas a los 30°, la humedad relativa inferior al 20%, y con velocidades de viento (Sahariano) superiores a los 15 Km/hora, las condiciones para la propagación de un incendio eran favorables, y que de declararse éste, como pasó, las dificultades en su extinción serían enormes.

De los datos registrados el día del incendio, entre las 12 y las 24 horas y precisamente en las horas en que su propagación alcanzó velocidades inusuales (14 a 20 hora solar) la temperatura se mantuvo por encima de 32°, la humedad relativa llegó hasta el 16%, y la velocidad del viento que en Piedralaves llegó a 14 Km/h., sería tres veces mayor en el incendio, teniendo en cuenta su exposición, altitud y las turbulencias que el propio incendio genera.

### **Conclusion.**

El disponer de una Estación Meteorológica en las Comarcas con gran riqueza forestal y gran incidencia de incendios; es fundamental no sólo para la prevención en orden a tomar las medidas adecuadas cuando los índices de peligro lleguen a extremos como el comentado, sino también para preveer y seguir la evolución y desarrollo de un incendio, asesorando los Técnicos competentes sobre el despliegue de personal y el peligro de su integridad y los medios a emplear que como los «Contrafuegos» están contraindicados con las condiciones de viento, humedad y temperatura reseñadas.

Asimismo sería conveniente dotar a los equipos técni-



cos en la extinción, si quiera de un medidor de velocidad de viento u otros elementos que puedan contribuir a un asesoramiento más técnico y menos intuitivo.

### **Combustibles del monte (resinas).**

Vamos a analizar los combustibles del monte que separamos en dos apartados:

- Vegetación de la Zona.
- Productos y Subproductos de los Aprovechamientos.

#### *Vegetación de la Zona.*

Como en esta Publicación (2ª parte) se incluye la caracterización de la vegetación forestal por su importancia en la regeneración del area quemada, omitimos la descripción de especies que agrupamos por estratos como combustibles del incendio.

El estrato herbáceo tiene importancia capital en la iniciación de los fuegos y su propagación, pues es donde comienza la llama que sucesivamente prende el matorral y arbolado. En toda la zona del incendio la especie más representativa es la *Festuca elegans* (Cerrillo) que asociado a otras gramíneas y escasas leguminosas, forma un estrato continuo en los calveros húmedos y presenta forma almohadilla en las laderas de los montes por su buena adaptación a la pendiente. A principios de Julio de 1986, estaban agostados los pastos y propagaban el fuego de tal forma que eran inoperantes lo batefuegos y azadas, únicamente con agua podía atajarse el fuego en las praderas. Estas características de propagación del fuego se hacían más difíciles en las partes altas del monte donde el «cerrillo» muy encespado metía el fuego en el suelo y para su extinción total requería a veces hacer zanjás para que no se propagase el fuego subterráneo.

Únicamente los prados de regadío y praderas naturales del alto de la sierra, que estaban verdes, quedaron con su color natural rodeadas del negro que encerraba el perímetro del incendio.

De importancia capital es la situación en que se encontraba el pasto el día del incendio, a los ganaderos de la comarca no les gustan las tormentas de verano porque según ellos le quita la sazón a la hierba, pero precisamente ese lavado del pasto que disuelve las sales minerales que afloran al secarse, es fundamental en la combustibili-



dad, pues puede decirse que el pasto se inflama por las condiciones reseñadas (79 días sin lluvia) y se ha podido comprobar la rapidez con que se extiende el fuego por praderas agostadas que según los campesinos «corre igual que la pólvora».

El estrato de matorral que se asienta en las laderas de la Zona del Incendio entre los 700 metros y los 1.500 metros de altitud puede clasificarse según la especie dominante en : Jaral-escobonal, Escobonal-retamal, Escobonal-piornal.

Este matorral acompaña al pinar sólo como sotobosque hasta los 1.500 m. de altitud, para continuar en estrato continuo el Piornal-Cervunal hasta las cumbres de la Sierra de Gredos.

En las condiciones de combustibilidad del matorral influyen como es lógico la desecación sufrida por las altas temperaturas, viento y sobre todo la humedad relativa tan baja de los días anteriores al incendio (20%), prediendo fácilmente en las partes bajas de la laderas (Genista y Gytisus) una vez iniciado el fuego en el pasto, aunque el matorral no está seco; sin embargo las partes altas del piornal-cervunal mantenía más fresca en Julio y también fue pasto de las llamas, el piorno presenta mejores condiciones de combustibilidad a finales de verano, así como con la desecación de los fuertes hielos de invierno que es cuando los pastores provocan las quemas incontroladas.

El disponer de unas tablas de combustibilidad de la vegetación herbácea y matorral, o parcelas de experiencia que a lo largo de la campaña de incendios y especialmente en días de gran desecación, aporten datos sobre la iniciación y propagación del fuego es importante para reflejar un índice de peligro real y orientar las medidas de prevención.

La combustibilidad del estrato arbóreo, en este caso pinar adulto en su mayoría, es de todos conocida y se explica por el efecto brasero de las llamas del matorral debajo de los pinos, que en ladera y con viento, fácilmente pasan a las copas y más todavía si el pino está resinado con caras de 2,5 metros de altitud.

El fuego de copas aumenta las llamas y genera corrientes de aire que con vientos superiores a 20 km/h. transportan pavesas encendidas y piñas a grandes distancias del



frente principal dispersando el fuego y trasladando las llamas en la dirección del viento de loma en loma, prendiendo las copas del pinar que previamente han sido desecadas por la gran corriente seca de humo que procede de la cabeza del incendio.

Este fenómeno se produjo en los terrenos de orografía muy quebrada y grandes pendientes de los montes de Pedro Bernardo y Gavilanes.

Conviene señalar que el pino afectado por el fuego en una combustión normal no pierde las acículas, pero cuando se dan temperaturas tan altas y actúan otros combustibles como la resina, como ha pasado en zonas de este incendio, quedan completamente carbonizados hojas y ramas pero no la madera, protegida por la corteza.

Se ha posido observar en los dos días siguientes al incendio que las piñas del año de *Pinus Pinaster* permanecían cerradas y habían protegido de tal manera las semillas que no habían perdido poder germinativo, abriéndose en los días siguientes y produciendo una diseminación abundante que ha generado con las primeras lluvias un espeso germinado.

Este fenómeno demuestra una defensa natural de la especie contra el fuego, al cerrar las brácteas de la piña en sentido contrario al que generalmente provoca el calor que abre la piña, en este caso las altas temperaturas la cerraron y la semilla no murió.

Así pues el *Pinus Pinaster*, catalogado como especie pirófila presenta una adaptación natural para la regeneración después del fuego, al proteger sus semillas, que fácilmente germinan en suelos calcinados por los incendios, no así otras especies cuya regeneración natural se dificulta con la pérdida de suelo que siempre en un incendio en ladera conlleva. Claro está que esa adaptación del pinar a la regeneración después de un incendio, sólo puede darse si los árboles son adultos y con fructificación abundante, pues si la cadencia de los incendios son de pocos años, no se da tiempo a la fructificación del árbol y los efectos del suelo quemado, son muy negativos.

Aparte del pinar otras especies arbóreas como el castaño, aliso, fresno. etc. fueron afectadas por el incendio en las mismas condiciones que el pino y sólo se salvaron las que estaban en prados con hierba húmeda.



### *Productos y Subproductos de aprovechamientos del monte.*

Como subproductos de aprovechamientos ha de señalarse la leña seca, resto de cortas de arbolado que no presentaba en ningún sitio una superficie continua puesto que en su mayoría habían sido quemadas a raíz de la corta, así pues este combustible que es importante en la propagación del fuego no tiene carácter relevante en este incendio.

En el monte de Pedro Bernardo, existían unos 2.000 m.c. de madera en rollo pelada del aprovechamiento de pinos secos, que se quemó totalmente, parte de la cual estaba encambrada en los caminos forestales y estas pilas de madera ardieron totalmente y contribuyeron a aumentar la intensidad del fuego, precisamente en sitios fundamentales para el despliegue del personal y ataque directo a las llamas con coches bomba.

De especial relevancia en la propagación, tamaño de las llamas, intensidad y velocidad de fuego tuvo la resina que se encontraba almacenada en bidones de 200 litros herméticamente cerrados. La explosión de los bidones y su salto a más de 30 metros del cargue de resina, contribuyó a dar al fuego unas características inusuales en un incendio forestal.

La miera almacenada teniendo en cuenta que se había efectuado en la segunda o tercera remasa, se calcula en unos 100.000 kgs, situados en los márgenes de los caminos y distribuidos en 7 ú 8 cargues de resina en el monte de Pedro Bernardo.

### *Modelos de combustible.*

En la finca «Los Vallos» donde se inició el incendio, se había realizado un aterrazado repoblado con pinos y castaños, con edad de unos seis años y altura de 2 a 4 metros, esta repoblación estaba invadida de matorral de escobas y zarzas de unos 2 metros de altura, por lo que el combustible es fácilmente asimilable al Modelo —4—. La intensidad del incendio fue muy grande desde su inicio por el material leñoso de zarzales viejos, además del follaje inflamable de las propias zarzas y escobas que inmediatamente subieron las llamas a pinos y castaños. La velocidad de propagación fue alta por el propio combustible, fuerte viento, pendiente acusada (40%) y efecto chimenea de la vaguada.



En la ladera por donde ascendió el fuego desde la cota 800 a 1.370 ms. de latitud, recorriendo 1.400 metros en dos horas y media, el combustible puede asimilarse al Modelo —7—. El sotobosque del pinar, matorral de genista y cytissus entre 0,5 y 2 metros, era muy inflamable por la desecación producida los días previos al incendio, la pendiente acusada (36%) y el fuerte viento fácilmente subió el fuego a las copas del pinar que fue ardiendo uniformemente con el matorral por el efecto brasero de éste. La velocidad de propagación fue moderada y la intensidad grande.

Los dos modelos de combustible anteriores del grupo de matorrales, sólo pueden asimilarse para el cálculo de velocidad e intensidad en la primera fase del incendio desde las 12 a las 15 de la tarde, en la hora siguiente el fuego llegó a una zona de pendiente suave donde dominaba el combustible herbáceo seco, no continuó por los afloramientos rocosos, fácilmente asimilable al Modelo —2—.

En esta zona el incendio fue de poca intensidad y su velocidad baja por la discontinuidad del combustible.

El desarrollo del incendio a partir de las 4 de la tarde, fue explosivo por lo dicho respecto de la resina y lo que se comentará más adelante, en orden a evaluar la intensidad y velocidad, tendríamos que asimilar como modelo de combustible el número 10 del grupo de bosques, pues aunque el monte no tenía acumulados tantos combustibles muertos, el efecto de las resinas y las maderas almacenadas, provocaron la dispersión de fuego en múltiples focos con una alta velocidad por la inflamación de las copas del pinar, previa al frente de combustión uniforme que quemaba el matorral y nuevamente las copas ya ardidas.

En los altos de la sierra, por encima de la cota 1.500 el modelo de combustible es claramente asimilable a los modelos 4 y 5 del grupo de matorrales y el desarrollo del incendio, se adaptó en cada zona al combustible descrito en dichos modelos.

En el correspondiente Apéndice, se incluirá la descripción de los modelos escogidos.

### *Conclusión.*

La experimentación sobre la combustibilidad de la



vegetación herbácea y matorral en parcelas donde pueda seguirse la desecación a tenor de los datos meteorológicos variables a lo largo de una larga campaña de incendios es imprescindible para reflejar los índices de peligro y tomar las medidas preventivas consecuentes. Estas experiencias contribuirían para realizar unas tablas de combustibilidad según las especies fundamentales para disminuir la carga de combustible en las áreas cortafuegos.

El almacenamiento de productos como la madera y especialmente las resinas en el monte aunque sea en los caminos forestales debe prohibirse durante la época de peligro de incendios o por lo menos tenerse en cuenta en los Pliegos de Condiciones de los Aprovechamientos para que se almacenen fuera del monte, aunque se aumenten los gastos de transporte, pues los perjuicios causados por su combustibilidad en las masas forestales está fuera de toda duda, como lo demuestra el incendio que nos ocupa.

### **Iniciación del fuego (Causa).**

El fuego se inicia en la finca «Los Vallos» entre las 11,45 y las 12 del día 21 de julio de 1986, junto a una pequeña huerta distante 500 metros de Santa Cruz del Valle, situada en la vaguada de una ladera con pendiente superior al 40% que vierte sus aguas directamente en el pueblo.

La huerta se encontraba rodeada de espesa vegetación de retamas y zarzas en un aterrazado realizado por el propietario hace unos diez años para plantar pinos, aparte de los restos vegetales de los cultivos que normalmente en la comarca se queman en hogueras, totalmente prohibido en la época de peligro de incendios.

La causa del incendio, aunque en el parte del Agente Forestal se califica de «Desconocidas» es claramente una negligencia, pudiendo descartarse toda intencionalidad en la persona que encendió una hoguera o dejó sus restos.

Por la hora y sitio donde se inicia el fuego puede darse como causa más probable una hoguera mal apagada, es decir, se hizo una hoguera cuyos restos se taparon con tierra y se mantuvo el fuego latente hasta que por efecto de un remolino de viento salió a la superficie prendiendo el pasto, matorral (zarzas) y tomando desde su iniciación gran fuerza, por la combustibilidad del matorral, viento y



efecto chimenea de la vaguada donde comienza, con una pendiente superior al 40%.

### *Conclusión.*

En terrenos con abundante materia orgánica, y restos de vegetación seca, en épocas de índice de peligro extremo, es corriente que el fuego penetre en el suelo y se mantenga latente sin signos externos (humo), para aflorar en horas de viento: corrientes ascendentes del medio día y remolinos, provocando el incendio en las horas más propicias para su propagación.

La costumbre de excursionistas de hacer hogueras para comida, está extendida entre los campesinos y es corriente en las cuadrillas de obreros que trabajan en el monte calentar la merienda o asar carne, integrando dichas cuadrillas personas que se han incorporado por primera vez a trabajos forestales con unas costumbres más urbanas que rurales.

Los cambios de costumbres en la población rural han influido en su comportamiento, y campesinos que tradicionalmente habían mantenido usos y costumbres en la prevención de incendios, como lo demuestra la persistencia de masas arbóreas por siglos, cometen negligencias de causas catastróficas, por lo que toda divulgación que en orden a la prevención y extinción de incendios que se realicen directamente en la población rural añadirá cultura en la conservación de la naturaleza, y se considera esta divulgación y formación profesional de obreros en materia de incendios imprescindible en los núcleos de población de comarcas de gran riqueza forestal.

### **Desarrollo del incendio.**

A raíz del incendio que se describe, se recogió información sobre la actuación de los funcionarios de la Junta de Castilla y León que se contrastaron con las de las Autoridades que movilizaron al personal civil y militar y reclamaron las ayudas de otros Organismos, que completan los medios disponibles de la Junta de Castilla y León en Avila.

De los informes de los Técnicos de la Sección de Montes y Agentes Forestales que al mando de cuadrillas y vehículos contra incendios se situaron en los frentes principales del incendio, complementada con la información de pilotos (Aviones y Helicóptero), registros de

partes en las emisoras, autoridades, personal civil, etc.; se puede describir extensamente el desarrollo del incendio, pero esto puede obviarse, analizando las dos características más importantes como son: la velocidad de propagación y la intensidad del fuego. El Ingeniero de Montes, que dirigió el despliegue de los medios de extinción disponibles en la Sección de Montes, asesoró sobre las técnicas a emplear y fué el primero junto con un guarda conductor, en penetrar en la zona quemada para rescatar los heridos graves, redactó un informe pormenorizado del desarrollo del incendio, básico para la redacción de este apartado y siguientes, que limitamos como se ha dicho a las características más importantes del incendio.

### *Velocidad de propagación.*

En un incendio forestal el comportamiento del fuego y su dinámica se basa en los tres factores siguientes: condiciones atmosféricas, combustibles forestales y topografía del terreno. De los dos primeros factores se han dado datos y se ha explicado su influencia en la evolución del incendio, así como ya se ha apuntado la importancia de la pendiente de la ladera en la iniciación del incendio y su propagación inmediata.

Dentro de las condiciones atmosféricas es factor determinante en la velocidad de propagación, el viento, al no tener mediciones de éste durante el desarrollo del incendio, sólo podemos conjeturar con los datos recogidos en la Estación de Piedralaves y suponer que durante los días 21 y 22 de Julio el viento del Suroeste tenía una velocidad siempre superior a los 10 Km/h. y que de acuerdo con la información recogida en la iniciación puede calcularse en más de 20 Km/h. para, seguramente, duplicarse sobre las 16 horas y mantenerse con velocidad apreciable durante la noche y madrugada de los días 21 y 22, volviendo a aumentar al amanecer del día 22-7-86.

Unicamente en las primeras horas del incendio de las 12 a las 15 horas del día 21 de Julio, se puede fijar una velocidad media de 15 metros por minuto. En ese tiempo el fuego recorre, en cada uno de los flancos 2.650 y 2.900 metros, comprendidos entre la finca «Los Vallos» y el Puerto de San Esteban y Risco de la Colmena, respectivamente. En las dos primeras horas la pendiente de la ladera superior al 30% favoreció la propagación y se alcanzaron velocidades entre 20 y 30 metros por minuto, según densidad de matorral, al hacerse la pendiente más suave



(10%) decreció notablemente la velocidad, a pesar del viento que siempre se mantuvo fuerte.

Entre las 15 y 16 horas el fuego está situado en el «Alto de la Abantera» o en sus proximidades, y avanza lentamente pues el combustible es escaso (pastos) y la pendiente suave entre el 0 y el 10%. En esos momentos actúa el personal en ataque directo y con contrafuegos, pero entre las 16 y 16,30 horas de la tarde, se prenden en la ladera restos de cortas recientes y se levanta un fuerte viento que arrastra partículas en ignición que caen en la hoya de «La Garganta de la Eliza» que facilitó la propagación del fuego por convección tomando el incendio unas características que se describen a continuación.

La descripción que hace el ingeniero que dirigía los medios de extinción es la siguiente:

«Cuando el fuego alcanzó la cresta de la Sierra entre el Pico de la Abantera y el puerto de Pedro Bernardo, volcó el fuertísimo viento de las alturas un mar de llamas y chispas sobre el Valle del término municipal de Pedro Bernardo, que calcinó en muy pocos minutos todo el hueco de la garganta de la Eliza recorriendo más de 5 Kms. en unos instantes, atrapando a un grupo importante de personas entre las que se encontraba el Guarda Mayor de La Comarca del Medio Tiétar. Eran en ese momento las 15,30 horas aproximadamente».

Situado el fuego en la hoya de la Garganta de la Eliza, puede hablarse de propagación explosiva, pues según datos recogidos se da el fuego a la misma hora en puntos distantes más de 6 Kms. Esto se explica porque las corrientes de convección impulsadas por el fuerte viento del S.O., trasladan partículas en ignición que prenden las copas del pinar, previamente desecadas por el humo, saltando de divisoria en divisoria, aunque el frente principal que quema los estratos herbáceos y de matorral llegue más tarde y dé lugar a una nueva combustión de las copas ya quemadas. A este frente principal según el perfil longitudinal se le puede calcular una velocidad de 100 metros por minuto entre las 17,30 y las 18,30 horas para disminuir a unos 50 metros/minuto entre las 18,30 y 20 horas de la tarde en que el fuego desde su inicio habría realizado un recorrido próximo a los 15 Kms., barriendo toda la vegetación de los montes de Pedro Bernardo y Gavilanes.

No podemos acabar este apartado, sin señalar el efecto que en la intensidad del fuego, longitud de las llamas y en consecuencia, en la propagación, tuvo el combustible añadido de la resina, que podemos calificar de muy inflamable, y explica en parte la calificación dada de propagación explosiva.

#### *Intensidad del fuego.*

En el correspondiente anexo se incluye un resumen de los datos sacados en el «Tunel del Fuego» del I.N.I.A. donde se realizó una experiencia con matorral, hierba y combustible del suelo, extraído en parcelas del monte que limitan con el perímetro del incendio en sus límites Este y Oeste, en sitios de 700 a 1.500 metros de altitud.

La referida experiencia no pudo hacerse, como es lógico, en las mismas condiciones ni tan siquiera aproximadas de los tres factores que actúan en la dinámica del fuego; pues las condiciones atmosféricas eran de pleno invierno, y esto también influye en la combustibilidad del matorral, a pesar de su desecación y claro está la incidencia de la pendiente y su efecto chimenea no es posible de aximilar en el tunel, aunque se aumente la velocidad del viento. Por ello sería interesante que estas experiencias se realizaran en verano a fin de ver la evolución del combustible en especial matorral, a lo largo de la campaña de incendios.

Los combustibles enviados al I.N.I.A., recogidos en las parcelas del monte, aparte de los restos de vegetación muerta en el suelo, son los siguientes:

- Estrato de matorral: Genista florida, Rubus sp., Cytisus scoparius, Cytisus purgans, etc.
- Estrato herbáceo: Lavandula latifolia, Pteridium aquilinum, Dactylis glomerata, Festuca elegans, Agrostis sp. etc.

Además de la vegetación referida que constituye el sotobosque del pinar, se enviaron al I.N.I.A. unos 3 Kgs. de resina seca (barrasco) por si se podían tener datos sobre la inflamabilidad de este combustible.

Precisamente la resina fue el combustible añadido a los normales de un incendio forestal que aumentó el tamaño de las llamas, velocidad y sobre todo intensidad. El barrasco tiene mucho menos aguarrás que la miera y por lo tanto es menos inflamable.



En la intensidad del fuego influyó enormemente la explosión de los bidones de resina de 200 Kgs. que se desplazaron a más de 25 metros del cargue, estas explosiones se provocaron al estar los bidones herméticamente cerrados, y expansionarse los vapores de aguarrás, extendiendo y aumentando las llamas, expandiendo un humo tóxico llegando a una carbonización fuera de lo corriente en un incendio, dejando sin vestigios de hojas al pinar y consumiendo totalmente los combustibles menudos.

En el plano que se adjunta se han señalado tres zonas diferentes de intensidad de fuego con las denominaciones siguientes:

- Pinar carbonizado (Zona donde se encontraban los cargues de resina). (foto nº 7).
- Pinar quemado sin perder acículas. (foto nº 2).
- Zonas quemadas de pastos y agrícolas. (foto nº 6).

#### *Conclusión.*

Cuando un incendio forestal se produce en un bosque con un estrato de matorral y pastos desecado por altas temperaturas, humedad relativa baja, en terrenos de fuertes pendientes y viento de velocidad superior a 20 Km./h., el comportamiento del fuego ha de preverse para asegurar la integridad de las personas que actúan en la extinción. Los medios a desplegar así como las técnicas a emplear en la extinción, pueden resultar ineficaces si coinciden con las características apuntadas, debiendo esperar la dirección técnica del incendio a que cambien dichas características para iniciar el ataque directo, siempre con agua, o ataque indirecto, siempre en los flancos o zona quemada.

La resina almacenada en bidones en los incendios actúa como «bombas de napalm» extendiendo el fuego, aumentando su intensidad y desprendiendo gases que pueden afectar a las personas que actúan en la extinción.

El conocimiento del terreno en la dirección técnica del incendio así como el estado de combustibilidad de la vegetación y especialmente los datos meteorológicos para prever la evolución del fuego, es imprescindible para poder actuar con eficacia y sobre todo para garantizar la vida de las personas que actúan en la extinción. En las comunicaciones debe darse preferencia a la dirección técnica que siempre debe seguir la evolución con pleno conocimiento de los medios, personas que actúan, situa-



ción con respecto a los frentes, para prever en cualquier momento la retirada del personal de zonas de peligro.

### **Extinción: Medios, Técnicas, Incidencias.**

Analizamos seguidamente los medios y técnicas empleados en la extinción del incendio, de acuerdo con la información a la que ya se ha hecho referencia.

#### *Comunicaciones.*

Sobre las 12 horas del 21-7-86 se tiene el primer aviso de la iniciación del fuego por uno de los puestos fijos con emisora y distante unos 12 kms. Es corriente, a pesar de las múltiples advertencias y comunicaciones por escrito, que los pueblos de las subcomarca de las Cinco Villas, en el Valle del Tiétar, mantengan durante el verano los basureiros con fuego y las columnas de humo creen falsas alarmas o, como puede ser en este caso, por la proximidad del fuego al pueblo de Santa Cruz del Valle, puedan confundir al vigilante y este tarde unos minutos en el aviso, lo que pueden ser fundamental para la iniciación del ataque. No obstante la primera cuadrilla de extinción, llegó en menos de diez minutos así como vecinos de Santa Cruz del Valle, sin que pudieran sofocar el fuego por la gran intensidad del mismo.

Hasta las 12,45 no se comunica a la Emisora Central la existencia del incendio, pero ya se habían movilizado las cuadrillas más próximas, así como los aviones con base en «La Iglesuela». La importancia de los primeros avisos de iniciación de un fuego, así como las comunicaciones para movilizar los medios de extinción, es de todos conocida, pero esto no impide en que se insista para que los vigilantes de incendios, aparte de ser conocedores del terreno que vigilan, sean seleccionados para que den los avisos con prontitud, concreción, sin falsas alarmas, etc., es decir, que se haga la selección de acuerdo con unas características determinadas y se les de una formación que garantice la eficacia.

Que la dirección técnica del incendio, y máxime cuando éste es grave, de una orden de prioridad en las comunicaciones, defina los canales a utilizar, evite abusos en la permanencia del uso de emisoras, etc., requiere previamente la redacción de una normativa, pero sobre todo en incendios como el que nos ocupa, es imprescindible



centralizar las comunicaciones pues aunque se pierda fluidez, se garantiza eficacia y se da seguridad a las personas que actúan en la extinción. Por ello, es importante que la dirección conozca el terreno o esté asesorada ininterrumpidamente por un conocedor del mismo y se sitúe en aquellos puntos donde pueda seguirse la previsible evolución del fuego. El gran desarrollo de las comunicaciones en los últimos años, el alcance de los equipos a través de repetidores, el gran número de emisoras y sobre todo la importancia de las comunicaciones exigen una buena capacitación del personal, pues es muy frecuente interferir una comunicación importante, con un aviso o conversación, por desconocer los usuarios el manejo correcto de los equipos (dejar pisado un pulsador).

#### *Medios Aéreos.*

Los aviones con base en la Iglesuela, con radio eficaz en la extinción de unos 40 Kms., que cubre el Valle del Tiétar, actuaron desde las 12,45 hasta las 14,45 en que se les ordenó que se retiraran por la llegada de los aviones anfibios con base en Torrejón de Ardoz (Madrid). La descarga al frente de las llamas se hicieron con retardante, pero por el fuerte viento e intensidad del humo no podían aproximarse sin riesgo. El retardante se ha comprobado que cuando se descarga a la altura conveniente y con precisión, puede sofocar las llamas o disminuir su tamaño para que se pueda intentar el ataque directo y sobre todo para que no suba a las copas, pues previamente mojadas con retardante, éste actúa como reductor al recibir el calor de abajo.

Sobre las 14,50 llegaron los aviones anfibios con base en Torrejón, que cargaron agua del embalse del Rosarito distante unos 30 Kms. del incendio. A las dificultades de vuelo en el barranco de las Cinco Villas con cotas de 500 a 2.000 metros de desnivel en 10 Kms., se unió el fuerte viento, intensidad de humo y sobre todo la extensión del fuego por lo que su ayuda en la extinción no podía determinar un control de los frentes del fuego que durante la tarde el día 21 de Julio se habían extendido, como se ha dicho, en un perímetro de 30 Kms. Durante los días 22 y 23 de Julio los aviones anfibios siguieron actuando y su labor fue eficaz al atender focos de fuego de difícil accesibilidad y cuando el personal estaba agotado por los trabajos de extinción y especialmente sometidos a la presión psicológica de los accidentados.



El helicóptero con base en «El Colmenar» próximo al Puerto de El Pico a 1.400 metros de altitud, hizo un vuelo de reconocimiento del incendio sobre las 13,15 horas del día 21 de Julio, justamente a la hora en que el incendio cruza los caminos forestales y toma fuerza ladera arriba.

Desde las 19 a las 21 horas del día 21 de Julio el helicóptero hace sucesivos vuelos en la evacuación de los heridos desde el incendio a Talavera de la Reina, con dificultades para el aterrizaje que fué imposible en la zona del incendio, y dificultoso en los campos de fútbol de Pedro Bernardo y Santa Cruz del Valle, no pudiéndose actuar con la rapidez deseada por las dificultades en las comunicaciones. Durante los días 22 y 23 de Julio el helicóptero actuó muy eficazmente en el transporte de personal a los altos de la Sierra de Gredos con obreros de Lanzahíta y Mijares, estos transportes realizados en cinco minutos suponían contar con personal en sitios cuyo acceso requería una subida de más de dos horas. Es de resaltar en la actuación del helicóptero la profesionalidad y pericia del piloto, así como la fácil adaptación al medio de los obreros de la cuadrilla y personal civil, y muy especialmente la labor de los Agentes Forestales que aparte de la pronta adaptación al vuelo, demostraron una vez más su eficiencia.

#### *Vehículos contra incendios.*

Dentro de los medios de extinción de incendios, los vehículos autobombas, son los más eficaces al poder hacer un ataque directo a las llamas con personal más cualificado y utilizando el agua, que no sólo apaga el fuego sino que da garantía a las personas que actúan con más seguridad que con cualquier otro medio o técnica que se emplee en incendios forestales o de otro tipo. Los primeros vehículos autobomba, carroceta y camión llegan al incendio sobre las 13 horas, les acompaña un camión cisterna que sirve para proveer agua a los autobombas a fin de que no haya interrupción en el funcionamiento. El camión autobomba actuó en la cabeza del incendio, pero el fuego pasó el camino forestal donde se encontraba y tuvo que huir la dotación del vehículo con peligro de su integridad, sufriendo sólo pequeñas quemaduras y lesión, sin que el vehículo ardiese, por la rapidez que pasó el fuego y la prontitud en que se rescató.

Desde la iniciación del fuego fueron actuando todos los vehículos autobombas de la Junta de Castilla y León,



Excm<sup>a</sup>. Diputación de Avila, Bomberos de Avila y de la Comunidad de Madrid. La actuación de estos vehículos fue importante y apagaron el fuego en los frentes que amenazaban las propiedades y pueblos limítrofes con los montes aunque con dificultades en la movilidad por los caminos forestales.

#### *Cuadrillas de retén.*

Las cuadrillas de extinción permanecen en retén durante todos los días de campaña de incendios en las horas de mayor peligro, normalmente desde las 10 a las 20 horas, y son la base fundamental de los planes de prevención y extinción de los incendios forestales.

El número de cuadrillas y su distribución dentro del área forestal de la provincia se planifica para que den una primera respuesta al fuego cuando es incipiente, que es la clave del éxito de la extinción, lo que sucede generalmente en los primeros 15 minutos.

En el incendio que se estudia, se inicia el ataque en los primeros 15 minutos con tres cuadrillas, las situadas más cerca de donde se inició, pero no pudieron sofocarlo, porque desde el principio tomó intensidad (fuego de copas) y velocidad no usual, por las características ya estudiadas, y el único medio eficaz con estas características son los vehículos autobombas, que por encontrarse más distantes tardaron una hora en llegar cuando el fuego se había extendido ladera arriba saltando los caminos forestales.

En los veinte días de julio precedentes al del incendio, con unas características meteorológicas parecidas, se habían sofocado más de 50 incendios por las cuadrillas en los primeros momentos y es normal que a lo largo de la campaña se apaguen más de 200 incendios, con este número no es excepcional que uno o dos fuegos a lo largo de la campaña se extiendan unos cientos de hectáreas; si resulta excepcional que supere las miles de hectáreas, lo que sólo es posible si se dan los combustibles, resinas y condiciones meteorológicas que se han estudiado.

Desde las 12 horas en que se inicia el fuego hasta las quince horas, se fueron acumulando ininterrumpidamente cuadrillas de extinción a los frentes del incendio hasta un número de 15, junto con personal de los pueblos y los cinco autobombas más próximos. Durante el desarrollo



del incendio se incorporaron 15 cuadrillas más y los coches bombas ya citados.

En las labores de extinción el contar con cuadrillas, con personal previamente adiestrado si es posible, pero siempre sometido a la disciplina de un Agente Forestal o Capataz, es tener el medio no sólo más eficaz, sino también velar por la seguridad de los obreros cuando la extinción presenta dificultades como las del incendio que se estudia.

Los trabajos de la cuadrilla en ataque directo e indirecto al frente de llamas son prioritarios para el tendido de mangueras y fundamentales para que una vez sofocado el incendio este no se reproduzca, al quedar aislado por las calles de los bordes.

#### *Personal Militar.*

Las Fuerzas de la Guardia Civil colaboraron en la extinción del incendio siendo esta colaboración inapreciable pues se desplazaron más de 50 números, uno de los cuales salvó a otro de morir abrasado y el capitán de Arenas de San Pedro acompañó a la ambulancia para el rescate de los heridos graves. Aparte de estas prestaciones humanitarias en incendios como el que se estudia, el control, dirección y organización del tráfico que realiza la Guardia Civil es imprescindible para que no sucedan los accidentes tan frecuentes, y no digamos su trabajo y asesoramiento en las propias labores de extinción en los que siempre dan ejemplo y sobre todo pueden solucionar situaciones comprometidas por los frecuentes incidentes de que el personal no obedece a la Autoridad Civil o no siga las órdenes derivadas del asesoramiento técnico.

También colaboraron en la extinción del incendio fuerzas militares acuarteladas en Avila (100 soldados), que se pusieron en movimiento tan pronto fueron requeridos y llegaron al fuego sobre las 23 horas del día 21, precisamente en el momento que el personal civil se encontraba agotado y sobre todo sometido a la psicosis de los accidentados.

La colaboración del personal militar es de gran valor al estar sometidos a sus mandos naturales, lo que facilita enormemente el despliegue, aunque a veces hay que tener en cuenta las dificultades de movimiento de los camiones militares por los caminos forestales.



### *Personal Civil.*

De acuerdo con la legislación vigente sobre Incendios Forestales y Protección Civil, corresponde a los Alcaldes de los Municipios afectados por el incendio la movilización de los medios ordinarios y permanentes, así como de las personas útiles, varones, con edad entre 18 y 60 años.

Una vez comunicado el Incendio al Gobernador Civil, este tomará las medidas oportunas, con la asistencia técnica que precise.

La legislación sobre Incendios Forestales data de 1968 (Ley) y de 1973 (Reglamento), y no corresponde a esta Publicación comentar el contenido, sino sólo señalar que es necesario una coordinación entre las Administraciones: Central, Autonómica y Municipal, en orden a que los medios propios y competencias de cada una de ellas converjan en la prevención y sobre todo en la extinción de incendios forestales.

Puede calcularse en más de 1.000 el número de personal civil que intervino en la extinción. Desde el primer momento, como es usual en los municipios del Valle de Tiétar, los Alcaldes movilizaron a las personas útiles de los pueblos, entre los que hay que destacar los obreros forestales, y entre ellos los resineros a los que se unieron ganaderos, propietarios agrícolas, obreros de la construcción, etc. Los resineros por su conocimiento de los montes y práctica en la extinción, unen a la eficacia, la mayor seguridad para que no se produzcan accidentes, aunque a veces, como en este caso, fueron los accidentados.

Es imprescindible, como reiteradamente se viene insistiendo por la Administración Forestal que el personal civil movilizado se encuadre en grupos con un responsable, semejante a las cuadrillas de extinción, lo que puede basarse en el desarrollo real y no teórico de lo dispuesto en la legislación sobre «Juntas Locales de Extinción de Incendios Forestales» y «Grupos Locales de Pronto Auxilio».

La encomiable actuación en este incendio, como en otros, de los Alcaldes de los Ayuntamientos del Valle del Tiétar, la voluntariedad y sacrificio de los vecinos de los pueblos, son la base y dan un potencial enorme, para que en el futuro, si se invierte la causalidad humana y disminuye el número de incendios, dejen de ser éstos la



causa de la deforestación coyuntural de los últimos años. Se dice coyuntural porque con los datos que aporta la Historia, la ladera Sur de la Sierra de Gredos, ha ardido muchas veces, con daños ecológicos como la regresión vegetal de las partes altas, pero siempre por las privilegiadas condiciones naturales y la voluntad de sus pobladores se ha conseguido la reforestación.

#### *Dirección Técnica de la extinción.*

La asistencia técnica en la extinción del incendio se prestó desde su inicio, por los primeros Agentes Forestales que acudieron con las cuadrillas. De acuerdo con la evolución del fuego se fueron incorporando los Jefes de Comarca Forestales que fueron desplegando los medios de la Sección de Montes, siempre en comunicación con los Alcaldes de San Estaban del Valle y Pedro Bernardo, para prestar el asesoramiento pertinente.

Los técnicos de Montes siguieron en los primeros momentos la evolución del fuego desde la emisora central en Avila, en comunicación directa con la Guardería. Sobre las 15 horas, ante la gravedad del incendio, el Ingeniero que gestionaba los montes que se quemaban, salió de Avila para desarrollar la labor técnica y añadir la humanitaria en el rescate de heridos, que se recoge, más adelante, siempre en comunicación con las Autoridades y prestando el asesoramiento técnico cuando fue requerido.

El Jefe de la Sección de Montes ordenó desde el primer momento un reconocimiento del fuego con el helicóptero y siguió los informes desde Avila, ordenando la salida de los Técnicos y medios disponibles de acuerdo con la evolución y teniendo en cuenta la cobertura necesaria en el resto de la Provincia. Sobre las 19,30 del día 21, salió para el incendio, ante la gravedad del mismo y tener conocimiento de su peligrosidad por los heridos producidos. En el incendio fué informado por el Ingeniero y Guardería, para inmediatamente, incorporarse al puesto de mando establecido en Pedro Bernardo por el Gobernador Civil y el Delegado Territorial de Agricultura que coordinaron y dirigieron las labores de extinción.

#### *Técnicas empleadas en la extinción: «Contrafuegos».*

—«Si no ponemos un contrafuego aquí no hacemos nada».



Según un Agente Forestal esta era la frase más oída reiteradamente en una de las fases de extinción, aunque comentaba otro Guarda, ya jubilado, que con ocasión de un incendio hace 30 años los vecinos del pueblo no conocían esta técnica, pero desde entonces que la aprendieron, la suelen emplear con frecuencia.

El contrafuego, que los americanos denominan back-fire, cuya traducción literal: «Fuego a la espalda» es indicativa de la peligrosidad que puede acarrear a las personas que trabajan en la extinción, es técnica que de emplearse en la extinción debe hacerse tomando toda clase de garantías y desde luego descartarse siempre cuando la velocidad del viento, cambios y turbulencias son las que se dieron en el incendio, y más todavía si se añaden una humedad bajísima, fuertes pendientes y combustibles desecados e inflamables.

No obstante con las condiciones atmosféricas y combustibles descritos, se pusieron contrafuegos en la ladera de fuerte pendiente donde se inició el fuego, el primero en el camino forestal a 350 metros de donde comenzó, después en el camino y arrastradero que confluyen en el Puerto de San Esteban, todos estos contrafuegos fueron inoperantes y es posible que aumentaran el tamaño de las llamas y crearan turbulencias dispersando focos de fuego.

A pesar de la inoperancia de los primeros contrafuegos, cuando el fuego cae a la Hoya de la Eliza en el monte de Pedro Bernardo se intenta a la desesperada pararlo aplicando contrafuego lo que no llega a realizarse con buen criterio, pero éste no se mantiene en los frentes que aunque fuertes avanzan ladera abajo desde el monte público hacia las propiedades que lo circundan. También a lo largo de la carretera del Puerto de Serranillos, quemando una repoblación de pinar en el término municipal de San Esteban del Valle, situada a retaguardia del frente principal.

De acuerdo con la legislación vigente, a juicio de la autoridad que dirige los trabajos de extinción, podrá aplicarse un contrafuego, para anticipar la quema de zonas que dentro de una normal previsión se estimen vayan a ser consumidas por el fuego, aunque no se pueda contar con la autorización de los dueños, pero dando cuenta a la autoridad judicial en el plazo más breve posible. Se escribe lo anterior para señalar la grave responsabilidad que se contrae con la aplicación de esta



técnica y para reflejar que los montes de U.P. son una propiedad a la que no debe ser aplicable el dicho: «Lo que es de todos el diablo se lo lleve».

En los recorridos realizados después del incendio fácilmente podía verse en los troncos de los pinos el efecto del fuego en sentido contrario al progreso normal de avance del incendio.

Dentro de otras técnicas empleadas en la extinción, ha de señalarse que acertadamente no se abrieron líneas cortafuegos perpendiculares a la dirección del viento, pues ya se había demostrado su ineficacia al saltar el fuego los caminos forestales de la ladera donde se inició y propagó el incendio.

El ataque indirecto al fuego abriendo calles en la vegetación del sotobosque y limpiando los combustibles del suelo, resultó perfecto en el flanco derecho donde pudo actuarse desde el primer momento pues el viento era favorable para poder realizar estos trabajos que fueron complementados con el ataque directo a las llamas con agua de los coches de incendios.

También se actuó de la misma forma: cuadrillas de extinción y vehículos contra incendios, en el perímetro sur del incendio donde el fuego al propagarse ladera abajo tenía menos velocidad; aunque como se ha dicho se aplicaron contrafuegos, algunos de los cuales a pesar de hacerse ladera arriba y en caminos forestales se les pasó el fuego, en estos casos por no tener los coches de incendios apoyando la operación.

Se había comprobado con las condiciones atmosféricas que se dieron en Julio de 1986, que el único ataque directo que podía hacerse a los frentes de llamas era con agua, pues incluso en praderas agostadas el fuego corría a tal velocidad y penetraba en el subsuelo, por lo que las cuadrillas de extinción con gran dificultad podían sofocarlo. Por ello, en este incendio como los que se dan con parecidas características, la técnica más eficaz es el empleo de agua en ataque directo o en apoyo de otras técnicas, por lo que el medio más adecuado es el empleo de coches autobombas, cuando como en este caso existen caminos y estanques para su aprovisionamiento.

Las partes altas de los montes presentaron grandes dificultades en la extinción, al ser barridas por las llamas ladera arriba y con gran velocidad, en ellas se ubicaban las



repoblaciones y zonas de pastos que prácticamente ardieron en su totalidad, al darse preferencia a los frentes que amenazaban propiedades y pueblos. En la extinción de las zonas de pastoreo prestaron gran colaboración los medios aéreos y entre ellos el helicóptero que en pocos minutos subió a obreros de las cuadrillas a sitios cuyo acceso costaba más de dos horas a pie.

Ninguna técnica a emplear en la extinción es rechazable, incluso la que se emplea con el medio más simple, la rama, pero todas deben someterse a la garantía de la integridad de las personas que intervienen.

Aunque hemos empleado la calificación de técnicas a operaciones que se realizan en la extinción con los métodos tradicionales, perfectamente válidos, en razón a los nuevos medios que debe apoyarlos: coches contra incendios, y medios aéreos; no podemos terminar este apartado sin tan siquiera hablar de una «táctica» a tener siempre en cuenta en la extinción. Nos referimos a la táctica de saber esperar a que en la evolución normal del incendio las características tantas veces apuntadas que se conocen como el triángulo de comportamiento del fuego: condiciones atmosféricas, topografía y combustibles forestales; cambien favorablemente para que técnicas y medios a emplear resulten eficaces, lo que siempre sucede sin poner en peligro las personas que trabajan.

Por solo citar, dentro de la táctica a seguir en la extinción los factores atmosféricos a tener en cuenta, como son: las brisas de montaña con vientos cambiables, la humedad relativa que siempre aumenta cuando disminuye la temperatura y que generalmente es creciente desde la puesta de sol al amanecer, presentándose entonces las mejores condiciones para atacar los frentes de llamas pero siempre se ha de estar atento a los cambios del viento en velocidad y orientación.

#### *Incidencias en la extinción, accidentados.*

En el Oeste de los Estados Unidos de Norteamérica los bomberos forestales establecen esta prioridad en la extinción: Vida-Propiedad-Bosque, dicha trilogía puede comentarse pero no es el caso, sino señalar como es lógico lo que tan reiteradamente se viene insistiendo: la peligrosidad de los incendios como el que nos ocupa.

Los primeros heridos, por fortuna leves, entre el personal que trabajó en la extinción, se producen a la hora y



media de iniciarse el fuego, al intentar un ataque frontal del incendio con los coches bombas. A las tres horas de su inicio ha de replegarse el personal que está situado en el límite de términos de San Estaban del Valle y Pedro Bernardo con el Alcalde de este municipio y Guardas Forestales, operación muy importante pues había más de 60 personas que en pocos minutos hubieran sido cercadas por las llamas.

Otro repliegue del personal importante fue el realizado por el Guarda Mayor, Jefe de la Zona Forestal y Concejales de Pedro Bernardo que matuvieron a 57 personas junto a un estanque, cuyos alrededores previamente quemaron para disminuir el combustible, pero de esas personas se alejaron tres que fueron los accidentados graves al ser atrapados por las llamas, muriendo un concejal de Pedro Bernardo por la gravedad de las quemaduras sufridas.

En relación con este incidente ha de señalarse que las personas que salvaron su vida alrededor del estanque (punto de agua de incendios) no les fué necesario meterse dentro del agua pues las llamas quedaron a distancia por la quema previsor que realizaron, pero si tuvieron muchas dificultades por el humo y pudieron respirar acercando las cabezas a la superficie del agua del estanque que alejaba los humos calientes.

De los tres accidentados por quemaduras, uno de ellos se protegió del fuego en un pontón del «Camino forestal de La Abantera», donde existía un pequeño charco que le permitió mojarse la ropa, siempre el agua es el elemento fundamental contra el fuego, y aunque con quemaduras graves pudo recuperarse con secuelas, no así los otros dos de los que uno falleció y el otro ha quedado en incapacidad total.

### *Conclusión.*

La red de comunicaciones por radio en la prevención de incendios con puestos de vigilancia ubicados en sitios donde pueda alertarse la iniciación de un incendio es fundamental, por lo que los vigilantes de incendios deben ser seleccionados entre personas, si es posible con conocimiento del terreno que vigilan, pero siempre con características adecuadas al trabajo que desempeñan y la responsabilidad que de dicho trabajo se deriva.

Las comunicaciones en la extinción de incendios importantes deben centralizarse, con reparto adecuado de



frecuencias, no permitiendo el uso individual sin previa llamada a la emisora que se designe como Central, los vehículos contra incendios no deben interferir las comunicaciones en el despliegue de mangueras, que siempre debe hacerse a manguera llena, los que se consigue fácilmente con las pinzas adecuadas.

Los medios aéreos tienen unas limitaciones de vuelo frecuentes en incendios en terreno de topografía intrincada y por las turbulencias que crea el propio fuego. En las comunicaciones de la extinción se debe dar preferencia a los mensajes de los pilotos. El helicóptero es un medio ideal para que la dirección técnica tenga una visión perfecta de la evolución de incendio.

En el despliegue del personal militar en la extinción, debe tenerse en cuenta la transitabilidad de los vehículos por los caminos forestales, y a los mandos del ejército siempre les debe acompañar un conocedor del terreno.

Los efectivos de la Guardia Civil, y dentro de ellos los que conocen el terreno donde se desarrolla el incendio y el personal que actúa, son una colaboración imprescindible en la extinción, porque pueden solucionar problemas graves en el despliegue de medios y personas, así como en las técnicas a emplear (contrafuegos peligrosos).

Las cuadrillas de extinción en retén, permiten atender el fuego desde su iniciación, si existe número y están distribuidas suficientemente. El conseguir una mayor profesionalización de los obreros de la cuadrilla es garantizar la eficacia e integridad de las personas que pueden estar en grave peligro en incendios de grandes proporciones.

Entre el personal civil movilizado en la extinción de incendios, es donde con mayor frecuencia se presentan los accidentes, aunque a veces como en este caso sean conocedores del monte, resineros, lo que puede explicarse por un exceso de confianza. Es imprescindible que el personal civil en la extinción se integre en cuadrillas con un responsable, por lo que debe desarrollarse la organización básica de cada municipio que prescribe la legislación sobre: «Juntas Locales de Extinción de Incendios Forestales» y «Grupos Locales de Pronto Auxilio».

La dirección técnica de la extinción de un incendio debe realizarla una persona cualificada, siempre con el conocimiento de los medios y personal a emplear; el asesoramiento de la Autoridad Civil por los funcionarios de



carácter técnico y guardería que actúan sobre la riqueza forestal que la legislación prescribe, debe desarrollarse en los Planes Provinciales de Prevención y Extinción de Incendios Forestales, para no prescindir de las personas más cualificadas, no demorar los trabajos de extinción y sobre todo que nunca surjan problemas de competencias, pues el protagonismo en los incendios siempre debe ser comunitario y por supuesto jerarquizado.

La técnica más eficaz y segura en la extinción de incendios forestales es el ataque directo con agua, normalmente proporcionada por coches autobombas, aunque debe realizarse en los montes que lo permitan, conducciones de tuberías con bocas de incendios y riego. La dotación del personal de los coches autobombas debe cualificarse para que sean verdaderos bomberos forestales, de su profesionalidad dará siempre idea el buen uso, mantenimiento y limpieza de los vehículos, así como sus elementos de extinción.

La aplicación de un contrafuego debe realizarse como quema anticipada de zonas que normalmente serían consumidas por el fuego, nunca como técnica sustitutoria de otras que puedan sofocar las llamas, pero siempre y muy especialmente que no ponga en peligro a las personas que trabajan en la extinción. Sería conveniente dotar a ciertas cuadrillas especializadas con bengalas para aplicar contra-fuegos que a su vez puedan servir de aviso para el mismo, y sobre todo para determinar quién puede aplicar fuego en contra que no puede ser cualquiera y a veces coincide con un simple espectador.

La táctica del despliegue y repliegue del personal, que trabaja en la extinción, debe estar acorde con la evolución previsible del incendio, en orden a las condiciones meteorológicas, topografía y combustibles, siempre atentos a la velocidad y cambio de dirección del viento; saber esperar a que las condiciones sean más favorables para la extinción, es garantizar su eficacia y que no se produzcan accidentes.

Dentro de la previsión de accidentes por quemaduras debe incluirse el que los obreros, encargados de cuadrillas y dotaciones de coches, tengan una ropa apropiada, pues es corriente que la ropa usual del obrero sea de fibra y como en el caso de los accidentados de este incendio contribuya a agravar las quemaduras, sino se inflamó a la primera chispa.



## Comentarios de la prensa escrita.

Los comentarios, artículos y declaraciones de la prensa escrita provincial y nacional, no han podido aportar a esta Publicación datos de interés pues en la mayor parte de los artículos se daban informaciones no contrastadas, e incluso lo que era verdaderamente noticia no sensacionalista, se obvió olímpicamente. Por ello nos permitimos por su excepción copiar el artículo siguiente publicado en el Diario de Avila del 1-8-1986, firmado por D. José Manuel Serrano.

### A LOS ANONIMOS LUCHADORES CONTRA EL FUEGO

Estos días se está hablando, largo y tendido, sobre el incendio forestal que asoló varios municipios de nuestro incomparable Valle del Tiétar. Parece que, con muy contadas excepciones, todos los estamentos públicos y la sensibilidad ciudadana están volcándose en apoyar a los Ayuntamientos que han sufrido tan graves daños en su economía, paisaje y ecología.

Hasta ahora, no he leído ni escuchado palabras de agradecimiento a todos los que, de una u otra forma, habéis prestado vuestro esfuerzo personal e incluso habéis expuesto vuestras vidas para salvar las de otros y para tratar de evitar que lo que ha sido una catástrofe haya sido menor de lo que pudo ser.

Si lo permitís, y aún a riesgo de no citar a todos, sí quisiera, en nombre de los que no lo han hecho y deberían hacerlo y en nombre de muchos ciudadanos de a pie, agradecer el ejemplo del Guarda Forestal que arriesgó su vida y obligando a unos cincuenta hombres a que no salieran del agua, evitó que estos fueran pasto de las llamas. También recordar al Ingeniero de Montes que puso en peligro su propio cuerpo para rescatar al concejal que agonizaba entre el fuego. Y al Guardia Civil que salvó a otros de morir abrasados.

Los nombres, aquí no importan. Lo realmente valioso son nuestros gestos como personas, si quereis anónimas que cumplís con lo que es vuestro deber, arriesgándoos a perder vuestras vidas entre las llamas que otros prenden para acabar con nuestra naturaleza. Y junto a vosotros, otros muchos funcionarios,

militares, empleados, voluntarios... que asumen los riesgos que conlleva combatir un incendio forestal y que ahora mismo, en los rincones de mayor peligro en nuestra provincia, están alerta o, tal vez, intentando sofocar otros incendios. Vosotros no sois culpables de que las llamas lo arrasen todo. Vosotros, por cumplir con vuestra obligación moral, a veces hasta sois incomprendidos y recibís la peor parte. A veces, hasta críticas y expedientes. Pero la sociedad —los ciudadanos anónimos— saben que el pavoroso incendio de los días 21 y 22 de Julio en el Valle del Tiétar, dísteis todo un ejemplo. Lástima que haya quien se obceque en no reconocerlos».



## **EFFECTOS DEL FUEGO SOBRE EL SUELO, FAUNA Y VEGETACION. RESTAURACION FORESTAL DE AREA QUEMADA** (Segunda parte)

### **Metodología.**

Los efectos del fuego a estudiar, se orientan fundamentalmente a restablecer el equilibrio biológico alterado por el incendio, de forma que la restauración que se proponga esté en consonancia con los factores ecológicos de la zona quemada, teniendo en cuenta la degradación del suelo y regresión vegetal que este incendio y otros anteriores han provocado.

Los métodos y especies que se propongan en la restauración forestal podrán justificarse con criterios meramente conservadores, siempre que se tenga en cuenta que la acción del hombre cuando se hace en armonía con la Naturaleza, puede invertir la regresión actual en un tiempo más corto que lo que la propia Naturaleza necesita. Si lo que la experiencia avala en muchos años de acción repobladora y otros tantos de lucha contra la deforestación por incendios, se juzga con posturas reaccionarias; la reforestación seguirá siendo una químera objeto de múltiples polémicas, que quedarán sólo en palabras, artículos y lamentos de desertización.

Por lo expuesto se seguirá una metodología en el estudio de los efectos ecológicos del incendio, que analice aquellos factores negativos que presentan más problemas en la restauración, factores que se han estudiado científicamente y cuya corrección se apoya técnicamente por la experiencia contrastada.

## **Reseña climática.**

Antes de analizar en apartados siguientes los efectos ecológicos del incendio, es imprescindible hacer una reseña climática de la zona incendiada pues en ella se basa la potencialidad restauradora. En el Proyecto de Restauración se han recogido los datos climáticos de los últimos años sacados de las estaciones meteorológicas ubicadas en los pueblos de la comarca del Valle de Tiétar.

La precipitación anual media puede fijarse en 1.200 litros por metro cuadrado, sin embargo de los últimos diez años, al menos en cinco, ha quedado la pluviometría por bajo de la media, y de todos es conocida las consecuencias de esta sequía acumulada, no sólo en la disminución de los caudales naturales, sino en las dificultades de la repoblación de arbolado, su pérdida de vigor y secuelas de enfermedades, plagas, y muerte por sequía.

La lluvia se reparte irregularmente a lo largo del año con un verano extremadamente seco, es corriente que esta pluviometría elevada se acumule en pocos días de intensas lluvias, siendo frecuentes mediciones de 100 m.m. en un solo día. La nieve y heladas no son persistentes por bajo de los 1.500 m. debido a la exposición Sur.

La temperatura media anual oscila alrededor de 14°, siendo normales en verano que durante numerosos días se superen los 30°, lo que origina una gran evotranspiración que repercute en la propagación de incendios forestales, si coincide con humedades relativas bajas y vientos fuertes del Suroeste.

Estas características climáticas presentan una potencialidad grande para el desarrollo de la vegetación tanto arbórea como de matorral, y en la persistencia del arbolado, antes *Q. pyrenaica* y ahora *P. pinaster*, juega papel importante, como se ha dicho, las condiciones climáticas del verano para la propagación de incendios que siempre han sido frecuentes, pero que se han acentuado en los últimos años al aumentar la incidencia humana en la causa de los mismos y no retirarse los productos leñosos para combustible.

## **Suelo.**

De los efectos del incendio sobre el suelo destacamos por su importancia la pérdida de suelo por erosión que describimos seguidamente.



### *Erosión, pérdidas de suelo.*

A raíz del incendio se ha realizado por la ingeniera de Montes D<sup>a</sup>. María Teresa de Miguel Michelena, un estudio sobre las pérdidas de suelo, cuyos resultados se unirán en un Apéndice de esta Publicación pero describimos a continuación las consecuencias erosivas con las primeras lluvias después del incendio.

A mediados de Septiembre se producen lluvias que puedan calificarse de intensas al medirse unos 100 m.m. en el área del incendio, con ellas se inicia una erosión laminar fuerte que acumula arrastres en carreteras, caminos, bancales y en cualquier sitio donde la escorrentía se atenúa, las pendientes de las laderas oscilan entre el 20% y el 60%.

A los arrastres de finos anteriores, se añade un fenómeno que se inicia en el propio incendio y se acentúa con las lluvias, y es, que grandes piedras de granito de conformación redondeada al quedarse descalzadas por la pérdida de asiento de materia orgánica quemada y arrastres de la lluvia, se pone en movimiento ladera abajo y las que caen en las gargantas empujadas por el agua a modo de ariete modifican el cauce y aumentan la erosión, que puede calificarse coyunturalmente de torrencial en tanto dichos fenómenos se atenúen.

La acumulación de arrastres se hace patente con el relleno de las presas de retención y toma de agua de Pedro Bernardo y Lanzahíta, en la Garganta de la Eliza. Esta última presa con capacidad para 100.000 m<sup>3</sup>. queda prácticamente rellena con los primeros arrastres, sin duda por la imprevisión del proyectista al dejar unos desagües de fondo sin sección suficiente y desde luego inadecuados al régimen normal de arrastre, aunque aumentara con el incendio.

El volumen de arrastres en la Presa de Lanzahíta, da idea de la pérdida de suelo, pues aunque este tenía acumulados restos sueltos del incendio (cenizas), los 100.000 m<sup>3</sup> pueden estimarse que se arrastraron en unas 1.000 Has. de la cuenca de la Garganta de la Eliza, lo que representa 10 litros de arrastre por metro cuadrado, es decir una pérdida de espesor de un centímetro en el horizonte superficial del suelo.

Al grave perjuicio causado por la erosión al rellenar las presas citadas y tunel-canal de la Central del Chorro en

Cavilanes, hay que añadir las anomalías en el servicio de agua potable de todos los pueblos afectados por el incendio cuya turbidez e insalubridad ha obligado a realizar cuantiosos gastos a los Ayuntamientos, que seguirán en el futuro hasta tanto se aumente la capacidad de embalse necesaria, al incrementarse la población en los veranos en los pueblos del Valle del Tiétar.

#### *Corrección hidrológica.*

Aún siendo patentes los fenómenos erosivos descritos y espectaculares a raíz del incendio, el área forestal incendiada presenta, como se ha dicho, una potencialidad grande para que se restaure la vegetación quemada que se inicia por el estrato herbáceo y el brote del matorral, aunque todavía será significativa a causa de las cortas de arbolado quemado. Por ello el Catedrático de Hidrología de la E.T.S. de Ingenieros de Montes, D. Filiberto López Cadenas, en visita realizada a la zona incendiada, estableció en su justa medida la erosión coyuntural provocada por el incendio y fijo criterios en la corrección hidrológica.

En el Proyecto de Restauración se ha propuesto la construcción de un dique de 10 metros de altura como obra de defensa, imprescindible para poner en servicio la presa de embalse y toma de agua de Pedro Bernardo y una serie de albarradas de manpostería gavionada de 2 m. de altura en los tramos de las gargantas con más pendiente, cuya construcción se hará escalonada a fin de compaginar la corrección con la repoblación piscícola también incluida en el Proyecto.

#### *Caracterización del Suelo.*

Las características del suelo son un factor determinante de la calidad de las masas forestales según la estación; y el estado de degradación del suelo, en el que influyen los efectos de los incendios forestales, va a determinar la técnica y especies a emplear en la restauración forestal.

Por lo expuesto y con visión de futuro el Ingeniero de Montes D. Joaquín Ximénez de Embún, que redactó la Ordenación del monte de Pedro Bernardo en el año 1952, incluyó un estudio muy completo del suelo del monte, realizado sobre la muestra de doce calicatas. La comparación del análisis granulométrico realizado hace



35 años con el de la muestra de 10 calicatas realizada en este Estudio, arroja los siguientes resultados:

<b>Composición Granulométrica</b> <b>fracción &lt; 2 m.m.</b>	<b>Análisis</b> <b>1951</b>	<b>Análisis</b> <b>1986</b>
V. medio partículas 0,002	8 %	5 %
V. medio partículas 0,02-0,002	9 %	9 %
V. medio partículas 0,2-0,02	23 %	26 %
V. medio partículas 2-0,2	52 %	60 %
SUMAS.....	92 %	100 %
Materia Orgánica .....	7 %	(2,5 %) oxidable
Humedad .....	1 %	—
TOTALES	100 %	100 %

La muestra de 1.951 daba un espesor medio del suelo de 77 cm, con valores extremos de 46 a 105 cms., el espesor medio de la 2ª capa es de 24 cm., cuya granulometría se compara con el análisis actual. Los porcentajes de arcilla y limo son inferiores al 10% que califica su textura como muy arenosos, y al no existir sustrato impermeable la capacidad de retención de agua por textura es limitadísima lo que no ayuda a paliar la sequía del verano.

Lo anteriormente expuesto se atenúa algo en las muestras tomadas en terreno llano, bancales abandonados y tierra de labor de enclavados del monte, donde la fracción de partículas < 0,1 m.m. es de un 31% y en suelo de fuerte pendiente queda en un 18%.

El suelo puede calificarse de moderadamente ácido con valores de pH entre 5,10 y 6,20, aunque en las praderas naturales de los altos de la sierra quede por bajo de 5, es decir, suelos fuertemente ácidos. Los valores pH de los análisis de 1951 se comprenden entre 5,70 y 7,00 valores superiores en medio punto a los reales, de acuerdo con la determinación del pH electromecánicamente realizada en el Estudio a que seguidamente nos referiremos.

#### *Efectos de fuego en el suelo.*

A raíz de otro gran incendio en 1980 en el Valle del Tiétar que afectó a los montes de Piedralaves y La Agradá,

el C.S.I.C. realizó un estudio del área quemada y los científicos F. Velasco, J.M. Lozano y A. Bello, estudiaron los efectos sobre el suelo, y sus resultados se publicaron en el Boletín de Ecología del I.C.O.N.A. nº 29/86, con el Título «Alteraciones Físicoquímicas, Bioquímicas y Biológicas en Áreas Quemadas de Pinus Pinaster».

El área quemada en Piedralaves-La Adrada es semejante, por no decir igual, que la que se estudia, por lo que la caracterización del suelo que se recoge en la publicación citada amplía y completa la reseña dada anteriormente en los aspectos químicos y biológicos, por lo que pasamos a resaltar aquellas conclusiones del referido estudio, a tener en cuenta en la restauración forestal.

La acidez del suelo se modifica positivamente con los incendios al elevarse el pH, aumentando 0,35 (A) y 0,65 (B) en el primer incendio, y 0,70 (A) y 0,75 (B) en el área requemada, con respecto al suelo testigo sin quemar. Esta alteración positiva es aprovechada fundamentalmente por el estrato herbáceo que se desarrolla con exuberancia a raíz del incendio y en ciertas áreas plantea competencia con la implantación de arbolado, competencia en el remanente de agua del suelo en verano. Por ello en la dinámica de deforestación española, siempre al incendio, sigue la apetencia de pastos de terrenos que anteriormente no eran valorados por los ganaderos.

Lo dicho anteriormente es ampliable al enriquecimiento de las bases de cambio, por la aportación de cenizas de la vegetación, especialmente si esta es arbórea por la gran biomasa consumida. Sin embargo, en el estudio que se reseña se apunta que en el humus residual afectado por el incendio puede haberse modificado la capacidad de retención selectivamente para ciertos cationes, y se concluye que el humus del suelo sin quemar evoluciona del «moder forestal oligotrófico», hacia la formación del «humus mor», en el suelo afectado por quemas repetidas.

La costumbre tan reiterada en la Sierra de Gredos de quemar los piornales para mejorar los pastos, sólo puede justificarse si la densidad y altura de matorral puede presentar un grave peligro en la extensión de los fuegos, y desde luego de seguir haciendo estas quemas nunca se debe realizar, como es costumbre, a final del verano, sino esperar a que el suelo esté húmedo para que el fuego no penetre en el suelo, coincidiendo con las buenas combustibilidades provocadas por las heladas, pero siempre que



técnicamente puedan definirse como «quemadas controladas».

La microflora total aumenta en el área quemada para disminuir en la requemada, y acentuarse esta disminución en la microflora de hongos. En el estudio que se reseña no se apreció alteración significativa de la nematofauna de las áreas quemadas comparadas con el suelo testigo.

#### *Capacidad real de retención de agua en el suelo.*

Ya se ha apuntado en apartados anteriores la importancia sobre la capacidad de retención de agua en los suelos que se estudian, en laderas de pendientes acusada y aunque con pluviometría elevada (1.200 m.m.), sin apenas lluvia en el verano. En las partes altas de los montes esta capacidad de retención solo puede mejorarse por el porcentaje húmico procedente del matorral que la esorrentía se lleva especialmente después del incendio y si éstos se repiten podrá llegarse a una situación irreversible, sino se está ya próxima a ella.

Se ha venido observando después de los grandes incendios, especialmente en las partes altas de los montes y medias con pendientes acusadas, que después de pluviometrías altas de más de 100 m.m., la preparación del terreno para la repoblación realizada en hoyos o casillas, no mejoraba la retención de agua y tanto el hoyo como el montón de tierra extraído no permitían la plantación al encontrarse completamente secos en épocas de bajas temperaturas. Las plantaciones realizadas en estas condiciones no han progresado, e incluso la siembra de piñón que se desarrollaba con vigor en primavera no resistía la sequía del verano.

La panorámica descrita es consecuencia del estado de degradación edafológica, pues suelos que hace años se habían repoblado con *P. sylvestris*, con preparación del terreno en banquetas, pinar que había cubierto la ladera con espesura y vigor notables, dichos suelos hacían problemática la nueva repoblación después del incendio.

Este fenómeno ya había sido observado por los Catedráticos de Edafología de la E.T.S. de Ingenieros de Montes Srs. A. Nicolás y José M. Gandullo, que en su publicación «*ECOLOGIA DE LOS PINARES ESPAÑOLES DE PINUS PINASTER*», catalogan los suelos de la Sierra de Gredos como poco evolucionados del tipo de «ranker» de pendiente con falta de horizonte —B—. De las tres



hipótesis que se dan para explicar este fenómeno, copiamos textualmente la segunda: «Una sustitución de la masa mixta de coníferas y cupulíferas por masa puras de coníferas, con una fase intermedia de espesura muy defectiva y fenómenos claros de rejuvenecimiento edológico por erosión».

Al definir las calidades de suelo en el libro citado, para la Sierra de Gredos, reduciendo a llano los valores de los coeficientes de capacidad e impermeabilidad, fijan la calidad por la capacidad real de retención de agua en la mayor o menor abundancia de porcentaje húmico, dentro de las fertilidad potencial de la roca madre y para valores de pH. que no sean indicadores de excesiva acidez.

En el análisis de suelos del año 1951, se resaltaba en las doce muestras: 8 con infiltración difícil, 2 con infiltración casi nula y 2 con infiltración media. Por ello se han realizado pruebas de infiltración, por el método de MUNTZ, en este Estudio, con los resultados siguientes:

Prueba nº	Altitud	Pendiente	Infiltración	Terreno
-----------	---------	-----------	--------------	---------

1	1.500	35%	24,5 cm/h.	quemado
2	1.500	35%	11,6 cm/h.	quemado
3	1.245	50%	87,2 cm/h.	No quemado
4	1.245	50%	29,4 cm/h.	quemado
5	820	12%	45,7 cm/h.	No quemado
6	820	25%	50,7 cm/h.	quemado

Como puede verse la infiltración es menor en el terreno quemado, y aunque la prueba nº 6 es semejante con el terreno no quemado, en ésta el agua no profundizó más de 8 cm, manando a dos o tres palmos ladera abajo.

#### *Conclusiones a tener en cuenta en la reforestación.*

Lo ideal en la acción reforestadora es encontrar especies adaptadas a la estación donde vegetan, si está no se ha modificado hasta tal extremo, que ha pasado ya a situarse a dos o tres estados de regresión inferior, a través del monte claro, matorral heliófilo y matorral colonizador, con las consiguientes degradaciones de suelo.

En la zona quemada que se estudia, las partes bajas y medias de los montes, que no se han requemado en este incendio todavía permiten la siembra de semilla y si ésta se hace a raíz del incendio, antes de que las acículas



formen una alfombra impenetrable, se produce con las primeras lluvias, como a ocurrido, un diseminado abundante y vigoroso.

Lo apuntado sobre las acículas del pinar, aunque es tan simple, a veces no se tiene en cuenta y se retrasan las siembras esperando un buen tempero sin haber preparado previamente el terreno. La acción repobladora debe iniciarse a raíz del incendio para aprovechar las aportaciones de enmienda y fertilizante que proporcionan las cenizas.

El retraso en la reforestación de las zonas incendiadas a veces por presiones de los ganaderos, a pesar de los que la legislación prescribe, es perder en ocasiones las mejores condiciones para la restauración forestal.

En suelos quemados, con un estado de degradación patente, como es el caso de las partes altas y medias de fuerte pendiente del área quemada, es imprescindible en la reforestación realizar una preparación de terreno para poder hacer plantaciones e incluso la siembra de la propia especie que poblaba los montes, *P. pinaster*.

Por lo expuesto y en orden a disminuir la escorrentía para aumentar la capacidad de retención de agua, aún perdiendo el porcentaje húmico muy escaso, está justificada la apertura de terrazas, donde no pueda hacerse un subsolado, pero siempre ha de realizarse una preparación de terreno tanto más intensa cuanto mayores sean los problemas de degradación del suelo. La capacidad de retención aumenta, modificando la escorrentía y con la acción mecánica del subsolado se mejora la infiltración y la penetración de raíces.

Lo apuntado anteriormente no sólo lo avala, la experiencia, que cualquier persona puede observar, viendo el progreso de repoblaciones en terrazas y el fracaso en preparaciones del suelo someras, sino que la propia Naturaleza lo enseña en la Sierra de Gredos, donde el área de las cumbres ha sido colonizada por el piornal, bajando cada vez más de cota a causa principalmente de los incendios, como lo demuestran los ejemplares seculares de *P. nigra* y *P. sylvestris* que todavía pueden verse en la frontera de los 1.500 mts. hoy rebasada por el matorral colonizador.

No podemos terminar este apartado sin señalar que el aterrazado no aumenta la erosión en la Sierra de Gredos,

aunque realmente el terraplén de la terraza resulta de mayor pendiente que la ladera, precisamente en dicho terraplén no se producen deformaciones y los arrastres y lluvias siempre se retienen en la parte llana. Por supuesto que las terrazas, los cortafuegos, y los árboles puestos en fila modifican el paisaje, pero más desolador es no hacer nada o dejar que se vaya degradando el suelo y que la vegetación continúe en estados regresivos, pudiendo llegar a situaciones irreversibles.

### **Fauna.**

El inventario faunístico se redujo a los vertebrados más comunes y característicos de la zona incendiada, para lo cual se empleó el estadillo de la página siguiente, donde se recogen los nombres vulgares y científicos de los vertebrados inventariados.

El inventario se refiere exclusivamente a la presencia o ausencia de vertebrados después del incendio, para lo que se ha realizado una encuesta entre los obreros y cazadores con más conocimiento de la fauna. Dicha encuesta se inició a raíz del incendio y se ha repetido en meses sucesivos, para conocer la colonización del área incendiada por las especies.

### **ENCUESTA SOBRE VERTEBRADOS**

Estudio de impacto sobre la fauna de vertebrados del incendio forestal de Pedro Bernardo y otros municipios (21-7-86).

Sírvase cumplimentar este impreso y entregarlo al guarda forestal, que remitirá a esta sección.

Indique con una (x), de entre los siguientes animales, los que vió la semana siguiente al siniestro:

Ratón de campo: *Apodemus silvaticus*.

Musaraña común: *Crocidura russula*.

Topo común: *Talpa europea*.

Conejo: *Oryctolagus cuniculus*,

Liebre: *Lepus europaeus*: (= *L. capensis*).

Zorro: *Vulpes vulpes*.

Culebra:

(Si conoce el nombre de la especie de alguna, indíquelo).

Lagartijas:

Repase la relación y ponga a la derecha de los señalados con (x) el nombre del lugar o lugares donde los vió.



De entre la siguiente relación indique con (x) los animales que ha visto recientemente en la zona incendiada, y ponga a la derecha el lugar o lugares donde los encontró. Si conoce las huellas u otras señales de alguno y las ha visto, indíquelo.

Liebre:

Conejo:

Gineta: *Genetta genetta*.

Tejón: *Meles meles*.

Comadreja: *Mustela nivalis*.

Turón: *Putorius putorius*.

Ardilla: *Sciurus vulgaris*.

Jabalí o sus hozaduras: *Sus scrofa*.

Zorro: *Vulpes vulpes*.

Urraca: *Pica pica*.

Rabilargo: *Cyanopica cyanus*.

Arrendajo: *Garrulus glandarius*.

Cuervo: *Corvus corax*.

Corneja: *Corvus corone*.

Grajilla: *Corvus monedula*.

Paloma Torcaz: *Columba palumbus*.

Perdiz: *Alectorix rufa*.

Aguila ratonera: *Buteo buteo*.

Milano: *Milvus milvus*.

Alcotán: *Falco subbuteo*.

Lechuza: *Tyto alba*.

Mochuelo: *Athene noctua*.

Abubilla: *Upupa epops*.

Pico picapinos: *Dendrocopos major*.

Zorzal: *Turdus pilaris*, *T. iliacus*, *T. philomelos*, *T. visvorus*.

Pardillo: *Acanthis caunabina*.

Gorrión molinero: *Passer montenus*.

Indique algún otro pájaro pequeño que haya visto...

Culebras:

Lagartijas:

### *Impacto del incendio sobre la fauna de vertebrados.*

A raíz del incendio se iniciaron las encuestas referidas, de las que se deduce que el ratón de campo se citaba prácticamente en todas ellas así como el topo y las lagartijas, y en un 50% el conejo y las culebras, lo que refleja que las madrigueras de dichos animales les prestaron protección y la mortandad no fué total. Caso curioso, es el del ratón de campo cuya presencia se ha seguido con preferencia debido a los daños que puede causar en la siembra de piñón y efectivamente en las casillas de

siembra ha buscado el piñón, y ha podido cazarse ejemplares con trampa de ballesta.

También es de reseñar la presencia del zorro a raíz del incendio, explicable por la posible abundancia de animales dañados, pero en las encuestas de meses posteriores al fuego sus huellas no son abundantes, por lo que debió dejar el cazadero a las pocas semanas por escasez de alimento.

No pasa lo mismo con el jabalí cuyas hozaduras son significativas a partir de las lluvias de septiembre, pero es de suponer que procede del área perimetral del incendio pues en la zona quemada ha disminuido notablemente la protección del matorral.

Caso notable dentro de la fauna es la presencia de ardilla que se señala en el 80% de las encuestas después de incendio, y aunque en el perímetro de la parte baja ha quedado pinar, es presumible que pudiera protegerse bien en huida o cobijándose, lo que parece extraño.

De otros mamíferos encuestados como los mustélidos (gineta, comadreja, turón, etc.) frecuentes en la comarca no han sido vistos, quizás por no dejar huellas patentes, o han desaparecido. El tejón se cita y el conejo también, lo que puede explicarse por lo dicho sobre la protección de la madriguera que no debió invadir el humo ni pasar el calor.

La avifauna es la más perjudicada por el fuego según las encuestas, y como es natural la más difícil de recuperar al perder por muchos años las posibilidades de nidificación que prestaba el arbolado. De las especies encuestadas sobresale la presencia de Pico picapino, que con otros insectívoros aprovechan la abundancia de insectos (escolítidos) que se desarrollan después del incendio.

A los insectívoros le sigue en frecuencia el cuervo y arrendajo, aves muy adaptadas, como el rabilargo en las zonas bajas, por su alimentación nada selectiva. La perdiz se cita en los niveles medios y bajos de los montes, cuando era frecuente (no abundante) en las partes altas, por lo que es previsible sufriera una gran mortandad en el incendio, teniendo en cuenta la época, 21 de Julio, en que la cría del año no estaría desarrollada en las partes altas.

De las aves de presa es frecuente el águila ratonera lo que confirma la permanencia de roedores como se ha



apuntado, y no es significativa la presencia del milano, no se citan las restantes especies de la encuesta. Respecto a otras aves se citan por orden de frecuencia las siguientes: Zorzal, grajilla, pardillo, paloma torcaz, abubilla, gorrión molinero, agatachin, verderón, etc, aparte de los insectívoros ya citados como más frecuentes.

#### *Desarrollo de los insectos.*

Todos los desequilibrios biológicos crean plagas, al desarrollarse aquellas especies cuyos depredadores desaparecen y especialmente porque dentro de la vegetación la acción humana da preferencia a las especies de interés, en este caso pinar, y a sus plagas nos referiremos.

La colinización de escolítidos en el pinar quemado es lógica, pero ha de desenmascarse a los compradores de madera de incendios, que enseguida aducen para conseguir buen precio lo que ellos llaman «polilla»; los insectos que dentro del ciclo biológico viven debajo de la corteza, sólo dañan los árboles vivos, y entre ellos, los que preferentemente han perdido vigor. Por ello, es importante que las labores de extracción de productos, y entre ellas el descortezado, se haga con urgencia, para no extender la colinización a los restos de pinos salvados en el incendio, tanto en su interior como en el perímetro.

La conocida procesionaria, plaga endémica en los pinares del Tiétar, debe controlarse después del incendio, pues ataca con intensidad los pinos afectados que se dejan como verdes y los del perímetro. Después del incendio se tuvo en cuenta el problema, y se trató con medios aéreos al perímetro, no así a los pinos de dentro que actualmente soportan un fuerte ataque, que se atenuará con la eliminación de bolsones.

#### *Mortandad piscícola.*

No es exagerado describir como mortandad piscícola, las consecuencias que los arrastres del incendio han producido en la trucha que poblaba las gargantas. Es previsible que únicamente los alevines protegidos en zonas de cáuce adecuadas, puedan haber resistido al impacto de la turbidez y torrenteras que se han producido con las primeras lluvias, pero de ser así no puede esperarse a su desarrollo natural para restaurar la fauna piscícola desaparecida.

### *Repoblación cinegético-piscícola.*

En el Proyecto de Restauración se ha propuesto la repoblación cinegética de las especies más representativas: conejo y perdiz.

Para la repoblación de conejo se ha previsto la suelta de ejemplares vacunados, realizándose previamente madrigueras con los restos de corta del arbolado, en la zona baja y media de los montes.

La suelta de perdices, es muy necesaria, pues es una especie que encontrará en la preparación de terreno para la repoblación una mejora de su hábitat, pero es importante cubrir un período de adaptación en jaula antes de su suelta.

La repoblación de trucha no presenta más problema que el régimen casi torrencial creado por el incendio, por lo que debe compaginarse, con la corrección hidrológica de las obras a realizar en los cauces y seguirse, cuando se restaure la vegetación herbácea.

### **Vegetación.**

Antes de hacer una caracterización de la vegetación del área quemada, hemos de referirnos, siquiera sucintamente, a la tenencia y uso de la tierra, haciendo énfasis en que el incendio afectó en el 90% a propiedad municipal, montes de utilidad pública, a los que no debe aplicarse lo apuntado: «lo que es de todos el diablo se lo lleve».

#### *Tenencia y uso de la tierra. Reseña histórica.*

El pueblo de Pedro Bernardo, antes Nava La Solana, al igual que Gavilanes, antes Las Torres; proceden de fundaciones de Alfonso XI, repoblaciones en el sentido real, que ocuparon la frontera estabilizada de la Reconquista. La «nueva frontera» con influencias del Este, por la proximidad de Madrid, ha tenido una incidencia negativa en la conservación de las masas forestales, no sólo por la afluencia de visitantes en verano, sino por el movimiento migratorio que ha modificado costumbres del área rural y ha desequilibrado la estabilidad en la persistencia del arbolado por siglos.

La disgregación apuntada viene a cuento, para señalar que el área natural de la vegetación está modificada desde hace siglos por el hombre, pero con períodos



estables. Uno de estos períodos lo definía en el siglo XV, el Duque de Almazán en su libro de cetrería, con la conocida descripción de que una ardilla podía recorrer España sin bajar de los árboles. (Prólogo de J.L. Sáez-Diez, del libro Socialización de la Naturaleza de Philippe Saint-Marc).

La ardilla española del siglo XV, seguramente sería «bellotera» y desde luego siempre encontraría alimento en las masas mixtas de coníferas y cupulíferas de la Sierra de Gredos, donde la mayor o menor representación de frondosas y/o resinosas estaría relacionada con la degradación del suelo provocada por el hombre al incendiar y aclarar los montes para aumentar las áreas de pastos y agrícolas. Por ello puede aplicarse en esta polémica, lo que acertadamente ha descrito el Dr. Ingeniero de Montes J.L. Montero de Burgos sobre la regresión de los montes Gallegos apoyándose en la paleobotánica, y señalar que el *P. pinaster* estaba en su sitio, de donde fué expulsado (gimnospermas del Terciario) y a donde regresó cuando la naturaleza le llamó, sustituyendo al roble (finales del Cuaternario), paulatinamente según avanzaba la degradación producida por el suelo.

El uso de las tierras se ha realizado siempre con la evolución sufrida en la propiedad, que en los montes de esta comarca fué detentada hasta el siglo pasado por «las manos muertas», para pasar con la desamortización a la propiedad comunal. A la deforestación de esta propiedad se puso freno con la catalogación de los montes como de Utilidad Pública, y creación y desarrollo de una Administración Forestal, que siempre ha aplicado una técnica conservadora en el bosque y ha aumentado con la reforestación las áreas donde el bosque desapareció, y que actualmente es más necesaria esa reforestación por la merma sufrida en las superficies arboladas por los frecuentes y extensos incendios que se han producido en los últimos años.

#### *Caracterización de la vegetación.*

En la caracterización de la vegetación quemada en el incendio del Valle del Tiétar del 21/7/86, nos basamos en el trabajo del Doctor D. José Luis González Rebollar, dentro del PROGRAMA: «Fauna y Flora edáfica, su importancia en regeneración de áreas quemadas», realizados por el C.S.I.C. a su raíz del incendio del de 1980, que

afectó a una extensa área del Valle del Tiétar, en los Ts. Ms. de Piedralaves y La Adrada.

Dentro del área incendiada se distinguen los siguientes pisos según la altitud, perfectamente caracterizados por unas especies representativas por su abundancia y sociabilidad, muy especialmente en el matorral por lo que puede denominarse por las especies más características de dicho matorral.

Altitud mts.	Piso	Denominación	Especies características
500-700	Basal	Jaral-Romeral	Cistus ladanifer, Rosmarinus officinales, Retama sphaerocarpa, Q. ilex, Q. pyrenaica, Q. suber, P. pinea, P. pinaster, Arbustus únedo, Lavándula, Vicia, Olea, Ficus, etc.
700-1200	Montano	Retamal-Escobonal	Cytisus scoparius, C. Ladanifer, Genista florida, R. sphaerocarpa, Q. pyrenaica, Castanea sátiva, Alnus glutinosa, P. pinaster, Pteridium aquilinum, Rubus sp., Lavándula pedunculata, Festuca elegans, Dactylis, Agrostis, etc...
1200-1600	Alto	Escobonal-Piornal	C. scoparius, Cystisus purgans, G. florida, Echinopartum barnadesii, Q. pyrenaica, P. pinaster, P. nigra, P. sylvestris, Festuca elegans, Nardus strictu.
1600-2000	Cúmbres	Piornal-Cervunal	Cytisus purgans, Echinopartum barnadesi, Festuca elegans, Festuca indigesta, Nardus stritus.

Describimos a continuación aquellas características de cada uno de los pisos en orden a la restauración forestal, de acuerdo con su vocación natural y la degradación del suelo, así como el uso actual y potencial futuro.

#### Piso Basal (500-700):

Zona baja que limita con las dehesas llanas y terrenos agrícolas de la Vega del río Tiétar, que puede catalogarse como *área agrícola* y en la que apenas ha tenido importancia el incendio. En lo que respecta a la vegetación se trata de una zona de contacto entre el encinar Extremeño y el de la Meseta, con especies características Q. ilex y Q. pyrenaica y aislados Q. suber y Q. faginea. El área de pinar,



P. pinaster, está determinada por los Montes de U.P. con vigor y crecimientos espectaculares (Santa Cruz, Pajonal). El olivo no es vecero por la pluviometría abundante a pesar de su nulo cultivo, y con la higuera define los cultivos abancalados en pendientes.

Piso Montano (700-1200):

Zona media de fuertes pendientes, afectada intensamente por el incendio, *eminente forestal*, poblada sin solución de continuidad por el P. pinaster, salvo los prados de las gargantas y fincas abancaladas de antiguos cultivos. La representación de Q. pyrenaica es escasa y está relegado como el castaño a sitios de buen suelo y fresco, los cauces los ocupa el aliso. La reforestación del pino sólo presenta problemas en los sitios quemados y la plantación de frondosas requiere un buen suelo y si es posible riego en verano en las primeras edades.

Piso Alto (1200-1600):

Zona de pendiente más suave que la anterior, afectada por el incendio menos intensamente, y cuyo uso se puede calificar de *forestal-ganadero*. A la vegetación arbórea se le puede poner el límite de 1.600 m. de altitud, aunque es posible que antes sobrepasara esta cota (P. nigra), y por los incendios y degradación del suelo consiguiente, bajó el pionar continuo hasta los 1.400 m. Los problemas en la reforestación provienen de la degradación del suelo, por lo que es necesario buena preparación del terreno y es muy aleatoria la implantación de frondosas, en suelos frescos puede ensayarse el abedul.

Las especies indicadas serían P. pinaster hasta 1.400 m. P. sylvestris de 1.400 a 1.600 mts. La mejora de praderas naturales es importante en orden a mantener un equilibrio silvopastoral.

Piso de Cumbres (1600-2000):

Denominado piornal-cervunal, pues las especies Cytisus purgans y Echinospartum barnadesii, asociados a la Festuca elegans y F. indigesta forman estratos de matorral y herbáceo en el límite con la vegetación arbórea (P. nigra), desaparecida hace años. La conservación de esta vegetación, zona muy quemada por causas naturales (rayos) y pastoreo, es primordial no sólo para que el roquedo no aumente, sino como alimento de la fauna salvaje, Cabra Montés.

La vegetación descrita como característica de cada uno de los pisos, y sobre todo su asociación puede asimilarse a

los modelos de combustible, clasificados por claves, agrupados según que el propagador principal del fuego sea: matorral y hojarasca debajo del matorral, hojarasca debajo del arbolado, residuos de cortas.

La asociación vegetal del piso Basal, en la que no ha tenido importancia el incendio, puede asimilarse al modelo 2, modelo 4 (repoblado de Lanzahíta), y modelo 9.

La asociación vegetal del Piso Montano, es claramente asimilable al modelo 9.

La asociación del Piso Alto, puede asimilarse al modelo 2 en la frontera con el piso siguiente, y al modelo 7 en el límite con el anterior.

La asociación vegetal del Piso de Cumbres, es claramente asimilable al modelo 5.

### Inventario Florístico

Flora característica  
*Piso: Alto y Cumbres*

Flora característica  
*Piso: Basal y Montano:*

*Pinus nigra.*  
*Pinus sylvestris.*  
*Quercus pyrenaica.*  
*Pinus pinaster*  
*Cytisus purgans.*  
*Echinospartum barnadesii.*  
*Genista florida.*  
*Erica arborea.*  
*Festuca cf. indigesta.*  
*Festuca elegans*  
*Lavandula stoechas.*  
*Lavandula pedunculata.*  
*Thymus mastichina.*  
*Scleranthus sp.*  
*Hieracium castellanum.*  
*Pteridium aquilinum.*  
*Corynephorus canescens.*  
*Poa bulbosa.*  
*Halimium cf. umbellatum.*  
*Scleranthus sp.*  
*Digitalis thapsi.*  
*Biscutella sp.*  
*Rumex acetosella.*  
*Rumex bucephalophorus.*  
*Milium vernale.*

*Quercus pyrenaica.*  
*Pinus pinaster.*  
*Quercus ilex.*  
*Pinus pinea*  
*Grataegus manogyna.*  
*Genista florida.*  
*Retama sphaerocarpa.*  
*Cistus ladanifer.*  
*Lavándula pedunculata.*  
*Rosmarinus officinalis.*  
*Daphne gnidium.*  
*Ranunculus cf. gregarius.*  
*Asphodelus sp.*  
*Digitalis thapsi.*  
*Cruciata glabra.*  
*Pteridium aquilinum.*  
*Festuca elegans.*  
*Poa bulbosa.*  
*Helechrysum stoechas.*  
*Vicia sp.*  
*Carduus sp.*  
*Ornithopus compressus.*  
*Anthyllis lotoides.*  
*Juniperus oxicedrus.*  
*Arbustus unedo.*



### *Regresión Vegetal. La Climax.*

El estado de regresión vegetal en la zona del incendio, ha de estimarse de acuerdo con la caracterización de la vegetación reseñada y la formación climax del bosque denso que la precedió.

La climax como óptimo natural de frondosas ha de completarse con la presencia de resinosas en la Sierra de Gredos, pues son precisamente los pinos los testigos más antiguos de la vegetación arbórea (el último *P. sylvestris* a 1.500 metros de altitud se ha quemado en este incendio con edad de siglos) obviando como reiteradamente se ha dicho la polémica apuntada entre pino y roble.

Desgraciadamente no existen en la Sierra de Gredos bosques de robles en los que no haya intervenido la acción humana, explicable por la necesidad de leñas y economía silvopastoral; quizás estos últimos bosques densos de roble se ubicaban en los terrenos (Lanzahíta) de la margen derecha del Tiétar, hoy fértil vega con producciones espectaculares (50.000 Kgs. de manzana por Ha.), y de calidad que se explica por su suelo extraordinario, para ciertos cultivos (espárrago). Como bosque denso de frondosas en la estribación de la Sierra de Gredos, puede señalarse los castaños de El Tiemblo y Casillas-Rozas, con espesura y crecimientos que marcan suelos evolucionados. El bosque se ha regenerado de brotes de cepa de castaño viejo que sin duda ocupa antiguos robledales, hoy relegados a las partes altas limítrofes.

Como óptimo natural del bosque de resinosas en el piso alto, existe una muestra que por su inaccesibilidad y defensa natural de incendios se ha conservado hasta ahora, en la ladera Sur de la Sierra de Gredos. «Dehesa del Borbollón» en Sotillo de la Adrada; donde el *P. nigra* y el *P. sylvestris* en exposición de umbría, presenta un bosque espeso con regeneración natural extraordinaria y altos fustes, semejantes a otros pinares puros de las especies en otras Sierras.

Como bosques de calidad de *P. pinaster* en los pisos bajos y montano ha de señalarse los pinares de Arenas de San Pedro-Guisando, y en la propia área del incendio las zonas bajas de Santa Cruz del Valle y Pedro Bernardo (Labantera). De estos pinares catalogados como de subespecie atlántica, puede decirse que determinan una

denominación de origen en la especie y en sus productos muy apreciados: madera de Arenas y semilla del Tiétar.

Clasificado el estado de regresión esquemáticamente en seis fases: desde la climax al desierto, con indudables fases intermedias que duplicarían la clasificación, puede decirse que el piso basal se clasificaría en la 2ª fase con una clara tendencia por el efecto de los incendios a pasar a la 3ª (matorral colonizador de jara-madroño). El piso montano estaría en la 3ª fase claramente indicada por el sotobosque de escobonales. El piso alto debe situarse en la 4ª fase, con matorral en estado avanzado de degradación (labiadas) y el piornal colonizador que claramente fija el paso a la 5ª fase de regresión de suelo esquelético. En esta 4ª fase la capacidad de retención de agua es tan baja que hace problemática la implantación de arbolado y desde luego se necesita para ello una preparación del terreno adecuada.

### **Restauración forestal.**

En anteriores capítulos se han analizado los efectos del incendio sobre el suelo, fauna, vegetación y el estado de regresión a la que se ha llegado por éste y otros incendios anteriores; así mismo se han apuntado posibles soluciones para invertir la degradación del suelo, corrección hidrológica, restauración de la fauna piscícola y cinegética, etc., etc., pero todo ello converge en la restauración forestal de área quemada, que vamos a tratar esquemáticamente, pues como se ha dicho se ha redactado un «Proyecto de Restauración Integral» donde se desarrolla extensamente los métodos, técnicas y medios necesarios; es decir, se proyecta el modo, la forma y lo que cuesta la restauración del área incendiada.

#### *Reforestación.*

La reforestación como se ha dicho se inició inmediatamente después del incendio, ayudando a la diseminación natural, donde ésta era escasa, con siembra a voleo de *P. pinaster*; y en masas jóvenes procedentes de cortas e incendios anteriores, con siembra a voleo y a golpes, todo ello encaminado para aprovechar las buenas condiciones que representan las cenizas como enmiendas del pH y fertilizante, antes que las acículas del pinar formaran una alfombra impenetrable y sobre todo en espera que las



lluvias de otoño proporcionaran una buena germinación, como ha ocurrido.

La diseminación natural y siembras complementarias no han cubierto toda la superficie del incendio y parte de repoblado conseguido, será destruido en las labores de corta y saca de maderas, por lo que será necesario continuar con resiembra en los terrenos de cortas y en donde no haya progresado por fallos las siembras efectuadas.

La acción reforestadora ha de continuarse durante los años 1987 y 1988, compaginándose con la corta del arbolado quemado y complementandose con plantaciones de frondosa y resinosa en los sitios adecuados a cada especie, por lo que resumimos a continuación las técnicas y especies a emplear.

#### *Trabajos previos a la reforestación.*

En las zonas de corta del arbolado adulto será necesario la recogida, apilado y quema de residuos, limitando estos trabajos a los sitios donde sea necesaria la resiembra y a zonas perimetrales para defensa de incendios.

La corta y limpieza de latizales es imprescindible pudiendo financiarse en parte estos trabajos con la venta de productos leñosos, si mejora el mercado de astillas, pues los precios actuales no son atractivos para emprender operaciones con alto coste financiero.

#### *Preparación del terreno.*

Como reiteradamente se ha insistido en terrenos de poca retención de agua es imprescindible la preparación del terreno para siembra y plantaciones, labor en profundidad y en superficie será tanto más intensa, cuanto más degradado se encuentre el suelo y las necesidades de la especie a plantar (frondosas).

Las rasas, golpes y casillas niveladas y picadas será la preparación de terrenos más adecuada y económica para la realizar las siembras de *P. pinaster*.

La apertura de hoyos de  $0,40 \times 0,40 \times 0,30$  será la preparación más generalizada para la plantaciones de resinosas a raíz desnuda (*P. sylvestris* y *P. nigra*). Para las frondosas y resinosas con cepellón los hoyos serán como mínimo de  $0,50 \times 0,50 \times 0,50$  y deberán aumentarse de

tamaño de acuerdo con el sitio y tamaño de plantón a utilizar.

La preparación de terreno con maquinaria pesada está, indicada en el Piso-Alto, por las razones ya apuntadas de degradación del suelo, siendo la más adecuada el subso-lado continuo que mantiene la capa húmica residual a fin de favorecer la capacidad de retención de agua. El subsolado está muy limitado en la zona del incendio a causa de la pendiente pero une a su economía las ventajas ya apuntadas en capítulos anteriores.

#### *Elección de Especies.*

Aparte de *P. pinaster* especie que ocupa toda el área del incendio hasta los 1.500 mts. de altitud, que se utilizará por siembra y plantación hasta los 1.400 mts. Otras especies de pinar autóctono como el *P. nigra* y *P. sylvestris* son las indicadas para realizar las plantaciones en la faja comprendida entre los 1.400 y los 1600 mts. , por adaptarse mejor a la estación, como lo demuestran las repoblaciones anteriores que se han quemado y de las que sólo quedan pequeñas muestras.

A fin de cubrir superficies de coladas para el ganado en el que resinosas y frondosas no progresarían por el ataque continuado del «diente» se prevé utilizar cipreses que son menos apetecibles para el bocado y ramoneo.

Las plantaciones de frondosas han de limitarse a sitios de buen suelo, fresca y si es posible susceptibles de algún riego en verano, previsto con las conducciones de tuberías con bocas de riego-incendios. Los sitios indicados son las márgenes de las gargantas, terraplenes de caminos, fajas cortafuegos, etc., que configuran un reticulado que rompe la monotonía del pinar y forman áreas cortafuegos.

Desgraciadamente no ha progresado la siembra de bellotas de roble realizada en otros montes por lo que se ha previsto sembrar la bellota en envases de plástico de 20 cm. de longitud, con el fin de que las raíces no se enrollen y realizar la plantación con cepellón bien en masa pura de roble y/o junto con la plantación de *P. sylvestris*, para hacer una masa mixta: rebollar-pinar.

En sitios de buen suelo, la reforestación de frondosas ha de realizarse con plantones, varas procedentes de aco-dos, plantas de vivero en bolsas y/o macetas. Las especies



indicadas son: *Quercus s.p.*, *Pópulus s.p.*, *Castanea s.p.*, *Juglans s.p.*, *Ulmus pumila*, y otras posibles, de acuerdo con la estación, frescura, calidad de suelo y posibilidades de riego.

### *Protección del pastoreo.*

Mantener el equilibrio silvo-pastoral en los montes es un objetivo siempre permanente en aras de la protección necesaria del arbolado en sus primeras edades del «diente» y pisada del ganado, lo que siempre crea tensiones cuando los acotados son imprescindibles.

La trilogía: hacha-incendio-diente de ganado, se ha dado como causa tradicional de la deforestación de los montes españoles y podría actualizarse cambiando el hacha por la motosierra; pero mejor sería que esas causas de deforestación desaparecieran, o al menos se redujeran los incendios, pues los condicionamientos sociales, económicos y culturales de la población han cambiado en las últimas décadas y esto debe traducirse en una mejor conservación de la naturaleza aunque ésta exija mayor coste, explicable por la despoblación del área rural, menos dependencia directa del campesino con el monte (leñas), incremento de salarios, etc.

La legislación forestal es muy clara y precisa al prohibir el pastoreo después del incendio y en el caso de los montes de U.P. debe entenderse como prevalencia de los intereses generales a los particulares de ganaderos, en este caso muy perjudicados al disminuir los pastos el propio incendio. Pero en éste como en otros casos los problemas surgen por que el incendio genera una vegetación exuberante de hierba y matorral muy apetecible a toda clase de ganados en los primeros años, coincidentes con los que el arbolado está indefenso.

La protección al pastoreo necesariamente ha de realizarse con cerramientos y en el área a reforestar se han planificado en el Proyecto de Restauración una serie de coladas de acceso a las partes altas de los montes, donde se sitúan los cuarteles pastos, que necesariamente han de cercarse para proteger el arbolado limítrofe.

No se considera conveniente un abuso de cerramientos pues en las zonas bajas el desarrollo del arbolado es grande y la época de su acotamiento para ciertos ganados de pocos años, por lo que los ganaderos con buena voluntad pueden comprometerse a no causar



daños irreparables. No sucede lo mismo con la repoblación que ha de hacerse artificialmente pues su desarrollo por la degradación del suelo es más lento y su coste cuantioso, por lo que es imprescindible mantener un acotamiento estricto.

La disminución de pastos como consecuencia de los acotamientos, puede paliarse en parte con la mejora de los pastizales ubicados en el alto de la Sierra de 1.400 mts, a 2.000 mts. de altitud, calificados como Cuartel de Pastos en los Proyectos de Ordenación de cada monte. El estado de degradación de suelo y regresión vegetal de los Pisos. Alto y Cumbres ya se ha descrito, por lo que la implantación de pratenses presentaría problemas, menos desde luego que la del arbolado, pero más cuantiosas inversiones sin cambiar la fase de regresión.

Por lo expuesto la mejora de pastos más adecuada y económica, sería la roza y en ciertas zonas el descuaje del piornal, nunca la quema, pues ya se ha visto el efecto del fuego en el suelo de las áreas quemadas, para mejorar y ampliar el estrato herbáceo. Estas acciones pueden complementarse, y así se propone en el Proyecto de Restauración, con la ampliación y mejora de praderas naturales por enmienda (Carbonato cálcico) y riego, a base de conducciones con polietileno e hidrantes que incluso permitiría una siega en junio, y pastoreo los meses de verano. No se considera necesario en una primera fase la siembra de pratenses, que como el trébol debe postergarse hasta tanto la pradera esté conseguida, y las características del suelo evolucionen favorablemente.

En el incendio se produjeron graves daños a los ganaderos, con la muerte de varias cabezas de ganado vacuno y daños en otras tantas, estando prevista su indemnización. Pero una forma de paliar daños y los perjuicios que se derivan del acotamiento, es la ejecución de obras de mejora ganadera, como se proponen en el Proyecto de Restauración, y que son entre otras: construcción de coladas de acceso a los Cuarteles de Pastos, apriscos, abrevaderos, embarcaderos, etc., etc. Facilitar el manejo del ganado, es una gran ayuda al ganadero, máxime cuando el pastoreo ha de realizarse sometido a acotamientos.

En orden a conseguir el equilibrio silvo-pastoral apuntado al principio, es muy importante, iniciar como se tiene previsto, una campaña de información, divulgación de las



líneas institucionales de ayudas, subvenciones y créditos, para que la cabaña ganadera se adapte a las limitaciones de pastoreo imprescindibles; y dicha cabaña se ajuste en número de cabezas a la carga de ganado técnicamente aconsejable y a la clase de ganado que perjudique menos la reforestación. Ha de apuntarse que en otros grandes incendios en la misma Comarca, ha aumentado espectacularmente el censo de ganado cabrio en los años siguientes al incendio, y ha de tenerse en cuenta, que aunque la cabra puede disminuir la carga de combustible en los montes arbolados, no debe entrar en zonas de regeneración hasta que el arbolado alcance altura suficiente para no perder el brote terminal, tanto en resinosas como en frondosas.

*Defensa contra incendios. Areas cortafuegos húmedas.*

No puede terminarse este estudio sin apuntar siquiera sucintamente la necesaria defensa contra incendios futuros, aparte claro está de lo que se dice en las conclusiones que se han dado en cada uno de los apartados tratados. En dichas conclusiones se ha resaltado la importancia de los medios de extinción con agua, cuya dotación es claramente insuficiente, así como es imprescindible mantener el número de cuadrillas necesarias para dar una primera respuesta al fuego en su inicio, mientras se mantenga en la Comarca del Valle del Tietar un número tan alto de incendios en verano y no disminuya «la negligencia» como causa frecuente de los fuegos.

Por lo dicho sólo vamos a tratar de la prevención de incendios en el área incendiada, aunque pueda extenderse, a otros montes de la misma Comarca. En el Proyecto de Restauración, como trabajos auxiliares de la reforestación se propone la construcción de fajas cortafuegos y una red de conducciones de agua de P.V.C. y polietileno siguiendo dichas fajas y los caminos para establecer unas «áreas cortafuegos húmedas» que puedan regarse desde las bocas de riego-incendio, situadas en las arquetas de rotura y registro de las conducciones.

La clásica área cortafuegos que el Dr. Ingeniero de Montes Ricardo Vélez Muñoz describe en su trabajo: PREVENCIÓN DE INCENDIOS MEDIANTE ORDENACIÓN DEL COMBUSTIBLE FORESTAL, publicado en el Boletín de Ecología nº 12/1977; se adapta perfectamente a los montes de la ladera Sur de la Sierra de Gredos. Y esto es así, porque precisamente en lo que pudiera llamarse



contrafuertes de la Sierra de Gredos, es donde el fuego adquiere fuerza, en todos los incendios, por presentar exposición al viento del Suroeste lo que representa las condiciones naturales mejores para la propagación del incendio y que éste salte de loma en loma. Por ello en estos sitios hay que disminuir la carga de combustible, es decir, realizar una área cortafuegos, con preferencia a otras zonas de los montes, incluso a las perimetrales.

Como puede verse en el plano que se acompaña en esta Publicación (Plano de los montes quemados) se ha señalado en verde dentro del perímetro las áreas no quemadas, todas ellas o en su mayoría prados de riego, o pastizales naturales, en las márgenes de las gargantas, en definitiva, que el fuego respetó los sitios húmedos. El área cortafuegos húmeda se situaría preferentemente en las divisorias y sitios posibles de canalizar el agua mediante tuberías, y como se ha dicho poder regar superficies a tenor del caudal aprovechable posible, mediante bocas de riego-incendio situadas en arquetas.

Lo ideal en el área cortafuegos húmeda sería el «prado» y a él hay que tender de acuerdo con el caudal aprovechable, pero si éste no es abundante, siempre será suficiente para el riego de frondosas en bosque abierto que rompería la continuidad del pinar, los riegos son necesarios para el desarrollo de frondosas. Esta conformación esquemática del área cortafuegos húmeda, se completaría con la disminución de combustible en toda el área y la limpieza total de vegetación de una faja cortafuegos central, siempre necesaria para cortar un fuego del estrato herbáceo, e inoperante en fuego de copas, que es precisamente el que se evitaría si la vegetación es adecuada y en densidad abierta (dehesa).

Las conducciones de agua, además de la áreas cortafuegos, se extenderían en los sitios posibles a lo largo de los caminos, para con la bocas de riego-incendio, establecer una red de prevención, de forma que la cuadrilla de extinción enchufando la manguera en la boca del incendio puede iniciar el ataque al fuego con agua, hasta tanto lleguen los coches contra incendios.

La prevención de incendios así planificada es posible, pues en los montes de la ladera de la Sierra de Gredos, en verano existe agua de manantiales y arroyos, y aunque sus caudales sean pequeños, pueden retenerse en depósitos, puntos de agua de incendios, y conducirse en tuberías de P.V.C. que permitirán en las arquetas de rotura y registro



presiones entre 6 y 10 atmósferas, muy adecuadas para actuar con magueras pequeñas, en tendidos de más de 100 metros de longitud y desniveles superiores a 50 metros. En conclusión, no se trata de regar los montes, sino de aprovechar los caudales por ínfimos que sean en la prevención de incendios y sí son suficientes en el riego de plantaciones de frondosas.

### **Restauración del area quemada de particulares.**

La superficie incendiada de propiedad privada dentro del perímetro del incendio es de 650 Has. de las cuales unas 50 Has. estaban arboladas de pinar, y el resto de fincas en su mayoría cultivos abandonados, dedicadas a pastos, siendo significativos los prados y árboles frutales en las que permiten riego; también es importante señalar que gran parte de la propiedad privada se encuentra abancalada desde antiguo, para disminuir la escorrentía, en laderas de gran pendiente, lo que ha permitido una conservación del suelo notable.

La mitad de las 650 Has. de propiedad privada afectadas por el fuego, se encuentran enclavadas en los montes de U.P. nºs 9 y 19 de Gavilanes y Pedro Bernardo, y el resto es limítrofe con el perímetro de dichos montes. Prácticamente todas las fincas particulares se sitúan junto a los cursos de agua (gargantas y arroyos) y vaguadas, donde hay posibilidades de riego, con suelo fresco y profundidad suficiente, y se cultivaron en épocas de economía precaria.

En esta área de propiedad privada puede ser de interés el tramitar permutas, redimiendo ciertos enclavados de los montes para consolidar la propiedad pública. Las permutas presentan el inconveniente de la falta de documentación legal (Escritura, Registro) de las fincas, por lo que podría aplicarse los mismos trámites que en la Concentración Parcelaria. La permuta con terrenos del monte próximos al casco urbano, posibles de calificarse como urbanizables, podría ser atractiva para los propietarios y ventajosa para el monte.

A raíz del incendio en reunión celebrada en Pedro Bernardo el 7-8-86, presidida por el Excmo. Sr. Consejero de Agricultura, Ganadería y Montes, de la Junta de Castilla y León, y a la que asistieron representantes de las tres Administraciones: Central, Autonómica y Local (Presidente de la Diputación Provincial de Avila, y alcaldes de los



municipios afectados), se tomaron una serie de importantes acuerdos en orden a la reforestación, aprovechamiento y explotación de maderas, medios de extinción, indemnizaciones, etc, etc, y entre ellos, lo ya apuntado de iniciar una campaña de información, divulgación y promoción de todas las líneas institucionales, y otras ayudas para la creación de empleo y explotación agraria.

El área de propiedad privada por la situación descrita y uso agrícola perdido (bancales), presenta unas condiciones muy favorables en el orden forestal para realizar plantaciones de frondosas (Castaño, Nogal, Cerezo silvestre, Chopos, etc.), mejorar los pastos (prados) y restaurar los antiguos cultivos con frutales y huertas donde es posible el riego. Aparte de las mejoras sociales (empleo) y económicas de sus propietarios, se añadiría la defensa del arbolado del monte contra incendios, pues estas acciones y especialmente el regadio, cumplirían las características reseñadas del «área cortafuegos húmeda», al dividir la masa continua de pinar.

Lo expuesto sobre, la restauración del área privada debe ir a la par de la de los montes públicos, con la seguridad de que a la campaña prevista de información, divulgación y promoción, responderán los propietarios, pues han dado sobrada prueba de laboriosidad, sacrificio y voluntad histórica de superar los desastres.

### **Características de los habitantes del área en restauración.**

Al hilo de lo último escrito sobre la voluntad histórica de superar los desastres de los habitantes de los pueblos afectados por el incendio, no podemos terminar esta Publicación sin hacer una reseña de aquellas características humanas que influirán sin duda muy favorablemente en la reforestación de la zona, como ha quedado demostrado con la persistencia del arbolado por siglos a pesar de otros grandes incendios a lo largo de la historia.

Las características a reseñar quedan perfectamente analizadas en el libro publicado en 1981, APUNTES HISTORICOS SOBRE LA VILLA DE PEDRO-BERNARDO, de D. José Luis Retana. En esta publicación se recoge la fundación del pueblo Nava La Solana, hoy Pedro-Bernardo, que el Rey Alfonso XI encargó a Gil Blázquez, y cuyo documento histórico describe así:

*«E después de haber reparado el lugar de Navamor-*



*cuende, el muy noble y leal caballero Gil Blázquez, lugar que se hallaba arruinado de la primera población que hizo el noble caballero Blasco el Grande é su hijo Blasco el Chico, le reparó é pasó continuando é haciendo la población de otras navas el dicho caballero Gil Blázquez, é vino a poblar é poblo el lugar de Nava la Solana, é se hallaban arruinadas por los malos temporales».*

Esta fundación se realizaba sobre otra anterior de hacía unos 200 años (1.150), por Blasco Jimeno el Chico.

A los malos temporales que arruinaron la primera fundación de Nava La Solana, seguirían otras vicisitudes, entre las cuales hay que destacar por su importancia histórica la concesión del Título de Villa a Pedro Bernardo, por lo que independizaba parcialmente de la villa de Mombeltrán, pero siguiendo en el señorío del Duque de Alburquerque. El Título de Villa concedido por Carta Privilegio del Rey Carlos II en 1679, fue precedido de vejaciones y sacrificios de los vecinos, entre los cuales destacamos dos:

—Los gastos proporcionados a los vecinos que arroje el censo correspondiente, para la concesión del Real Privilegio.

—Lo citado en la Carta Privilegio del Rey Carlos II, respecto a la dependencia de la Villa de Mombeltrán:

*«Y que en cada año van a él en visita de montes, un alcalde, escribiente, mayordomo del Consejo, alguacil y dos escribientes y fiel, y visitan los libros de cobranza y pósito, y hacen ajuste con los vecinos para que sin riesgo traigan leña para su provisión y las demás maderas que se les ofrece cortar, siendo el monte y tierra toda común, de lo cual y de las denunciaciones que les hacen a los vecinos, sin embargo de estar ajustados, sacan del dicho lugar de todo lo referido, cada año más de trescientos ducados. Y que las justicias y vecinos de dicha villa, no procurando la conservación del dicho lugar y sus vecinos, con hierbas inficcionan las aguas de las gargantas y ríos para coger la pesca, cosa muy dañosa, para los ganados del dicho lugar porque los que la beben se mueren».*

Los documentos históricos transcritos evidencian desde sus orígenes los antecesores de los vecinos actuales de Pedro Bernardo, así como de los de Gavilanes que buscaron emplazamiento cercano y más alto que el

pueblo destruido que le precedió, Las Torres, han demostrado una voluntad férrea de superar toda clase de dificultades, y los terrenos de sus montes han sido vitales para su economía.

También es rasgo característico del trabajo, sacrificio y tenacidad de los vecinos de estos Pueblos, por lo tan reiteradamente dicho del abancalamiento de laderas pedregosas, ahora calificadas de cultivos marginales de épocas de penuria económica, que desde luego serían peores en otros sitios con más tierra y menos piedras, si sus pobladores no tenían la laboriosidad tan arraigada como estos vecinos. Así mismo es de señalar, aunque también se ha reiterado, la asociación hombre-bosque, en la permanencia de éste a lo largo de la historia, lo que garantiza y es factor decisivo en la reforestación.

En el proyecto de Restauración se ha incluido una reseña del estado Socio-Económico del área incendiada, que aquí se sustituye por las características apuntadas, a las que hay que añadir la acogida que estos pueblos siempre han tenido con los forestales, que no puede compensarse sólo con lo escrito por el autor de esta Publicación, pero sí reflejar su agradecimiento.



## APENDICE I

### DATOS METEOROLOGICOS



Institución Gran Duque de Alba





Datos meteorológicos de la estación de Arenas de S. Pedro los días 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de julio de 1986

Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H.r.	Hora	Temperaturas Máx.	Mín.
16	12	S.	5	33%	31°	33°	19°
17	12	S.E.	2	26%	35°	36°	22°
18	12	S.O.	3	23%	32°	38°	22°
19	12	S.E.	8	22%	29°	37°	15°
20	12	S.E.	2	21%	30°	35°	16°
21							
22							
23							
24	12	S.	5	33%	27°	28°	15°

Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H.r.	Hora	Temperaturas Máx.	Min.
25	12	S.O.	5	30%	30°	31°	18°
26	12	S.E.	1	28%	26°	32°	15°
27	12	S.E.	3	26%	30°	31°	18°

NOTA: Los días 21, 22, y 23 del Incendio no se pasaron datos a la Emisora Central.



Datos meteorológicos de la estación de Piedralaves; los días 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 de julio de 1986

Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H. r.	Hora	Temperaturas Máx.	Min.
16	12	7,29° E.	9	29%	29,8°	30,2°	16,7°
17	12	184° S.	8,64	24%	32,7°	32,2°	19,2°
18	12	353° NO.	10,96	25%	29,2°	29,3°	19°
19	12	176° NE.	7,56	22%	27,6°	29,9°	13,1°
20	12	158° SE.	12,60	19%	29,3°	31,7°	15°
21	12	144° SE.	14,40	20%	33,3°	33,3°	17,70°
22	12	100° E.	14,04	16%	28,6°	28,9°	18,6°
23	12	140° SE.	11,1	37%	21,8°	31,5°	12,5°
24	12	128° E.	16,20	25%	26,3°	26,3°	26°
25	12	152° SE.	9,36	29%	27,6°	28,1°	18,1°
26	12	180° E.	7,20	29%			
27	12	194° S.	11,52	28%			

Datos meteorológicos de la Estación de Piedralaves, los días 18, 19, 20, 21, y 22 de julio de 1986, desde las 12 horas a las 20 horas

Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H. r.	Temperatura
18	12	344°	19	25%	29°
	14	355°	22	25%	30°
	16	35°	18	24%	29°
	18	155°	25	22%	26°
	20	43°	31	24%	23°
19	12	176°	8	22%	28°
	14	344°	7	17%	30°
	16	235°	6	16%	30°
	18	277°	11	21%	25°
	20	127°	14	17%	26°
20	12	157°	10,5	19%	25°
	14	104°	10	17%	31°
	16	73°	9	16%	32°
	18	164°	8	20%	25°
	20	329°	9	16%	24°



Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H. r.	Temperatura
21	12	129°	11	20%	32°
	14	114°	9	18%	33°
	16	125°	14	16%	32°
	18	350°	8	27%	26°
	20	93°	14	24%	26°
22	12	88°	11	26%	28°
	14	135°	17	22%	30°
	16	120°	21	20%	30,5°
	18	106°	18	22%	29°
	20	291°	4	25%	23°

# Datos meteorológicos de la Estación de Piedralaves, el 21-Julio-1986

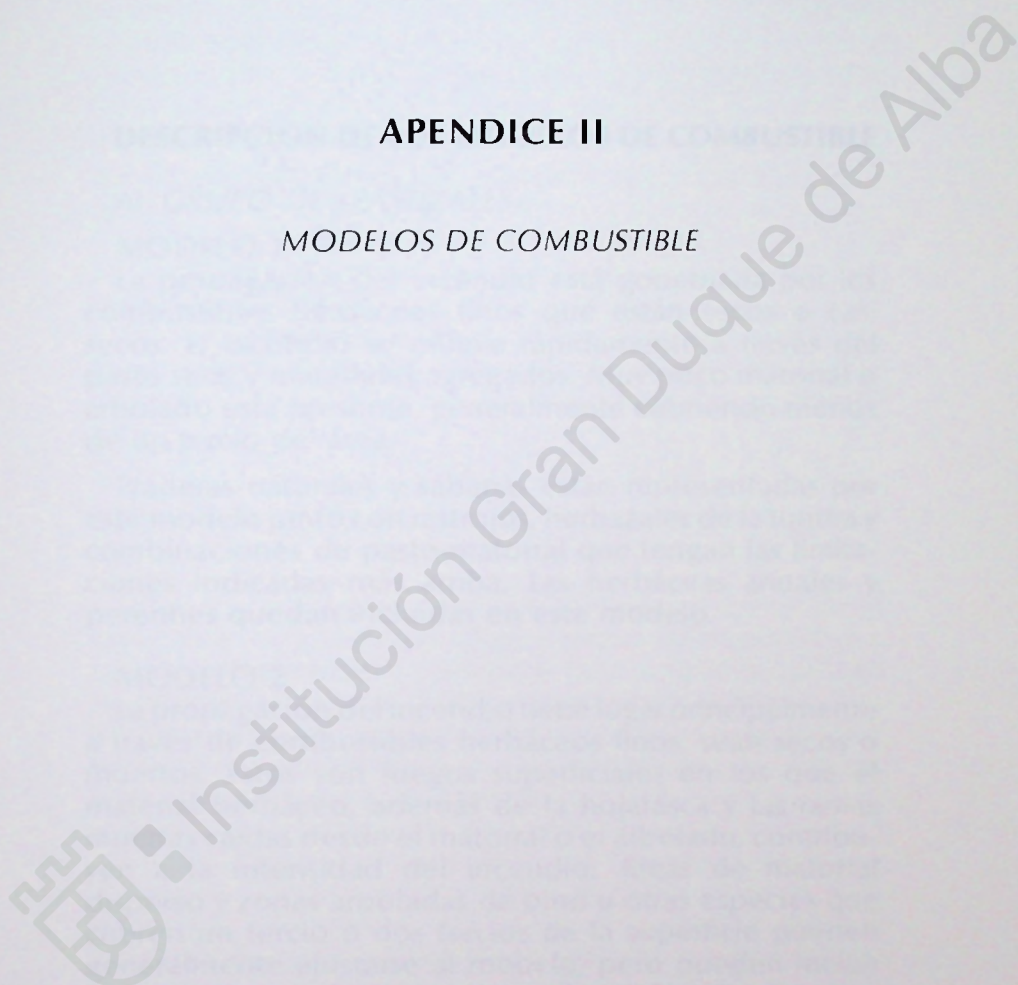
Días	Hora Solar	Dirección Viento	Velocidad Km/h.	H. r.	Temperatura
21	12	153°	9,36	22%	28,3°
	13	159°	8,64	22%	30°
	14	129°	11,16	20%	M.32,4°
	15	132°	10,8	18%	32,2°
	16	114°	9	18%	32,4°
	17	160°	12,24	17%	32,6°
	18	125°	14,04	16%	32,1°
	19	117°	9,72	16%	31,6°
	20	350°	7,92	27%	26,2°
	21	243°	11,88	25%	25,8°
	22	93°	13,32	24%	25,6°
	23	344°	11,88	23%	24,9°
	24	194°	13,32	24%	24,4°

NOTA: La dirección del viento tan variable se explica por las oscilaciones de la veleta y su registro automático, en toda la tarde se mantuvo el viento del S.O.



## APENDICE II

### MODELOS DE COMBUSTIBLE







## DESCRIPCION DE LOS MODELOS DE COMBUSTIBLE

### A) GRUPO DE «PASTIZALES»

#### MODELO 1

La propagación del incendio está gobernada por los combustibles herbáceos finos que están secos o casi secos. El incendio se mueve rápidamente a través del pasto seco y materiales agregados. Muy poco matorral o arbolado está presente, generalmente cubriendo menos de un tercio del área.

Praderas naturales y sabanas están representadas por este modelo junto con rastrojos, herbazales de la tundra y combinaciones de pasto-matorral que tengan las limitaciones indicadas más arriba. Las herbáceas anuales y perennes quedan incluídas en este modelo.

#### MODELO 2

La propagación del incendio tiene lugar principalmente a través de combustibles herbáceos finos, sean secos o muertos. Estos son fuegos superficiales en los que el material herbáceo, además de la hojarasca y las ramas muertas caídas desde el matorral o el arbolado, contribuyen a la intensidad del incendio. Áreas de matorral disperso y zonas arboladas de pino u otras especies que cubren un tercio o dos tercios de la superficie pueden generalmente ajustarse al modelo, pero pueden incluir acumulaciones dispersas de combustibles que generan intensidades más altas y pueden producir pavesas.

#### MODELO 3

Los fuegos en este combustible son los de mayor intensidad dentro de los del grupo de «pasto» y así mismo da lugar a altas velocidades de propagación bajo la

influencia del viento. El incendio puede ser llevado dentro de la parte superior de la hierba por el viento y de esta forma cruzar incluso zonas de agua encharcada.

La altura media del pasto es alrededor de 1 m., pero puede variar considerablemente. Aproximadamente un tercio o más del combustible se supone muerto o seco. Campos de cereales que no se han cosechado se pueden considerar similares a las praderas naturales altas y herbazales de sitios encharcados.

## *B) GRUPO DE «MATORRALES»*

### MODELO 4

Pueden ser fuegos rápidos que se propagan por las copas del matorral que forman un estrato casi continuo, consumiendo el follaje y el material leñoso fino vivo y muerto. Formaciones de matorral maduro de unos 2 m. de altura son los candidatos típicos incluyéndose también los repoblados o regenerados jóvenes densos. Además del follaje inflamable, hay material leñoso que contribuye significativamente a la intensidad del incendio.

La altura del matorral para este modelo depende de las condiciones locales. Puede haber también una capa gruesa de hojarasca que dificulte los esfuerzos de extinción.

### MODELO 5

El incendio generalmente se mueve por los combustibles superficiales que están integrados por hojarasca esparcida por el matorral y pasto y otras herbáceas del sotobosque. Los fuegos generalmente no son muy intensos debido a que las cargas de combustible son ligeras, el matorral es joven con poco material muerto y el follaje contiene poco material volátil. El matorral generalmente no es alto, pero cubre casi totalmente el área.

### MODELO 6

El incendio se propaga a través de la capa de matorral en el que el follaje es más inflamable que en el modelo 5, pero requiere vientos moderados, más grandes, de 13 Km/h, a media llama. El incendio descenderá al suelo a bajas velocidades de viento o en zonas desprovistas de matorral. El matorral es más viejo, pero no tal alto como el modelo 4. Un amplio rango de condiciones del matorral es cubierto por este modelo. También desechos de corta



de frondosas que se hayan cortado pueden considerarse aquí. Masas abiertas de sabana con matorral pueden estar representadas, pero la velocidad de propagación puede ser sobreestimada con vientos de velocidad menor de 30 Km/h.

#### MODELO 7

El incendio se propaga a través de la superficie del suelo y del estrato de matorral con igual facilidad y puede desarrollarse con contenidos más altos de humedad del combustible muerto que en los otros modelos, debido a la naturaleza inflamable del follaje vivo del matorral y otros materiales vivos. La altura media del matorral es generalmente de 0,5 a 2 m. áreas arboladas de pino con sotobosque de palmáceas y/o especies inflamables.

#### C) GRUPO «BOSQUES»

#### MODELO 8

Fuegos superficiales ardiendo con alturas pequeñas de llama son el caso general, aunque ocasionalmente el incendio puede encontrar acumulaciones de combustibles pesado que pueden dar llamaradas. Únicamente bajo condiciones atmosféricas desfavorables que impliquen temperaturas altas, bajas humedades relativas y vientos fuertes pueden los combustibles volverse peligrosos.

Bosques cerrados de coníferas de hoja corta o frondosas que han dejado caer sus hojas formando una capa compacta de hojarasca a través de la cual se propaga el incendio es lo normal. Esa capa está formada principalmente por hojas y algunas ramillas, existiendo poco matorral o vegetación herbácea en el sotobosque. Pinos de hoja corta, abetos, alerces con el combustible más corriente.

#### MODELO 9

El incendio se propaga a través de la hojarasca superficial más rápidamente que en el modelo 8 y con una longitud de llama mayor. Coníferas de hoja larga junto con bosques de frondosas, especialmente roble y castaño, son típicas. Incendios de otoño en frondosas son representativos, pero los vientos de velocidad alta realmente producen velocidades de propagación mayores que las predichas. Bosques relativamente cerrados de pinos de hoja larga están incluidos en este modelo. Las concentraciones de material leñoso muerto contribuirán

a la inflamación esporádica de algunas copas de árboles (coronamiento), a la creación de focos secundarios e incendio de copas.

#### MODELO 10

Los fuegos queman en los combustibles superficiales y del suelo con mayor intensidad que los otros modelos de bosque. Los combustibles muertos caídos incluyen más cantidad de ramas de 7,5 cm. o más de diámetro que resultan de la extramadurez o sucesos naturales (Vientos, nieve, etc.) que originan una gran cantidad de material muerto sobre el suelo. Incendios de copa, focos secundarios e inflamación esporádica de árboles individuales (coronamiento) son más frecuentes en este modelo que en los restantes, pudiendo dar lugar a dificultades de control. Cualquier tipo de bosque puede ser considerado si existe material caído muerto pesado; p. ej. bosques infectados de enfermedades o insectos, o con gran cantidad de árboles derribados por el viento o bosques extramaduros (sobremaduros), con material leñoso caído y desechos antiguos de raleos (aclareos) ligeros o cortas parciales.

#### D) GRUPO «DESECHOS O RESTOS»

#### MODELO 11

El incendio es bastante activo en los desechos y el material herbáceo mezclado con los residuos.

El espaciamiento del combustible (de carga más bien ligera), la sombra de las copas o la edad de los combustibles finos pueden contribuir a limitar la intensidad del incendio. Cortas parciales ligeras u operaciones de raleo en bosques mezclados de coníferas, rodales de frondosas o cortas en pinos están incluidos aquí. Las operaciones de tala rasa (corta a hecho) generalmente producen más desechos que los representados aquí. La carga de material menor de 7,5 cm. de diámetro es inferior a 25 t/ha. El material superior a ese diámetro está representado por no más de 10 piezas, con un diámetro medio aproximado de 10 cm. en un radio de 15 m.

#### MODELO 12

Pueden ocurrir fuegos propagándose rápidamente con intensidades altas y capaces de generar pavesas. Cuando el incendio comienza, se propaga de forma continua hasta que se encuentre un cortafuego o se produzca un



cambio en los combustibles. La impresión visual es que dominan los desechos, muchos de los cuales son de diámetro inferior a 7,5 cm. La carga total es menor de 80 t/ha. Rodales de coníferas con raleo fuerte, tala rasa y cortas parciales bastante intensas están representados. El material superior a 7,5 cm. de diámetro que se puede encontrar en un transecto de 15 m. tiene un diámetro medio de 15 cm. y está formado por unas 11 piezas.

### MODELO 13

El incendio corre a través del área por una capa continua de desechos. Grandes cantidades de material superior a 7,5 cm. de diámetro están presentes. El incendio se propaga rápidamente a través de los combustibles finos y la intensidad se acelera más lentamente cuando los combustibles gruesos empiezan a arder, las llamas duran mucho tiempo y pueden generarse pavesas de varios tamaños. Estas contribuyen a crear focos secundarios especialmente cuando las condiciones meteorológicas se vuelven desfavorables. Talas rasas y cortas parciales intensas en masas maduras y sobremaduras están reflejadas por este modelo, cuando la carga de desechos está dominada por material de diámetro superior a 7,5 cm. La carga total puede exceder las 450 t/ha. y el combustible de menos de 7,5 cm. de diámetro representa generalmente sólo el 10% de la carga total. Las situaciones en las que el desecho tiene todavía hojas rojas agregadas, pero la carga total es más pequeña, más parecida al modelo 12, pueden ser consideradas aquí debido a que la intensidad se vuelve alta rápidamente y afecta enseguida al área.





### APENDICE III

INFORME SOBRE LA COMBUSTIBILIDAD DE LA VEGETACION;  
REALIZADO POR EL DEPARTAMENTO DE MADERAS DEL  
I.N.I.A. (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
AGRARIAS).



Institución Gran Duque de Alba





## **INFORME-EXPERIENCIA SOBRE LOS COMBUSTIBLES FORESTALES DEL INCENDIO OCURRIDO EN LA PROVINCIA DE AVILA EL 21-7-86, EN EL «VALLE DEL TIETAR» REALIZADO POR EL DEPARTAMENTO DE MADERAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (I.N.I.A.)**

### **Antecedentes.**

Para el estudio Técnico del Incendio, se enviaron al I.N.I.A. matorral, pastos y «barrasco» (miera seca) a fin de que se experimentara en el tunel de fuego, los combustibles que actuaron en el incendio del 21-7-86 en el Valle del Tietar.

La experiencia se recoge en el siguiente informe:

### **Informe**

Se han recogido muestras vegetales en cuatro parcelas representativas del monte. Localizadas en el límite de la zona que resultó afectada por el incendio. Una vez pesada y croquizada en monte la vegetación por estratos, se han replanteado las cuatro parcelas de 8 X 1 m. en el tunel de combustibilidad de este Laboratorio, siendo sometidos en el mismo a un incendio semi-real.

Las condiciones atmosféricas reinantes en las fechas que se han efectuado los ensayos, son desfavorables al desarrollo del incendio (bajas temperaturas y humedad relativa alta), así como la posición horizontal del tunel. Por todo ello, los resultados obtenidos y magnitud del incendio fueron ampliamente superados en el incendio real. La vegetación, ha sido desecada en estufa hasta conseguir humedades semejantes a las que pudieran tener las especies en el momento del incendio.

Se intuye, que el incendio real pudo ser potenciado por la existencia en el monte de bidones de resina (barrasco), y a efectos de comprobación se han efectuado en el tunel de combustibilidad dos ensayos comparativos, uno con pinocha de P. PINEA en la cantidad que se estima existía en el monte y otro con ese mismo combustible sobre el que se ha esparcido 0,970 Kg. de barrasco, determinándose el poder calorífico del mismo.

## 1. Monte MIJARES. Parcela 1.

### 1.1. Datos sobre el medio y vegetación.

—Altitud: 1.500 m.

—Pendiente media: 20%

—Vegetación:

Matorral: *Cytisus scoparius*, altura máxima: 1,40 m., altura media: 0,80 m.

Arbolado: En la parcela es inexistente. (En la zona hay *Pinus pinaster*).

### 1.2. Condiciones de ensayo.

#### 1.2.1. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 5-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 12,30 h.

—Temperatura ambiente: 9° C.

—Humedad relativa: 86%

—Velocidad del viento: Inapreciable

—Velocidad del viento creado:

A la salida del ventilador: a ras del suelo 10 km/h; a 1 m. 32 Km/h.

—Al final del tunel: Inapreciable.

#### 1.2.2. Humedad de la vegetación. (Referida a peso seco).

—*Cytisus scoparius*: 24%

—Tapíz herbáceo — *Festuca elegans*: 14%

—Cubierta muerta — pinocha de *Pinus pinea*: 14%

#### 1.2.3. Pesos antes del ensayo (kg).

—En los cuatro metros centrales:

Peso total: 42,92 kg.

Peso tapiz herbáceo y cubierta muerta (espesor: 2,5 cm): 1,500 kg → 0,375 kg/m<sup>2</sup>

Peso de matorral: 41,420 kg → 10,355 m<sup>2</sup>

Carga de combustible: 10,73 kg/m<sup>2</sup>

#### 1.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.



1.2.3. Pesos antes del ensayo (Kg). (Parcela 1).

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del tapiz herbáceo y cubierta muerta.	0,330	0,460	0,390	0,430	0,370	0,310	0,330	0,180
Peso del matorral.	8,480	6,640	12,080	11,680	13,000	4,660	3,480	6,780
PESO TOTAL	8,810	7,100	12,470	12,110	13,370	4,970	3,810	7,960

1.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo de inicio del fuego.	0'00"	15"	15"	29"	42"	1'47"	4'24"	5'58"
Altura máxima de llamas.	25 cm.	25 cm.	1 m.	1,5 m.	3,2 m.	1,5 m.	3 m.	3 m.
Inclinación de las llamas.	15°	15°	30°	45°	60°	60°	60°	60°

- Fin del ensayo: A los 6'46" del inicio
- Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales)  
= 58 m/h = 0,016 m/sg = 0,97 m/mi

### 1.3. Pérdida de peso de la vegetación.

—En los 4 m. centrales:

Peso total después del ensayo: 16, 290 kg.

Pérdida de peso: Tapiz herbáceo y cubierta muerta:  
0,375 kg/m<sup>2</sup>; matorral 6,2825 kg/m<sup>2</sup>

Pérdida total 6,6575 kg/m<sup>2</sup>

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 segundos en cada uno de los 20 termopares pueden observarse en gráfico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas alcanzadas han sido de 800° C, oscilando las temperaturas medias alrededor de los 500° C.

La temperatura a 5 cm. de profundidad en el interior del suelo se incrementa como máximo en 4° C.

La disposición de los termopares puede observarse en la figura adjunta (Anexo).

### 1.4. Poder calorífico.

Se ha determinado en un calorímetro adiabático, según la norma UNE - 23.103 - 78.

(P.C.S.)<sub>H</sub> = 0% Cytisus scoparius = 5.140 Kcal./Kg

(p.c.i.)<sub>24%</sub> Cytisus scoparius = 3.906 Kcal./Kg.

(P.C.S.)<sub>H</sub> = 0% Festuca elegans = 4.160 Kcal./Kg.

(p.c.i.)<sub>14%</sub> Festuca elegans = 3.578 Kcal./Kg.

(P.C.S.)<sub>H</sub> = 0% Pinocha de Pinus pinea = 4.700 Kcal./Kg.

(p.c.i.)<sub>14%</sub> Pinocha de Pinus pinea = 4.042 Kcal./Kg.

(p.c.i.)<sub>14%</sub> Tapiz herbáceo y cubierta muerta = 3.810 Kcal./Kg.

### 1.5. Inflamabilidad.

—Cytisus scoparius: Con un 91% de humedad, tiene un tiempo medio de inflamación de 13 segundos, inflamándose todas las muestras ensayadas (100%). Esto supone una clasificación de 4 en escala de 0 a 5. Se puede suponer que con una humedad del 24% obtendría un 5 en dicha clasificación. (Altamente inflamable).

—Festuca elegans: con un 14% de humedad, el tiempo medio de inflamación es de 3 segundos, ardiendo el 100% de las muestras. Clasificación: 5 (Altamente inflamable).

—Pinocha de pinus pinea: Al 14% de humedad, el tiempo medio de inflamación es de 6 segundos, ardiendo



### 1.3. Pérdida de peso de la vegetación. Parcela 1.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso después del ensayo.	4,850	4,860	4,090	4,590	6,030	1,580	0,670	2,010
Pérdida de peso.	3,960	2,240	8,380	7,520	7,340	3,390	3,140	5,950

### 2.3. Pérdida de peso de la vegetación. Parcela 2.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso después del ensayo.	3,030	1,120	2,630	1,040	0,340	1,240	2,690	2,950
Pérdida de peso.	4,390	3,860	5,030	2,200	4,930	2,730	4,570	6,590

el 100% de las muestras. Clasificación: 5 (Altamente inflamable).

1.6. *Potencia lineal del frente de fuego (Intensidad de fuego).*

Las intensidades medias observadas en incendios oscilan desde: 4 Kcal/m.seg. en ligeros en gramíneas con viento en contra 17-130 Kcal/m.seg. en quemas controladas con velocidad de viento 3 km/h 25.000 Kcal/m.seg. en grandes fuegos con velocidades óptimas de viento.

En el caso presente, se obtienen a partir de los datos obtenidos en apartados anteriores utilizando la fórmula de BYRAM Y TANGEM.

$I_f = (p.c.i.) \times \text{carga combustible} \times \text{velocidad de propagación.}$

$$I_f = 3.906 \text{ (Kcal/Kg)} \cdot 6,28 \text{ (Kg/m}^2\text{)} \cdot 0,016 \text{ (m/seg.)} + 3.810 \text{ (Kcal./kg).}$$

$$0,375 \text{ (Kg/m}^2\text{)} \cdot 0,016 \text{ m/seg.} = 392,6 + 22,9 = 415,5 \text{ kcal/m.seg.}$$



## 2. Monte MIJARES. Parcela 2.

### 2.1. Datos sobre el medio y vegetación.

—Altitud: 1.200 m.

—Pendiente media 15%

—Vegetación:

Matorral: *Cytisus scoparius*, altura máxima: 1,75 m.,  
altura media: 1,00 m.

Cubierta muerta: pinocha *P. pinea*.

Herbáceo: *Festuca elegans*.

### 2.2. Condiciones de ensayo.

#### 2.2.1. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 11-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 12,00 h.

—Temperatura ambiente: 8° C.

—Humedad relativa: 70%

—Velocidad y dirección del viento: Inapreciable

—Velocidad del viento creada:

A la salida del ventilador: a ras del suelo 20 km/h; a  
1 m. 36 Km/h.

—Al final del tunel: Inapreciable.

#### 2.2.2. Humedad de la vegetación. (referido a peso seco).

—*Cytisus scoparius*: 28%

—*Festuca elegans*: 13%

—Pinocha de *Pinus pinea*: 13%

#### 2.2.3. Pesos antes del ensayo.

—En los 4 m. centrales:

Peso total: 20,140 kg.

Peso de la cubierta muerta: 4,040 kg = 1,010 kg/m<sup>2</sup>

Peso de la *Festuca elegans*: 1,600 kg = 0,400  
kg/m<sup>2</sup>.

Peso del matorral: 14,500 kg = 3,625 kg/m<sup>2</sup>

Carga mediade combustible: 5,035 kg/m<sup>2</sup>

#### 2.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

—Extinción del fuego: A los 7'20" del inicio

—Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales)  
= 107 m/h = 0,029 m/sg.

### 2.3. Pérdida de peso de la vegetación.

—En los 4 m. centrales:

Peso total después del ensayo: 5,250 kg.

## 2.2.3. Pesos antes del ensayo (Kg). Parcela 2

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de la cubierta muerta.	1,150	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Peso de la Festuca elegans.	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Peso del matorral.	5,870	3,570	6,250	1,830	3,860	2,560	5,850	8,130
PESO TOTAL	7,420	4,980	7,660	3,240	5,270	3,970	7,260	9,540

## 2.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo de inicio del fuego.	0'00"	49"	51"	56"	1'06"	1'40"	3'05"	5'35"
Altura máxima de llamas.	—	—	—	—	3,20 m.	1 m.	3 m.	1 m.
Inclinación de las llamas.	—	—	—	—	70%	90%	90%	90%



Pérdida de peso: Tapiz herbáceo y cubierta muerta:  
 $5,640 \text{ kg} \rightarrow 1,41 \text{ kg/m}^2$

Matorral  $9,250 \text{ kg} \rightarrow 2,3125 \text{ kg/m}^2$

Pérdida de peso total:  $3,7225 \text{ kg/m}^2$

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 seg. en cada uno de los 20 termopares pueden observarse en gráfico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas alcanzadas han sido de  $535^\circ \text{C}$  oscilando las temperaturas medias alrededor de  $300^\circ \text{C}$ .

Las temperaturas a los 5 cm. de profundidas en el interior del suelo es de unos  $-2^\circ \text{C}$ , durante el ensayo sin incremento apreciable.

#### 2.4. Poder calorífico.

(p.c.i.)<sub>28</sub> Cytisus scoparius =  $3.700 \text{ Kcal/kg}$ .

(p.c.i.)<sub>13</sub> Festuca elegans =  $3.619 \text{ Kcal/kg}$

(p.c.i.)<sub>13</sub> Pinocha P. pinea =  $4.089 \text{ Kcal/kg}$ .

#### 2.5. Inflamabilidad.

Son iguales que los apartados anteriores 1.4 y 1.5.

#### 2.6. Intensidad del fuego.

$I_f = (\text{p.c.i.}) \times \text{carga combustible} \times \text{velocidad de propagación}$ .

$$I_f = 3.700 \times 2,31 \times 0,028 + 3.619 \times 1,01 \times 0,028 + 4.700 \times 0,400 \times 0,028 = 239,58 + 102,35 + 52,64 = 394,6 \text{ kcal/m.sg.}$$

### 3. Monte Sta. CRUZ DEL VALLE. Parcela 3.

#### 3.1. Datos del medio y vegetación.

—Altitud: 1.200 m.

—Pendiente media: 10%

—Vegetación:

Matorral: *Cytisus*, altura media: 1,75 m., altura máxima: 2,50 m.

Cubierta muerta: pinocha de *Pinus pinaster*, piñas de *Pinus pinaster*, ramillas de *Pinus pinaster*.

#### 3.2. Condiciones de ensayo.

##### 3.2.1. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 9-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 13 h.

—Temperatura ambiente: 7° C.

—Humedad relativa: 70%

—Velocidad del viento: Inapreciable

—Velocidad del viento creado:

A la salida del ventidor: a ras del suelo: 20 km/h; a 1 m.: 30 km/h.

##### 3.2.2. Humedad de la vegetación. (referida a peso seco).

—*Cytisus scoparius*: 28%

—Cubierta muerta: 14%

##### 3.2.3. Pesos antes del ensayo.

—En los 4 m. centrales:

Peso total: 18,040 kg.

Peso de la cubierta muerta: 5,920 kg → 1,480 kg/m<sup>2</sup>

Peso del matorral: 12,120 kg → 3,030 m<sup>2</sup>

Carga de combustible: 4,510 kg/m<sup>2</sup>

##### 3.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

—Fin del ensayo: a los 11' del inicio del fuego.

—Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales)  
= 74 m/h = 0,0205 m/sg. = 1,23 m/mi.

#### 3.3. Pérdida de peso (Kg).

—En los 4 m. centrales:

Peso total después del ensayo: 12,12 kg.

Pérdida de peso: cubierta muerta: 5.920 kg → 1,48 kg/m<sup>2</sup>

Matorral: 0 kg → 0 kg/m<sup>2</sup>



### 3.2.3. Pesos antes del ensayo (Kg). Parcela 3.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de la cubierta muerta.	1,230	0,870	0,980	1,110	2,560	1,270	2,320	1,920
Peso del matorral.	6,550	4,980	—	6,440	5,680	—	—	—
PESO TOTAL	7,780	5,850	0,980	7,550	8,240	1,270	2,320	1,920

### 3.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo de inicio del fuego.	0'00'	45"	50"	1'10"	1'15"	1'45"	4'05"	8'10"
Altura máxima de las llamas.		30 cm	35 cm	2 m.	3,5 m.	35 cm.	25 cm.	10 cm.
Inclinación de las llamas.		15°			90°	60°	35°	35°

Pérdida total de peso: 1,480 kg/m<sup>2</sup>

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 segundos en cada termopar pueden observarse en gráfico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas alcanzadas han sido de 557° C, oscilando las temperaturas medias alrededor de 250° C.

La temperatura a los 5 cm. de profundidad en el interior del suelo es de 1/2° C durante todo el ensayo, sin observarse incremento.

#### 3.4. *Poder calorífico.*

Véase ensayos anteriores.

#### 3.5. *Inflamabilidad.*

Igual que en los apartados 2.1.4. y 2.1.5.

#### 3.6. *Intensidad del fuego.*

$I_f = (p.c.i.) \times \text{carga combustible} \times \text{velocidad de propagación.}$

$I_f = 3.700 \times 0 \times 0,0205 + 3.810 \times 1,48 \times 0,0205 = 115,6 \text{ kcal/m.seg.}$



3.3. Pérdida de peso (Kg.). Parcela 3.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso después del ensayo.	6,550	4,980	0	6,440	5,680	0	0	0
Pérdida de peso.	1,230	0,870	0,980	1,110	2,560	1,270	2,310	1,920

4.3. Pérdida de peso (Kg). Parcela 4.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso después del ensayo.	0,380	0,280	0,260	2,310	2,125	0,930	0,130	1,090
Pérdida de peso.	2,200	2,520	0,600	1,600	1,885	2,320	2,290	3,090

#### 4. Monte SANTA CRUZ DEL VALLE. Parcela 4.

##### 4.1. Datos sobre el medio y vegetación.

—Altitud: 700 m.

—Pendiente media: 20%

—Vegetación:

Matorral: *Cytisus scoparius*, altura máxima: 1,90 m.,

Genista florida, altura media: 60 cm., *Rubus ulmifolius*: 0 máximo: 3,5 cm.

Tapiz herbáceo: *Festuca elegans*.

Cubierta muerta: pinocha de *P. pinea*.

##### 4.2. Condiciones de ensayo.

###### 4.2.1. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 2-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 12 h. 45'.

—Temperatura ambiente: 12° C.

—Humedad relativa: 63%

—Velocidad y dirección del viento: 3 km/h.

—Velocidad del viento creado:

A ras del suelo 30 km/h; a 1 m. 30 km/h.

—A la salida del tunel: Inapreciable.

###### 4.2.2. Humedad de la vegetación. (Referida a peso seco).

—*Cytisus scoparius*: 8%

—Genista florida: 21%

—*Rubus ulmifolius*: 11%

—*Festuca elegans*: 9%

—Cubierta muerta: 19%

###### 4.2.3. Pesos antes del ensayo (kg).

—En los 4 m. centrales:

Peso total: 12,030 kg.

Peso de la cubierta muerta 3,410 kg  $\rightarrow$  0,8525 kg/m<sup>2</sup>

Peso del matorral: 8,620 kg  $\rightarrow$  2,155 kg/m<sup>2</sup>

Carga de combustible: 3,0075 kg/m<sup>2</sup>

###### 4.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

—Fin del ensayo: A los 1'55" del inicio

—Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales):

= 654 m/h = 0,1818 m/sg = 10,9 m/mi.

##### 4.3. Pérdida de peso (kg).

—En los 4 m. centrales:



#### 4.2.3. Pesos antes del ensayo (Kg). Parcela 4.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del Tapiz herbáceo y cubierta muerta.	1,190	0,950	0,860	0,690	0,880	0,980	0,900	1,000
Peso del matorral.	1,390	1,850	—	3,220	3,130	2,270	1,520	3,130
PESO TOTAL	2,580	2,800	0,860	3,910	4,010	3,250	2,420	4,130

#### 4.2.4. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo de inicio del fuego.	0'00"	7"	8"	15"	25"	27"	30"	1'25"
Altura máxima de llamas.		30 cm.	45 cm.	60 cm.	1 m.	2 m.	2 m.	1 m.
Inclinación de llamas.				45°	45°	45°	45°	

Peso total después del ensayo: 5,625 kg.  
Pérdida de peso: Cubierta muerta y tapiz herbáceo:  
3,410 kg  $\rightarrow$  0,8525 kg/m<sup>2</sup>

Matorral: 2,995 kg  $\rightarrow$  0,74875 kg/m<sup>2</sup>.

Pérdida total de peso: 1,60125 kg/m<sup>2</sup>

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 segundos en cada uno de los 20 termopares pueden observarse en gráfico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas registradas han sido de 575° C, siendo la temperatura media de 350 - 400° C.

La temperatura a 5 cm. de profundidad en el interior del suelo llegó a aumentar hasta 14° C.

#### 4.4. Poder calorífico.

(P.C.S.)<sub>o</sub> Cytisus scoparius = 5.140 kcal/kg.

(pci) 8% Cytisus scoparius = 4.729 kcal/kg.

(P.C.S.)<sub>o</sub> Genista florida = 5.100 kcal/kg.

(pci) 21% Genista florida = 4.029 kcal/kg.

(P.C.S.)<sub>o</sub> Rubus ulmifolius = 4.600 kcal/kg.

(pci) 11% Rubus ulmifolius = 4.094 kcal/kg.

(P.C.S.)<sub>o</sub> Festuca elegans = 4.160 kcal/kg.

(pci) 9% Festuca elegans = 3.786 kcal/kg.

(P.C.S.)<sub>o</sub> Pinocha de Pinus pinea = 4.700 kcal/kg.

(pci) 19% Pinocha de Pinus pinea = 3.807 kcal/kg.

#### 4.5. Inflamabilidad.

Cytisus scoparius: Altamente inflamable.

Genista florida: En los meses de verano, es altamente inflamable.

Rubus ulmifolius: En los meses de verano, es altamente inflamable.

#### 4.6. Intensidad del fuego.

If = (p.c.i.)  $\times$  carga combustible  $\times$  velocidad de propagación.

If = 0,1818 (0,85  $\times$  3.797 + 0,75  $\times$  4.284) = 1.171,6 Kcal/m.sg.



## 5. Ensayo tipo con y sin resina.

### 5.1. Datos sobre el medio y vegetación.

—Altitud: 600 m.

—Pendiente media: 0%

—Vegetación:

Pinocha de *Pinus pinea* (cubierta muerta) del INIA  
(Carretera de La Coruña. km. 7).

### A) ENSAYO SIN RESINA.

#### 5.2.A. Condiciones del ensayo.

5.2.1.A. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 18-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 12,15 h.

—Temperatura ambiente: 5° C.

—Humedad relativa: 96%

—Velocidad del viento inapreciable

—Velocidad del viento creado:

A la salida del ventilador: a ras del suelo 18 km/h; a  
1 m.: 25 Km/h.

—Al final del tunel: a ras del suelo: 15 km/h; a 1 m. de  
altura: 20 km/h.; a 2 m. de altura: 14 km/h.

5.2.2.A. Humedad de la vegetación. (referida a  
peso seco).

—Pinocha *Pinus pinea*: 15%

5.2.3.A. Pesos antes del ensayo (kg).

—En los 4 m. centrales:

Peso total: 5,66 kg.

Carga de combustible: 1,415 kg/m<sup>2</sup>

5.2.4.A. Desarrollo del incendio en el tunel de  
combustibilidad.

—Fin del ensayo: A las 7'32" del inicio

—Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales):  
 $v = 0,0195 \text{ m/seg} = 70 \text{ m/h.}$

#### 5.3.A. Pérdida de peso de la vegetación.

Durante el ensayo se consumió totalmente la vegetación colocada en el tunel de combustibilidad.

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 seg. en cada uno de los 20 termopares puede observarse en grafico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas registradas han sido de 615° C, siendo la temperatura media de unos 200° C.

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de cubierta muerta.	1,060	1,060	1,060	1,060	1,770	1,770	1,060	1,060

#### 5.2.4.A. Desarrollo del incendio en el túnel de combustibilidad

[illegible]



La temperatura a 5 cm. de profundidad en el interior del suelo fue de  $-1/-2^{\circ}\text{C}$  durante el ensayo.

5.4.A. *Poder calorífico.*

(pci) 15% = 3.995 kcal/kg.

5.5.A. *Inflamabilidad.*

Sus valores ya se han reseñado en los apartados 2.1.4. y 2.1.5.

5.6.A. *Intensidad del fuego.*

$I_f = (\text{p.c.i.}) \times \text{carga combustible} \times \text{velocidad de propagación.}$

$I_f = 3,995 \times 1,415 \times 0,0195 = 110,23 \text{ kcal/m. seg.}$

B) ENSAYO CON RESINA.

5.2.B. *Condiciones del ensayo.*

5.2.1.B. Condiciones climáticas durante el ensayo.

—Fecha del ensayo: 18-Diciembre-1986

—Hora del ensayo: 12,55 h.

—Temperatura ambiente:  $6^{\circ}\text{C}$ .

—Humedad relativa: 92%

—Velocidad del viento: inapreciable

—Velocidad del viento creado:

Mismas condiciones que en el ensayo realizado sin resina.

5.2.2.B. Humedad de la vegetación. (referida a peso seco).

—Pinocha *Pinus pinea*: 15%

5.2.3.B. Pesos antes del ensayo: (kg).

Se dispuso en cada vagoneta el mismo peso de cubierta muerta que en el ensayo anterior, situando en las 4 vagonetas centrales un peso igual de resina, resultante del reparto entre las mismas de las 0,970 kg de barrasco.

—En los 4 m. centrales:

Peso total:

De cubierta muerta: 5,66 kg    1,415 kg/m<sup>2</sup>.

De resina: 0,970 kg    0,2425 kg/m<sup>2</sup>.

5.2.4.B. Desarrollo del incendio en el tunel de combustibilidad.

—Fin del ensayo: 6'48" del inicio

—Velocidad media de avance (en los 4 m. centrales):

$v = 0,0314 \text{ m/seg} = 113 \text{ m/h.}$

## 5.2.3.B. Pesos antes del ensayo (Kgr). Ensayo con resina

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso de cubierta muerta.	1,060	1,060	1,060	1,060	1,770	1,770	1,060	1,060
Peso de barrasco.	—	—	0,2425	0,2425	0,2425	0,2425	—	—

## 5.2.4.B. Desarrollo del incendio en el túnel de combustibilidad

Nº de vagoneta	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo de inicio del fuego.	0'00"	34"	40"	1'04"	1'28"	2'05"	2'47"	3'25"
Altura máxima de llamas (cm).	10	15	25	30	40	50	75	50
Inclinación de las llamas.	15°	10°	10°	10°	10°	45°	45°	45°



#### 5.3.B. *Pérdida de peso de la vegetación.*

Durante el ensayo se consumió totalmente la vegetación colocada en el tunel de combustibilidad.

Temperaturas alcanzadas: Las temperaturas alcanzadas cada 5 seg. en cada uno de los 20 termopares puede observarse en gráfico adjunto (anexo).

Las temperaturas máximas registradas han sido de 593° C, siendo la temperatura media de unos 300° C.

La temperatura a 5 cm. de profundidad en el interior del suelo osciló durante el ensayo entre -1 y 12° C en el termopar 8 y entre 5 y 7° en el termopar 10.

#### 5.4.B. *Poder calorífico.*

De pinocha de *Pinus pinea* al 15% de humedad = (pci) 15% = 3.995 kcal/gr.

Del barrasco = 8.868,5 Kcal/gr.

#### 5.5.B. *Potencia lineal del frente.*

De acuerdo con la fórmula de Byram y Tangem se tiene:  
$$If = 0,0314 (3.995 \times 1,415 + 0,2425 \times 8.868,5) = 245$$
 kcal/m.seg.

## 2.6. **Resumen de resultados.**

Inflamabilidad de la cubierta muerta y matorral en todos los ensayos: clasificación 5 en escala del 1 al 5.

ENSAYO	Veloc. viento a 1 m. entrada túnel (km/h)	Carga media de combustible (kg/m <sup>2</sup> ) Exist. quemada	Velocidad avance (m/seg)	Potencia lineal (kcal/m. seg)	Altura máx. de llamas (m)	Temperaturas	
						Máx.	Media
Mijares 1	32	10,730	6,670	0,016 0,96 m/m	415,5	3,2	800
Mijares 2	36	5,035	3,720	0,026 1,56 m/m	394,6	3,2	535
Sta. Cruz del Valle 1	30	4,510	1,480	0,0205 1,5 m/m	115,6	3,5	557
Sta. Cruz del Valle 2.	30	3,008	1,600	0,1818 10,9 m/m	1171,6	2	575
Sin resina	25	1,415	1,415	0,0195 1,5 m/m	110,23	0,25	615
Con resina	25	1,415	1,415	0,0314 1,8 m/m	245,01	0,50	593
							300



## 2.7. Conclusiones

Teniendo en cuenta que la velocidad del viento queda ampliamente frenada por la vegetación no quemada en el ensayo semireal y ello incide proporcionalmente en la potencia lineal del frente de fuego, y teniendo en cuenta también las pendientes existentes en el monte, puede deducirse que:

—La altura de las llamas del matorral y la temperatura producida por la combustión del mismo sobrepasan los límites necesarios para provocar fuegos de copa en el arbolado, lo que unido a las intensidades de fuego (potencia lineal) debidas al matorral, debieron provocar gran virulencia del incendio donde existiese arbolado, y persistencia del mismo en las zonas desarboladas.

—La inflamabilidad máxima de las especies y carga combustible de la cubierta muerta y tapiz herbáceo alcanzan valores capaces de ofrecer gran facilidad para la iniciación y transmisión del incendio.

—En las zonas en que existiese resina (barrasco) pudo tener ciertamente gran influencia este material en la transmisión o iniciación del incendio, pero no tanta en la virulencia del mismo o potencia lineal del frente, la cual está principalmente motivada por la combustión del arbolado.

## 5.7. Conclusiones

El estudio de los datos que se han presentado en este capítulo, permite concluir que la investigación realizada en este trabajo, ha permitido conocer y comprender mejor el fenómeno de la corrupción en el sector público, así como la importancia de la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión pública. Asimismo, se ha podido identificar que la corrupción es un problema que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública.

En el contexto de la corrupción en el sector público, se ha podido observar que la corrupción es un fenómeno que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública. Asimismo, se ha podido identificar que la corrupción es un problema que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública.

En el contexto de la corrupción en el sector público, se ha podido observar que la corrupción es un fenómeno que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública. Asimismo, se ha podido identificar que la corrupción es un problema que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública.

En el contexto de la corrupción en el sector público, se ha podido observar que la corrupción es un fenómeno que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública. Asimismo, se ha podido identificar que la corrupción es un problema que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública.

En el contexto de la corrupción en el sector público, se ha podido observar que la corrupción es un fenómeno que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública. Asimismo, se ha podido identificar que la corrupción es un problema que afecta a todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo, y que su combate requiere de un enfoque integral que involucre a todos los actores involucrados en el proceso de gestión pública.



Institución Gran Duque de Alba



## APENDICE IV

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DE LA GARGANTA DE LA ELIZA (PEDRO BERNARDO), CALCULO DE PERDIDAS DE SUELO Y EMISION DE SEDIMENTOS. AUTORA DONA MARIA TERESA DE MIGUEL MICHELENA



Institución Gran Duque de Alba





## **Hidráulica torrencial.**

### *Unidades hidrológicas consideradas.*

Para el estudio y evaluación de caudales se ha dividido la Cuenca del presente estudio en 2 unidades hidrológicas.

Estas unidades aparecen representadas en un plano escala 1/50.000, con los símbolos I y II.

Los límites naturales principales de las unidades consideradas comenzando por el Norte y siguiendo el sentido horario, son los siguientes:

Unidad hidrológica I: Estribaciones de la Sierra de Cabeza Aguda (1.748 mts., 1.735 mts.), Puerto de Lagarejo (1.650 mts.), Risco de Miravalles (2.008 mts.), Cerro de la Cabrilla (1.741 mts.) Portezuelo (1.667 mts.), y divisoria que desde la Majada de las Queseras (1.678 mts.) desciende hasta la Presa de Pedro Bernardo. En este punto asciende por la divisoria que alcanza el Cerro de Cabeza Aguda (1.847 mts.), y continua por la divisoria entre los términos municipales de San Esteban del Valle y Pedro Bernardo hasta el Cerro de Cota 1.748 mts.

Unidad hidrológica II: (Comprende la cuenca completa de estudio, es decir el tramo alto y medio de la Garganta de Eliza, desde su nacimiento hasta la Presa de Lanzahita). Estribaciones de la Sierra de la Cabeza Aguda (1.748 mts., 1.735 mts.), Puerto de Lagarejo (1.650 mts.), Risco de Miravalles (2.008 mts.), Cerro de la Cabrilla (1.741 mts.), Portezuelo (1.667 mts.), Mojada de las Queseras (1.678 mts.), El Zahurdón (1.473 mts.), Las Gamelleras (1.246), Matarra-yos (781 mts.), Corchuelo (768 mts.), Presa de Lanzahita, Risco de la Colmena (1.505 mts.), divisoria de San Esteban del Valle y Pedro Bernardo, hasta el Cerro de Cota 1.748 mts.

Las características morfológicas de estas unidades hidrológicas se reflejan en el siguiente cuadro; no obstante para facilitar su lectura se van a definir a continuación:

—Pendiente media: Se calcula por medio de la expresión:

$$S = 100 \frac{\sum li \cdot E}{A}$$

S = Pendiente media en tanto por ciento.

$\sum li$  = Suma de las longitudes de las curvas en Km.

E = Equidistancia entre las curvas en Km.

A = Superficie en Km<sup>2</sup>.

Curva hipsográfica: Se presenta en los gráficos que aparecen a continuación para cada unidad hidrológica de las cotas del terreno en función de las áreas que dominan.

—Altura media: Consecuencia inmediata de la curva hipsográfica y tiene por expresión:

$$\bar{h} = \frac{V}{A}$$

$\bar{h}$  = altura media en m.

A = superficie de la unidad hidrológica en Km<sup>2</sup>.

V = volumen en Km<sup>3</sup> de la unidad hidrológica.

—Coeficiente de Gravelius. Se define como:

$$C_g = \frac{\text{Perímetro de la unidad hidrológica}}{2 \sqrt{\pi \cdot \text{Superficie de la unidad hidrológica}}}$$

—Coeficiente de masividad: Se calcula por la expresión:

$$Tg \alpha = \frac{\text{Altura media (m)}}{\text{Superficie unidad hidrológica (Km}^2\text{)}}$$

dando una idea de lo accidentado del relieve, que es mayor cuanto mayor es su  $Tg \alpha$ .

—Coeficiente orográfico. Se calcula como:



$$\bar{h} \operatorname{Tg} \alpha = \frac{(\text{Altura media})^2 \cdot (\text{m}^2)}{\text{Superficie unidad hidrológica (Km}^2\text{)}}$$

que proporciona una idea sobre la torrencialidad potencial de la unidad hidrológica de la cuenca en relación al relieve.

### CURVA HIPSOGRAFICA: UNIDAD HIDROLOGICA I

Altitudes	Superficie (Km <sup>2</sup> )	% Relativo	% Acumulado
<1100 (1000)	0,024	0,49	100
1100-1200	0,32	6,53	99,51
1200-1300	0,38	7,76	92,98
1300-1400	0,50	10,21	85,22
1400-1500	0,75	15,30	75,02
1500-1600	0,95	19,30	59,72
1600-1700	0,80	16,34	40,42
1700-1800	0,70	14,30	24,08
1800-1900	0,25	5,10	9,78
1900-2000	0,178	3,63	4,68
>2000 (2008)	0,051	1,05	1,05
TOTAL	4,895	100 %	

### CURVA HIPSOGRAFICA: UNIDAD HIDROLOGICA II

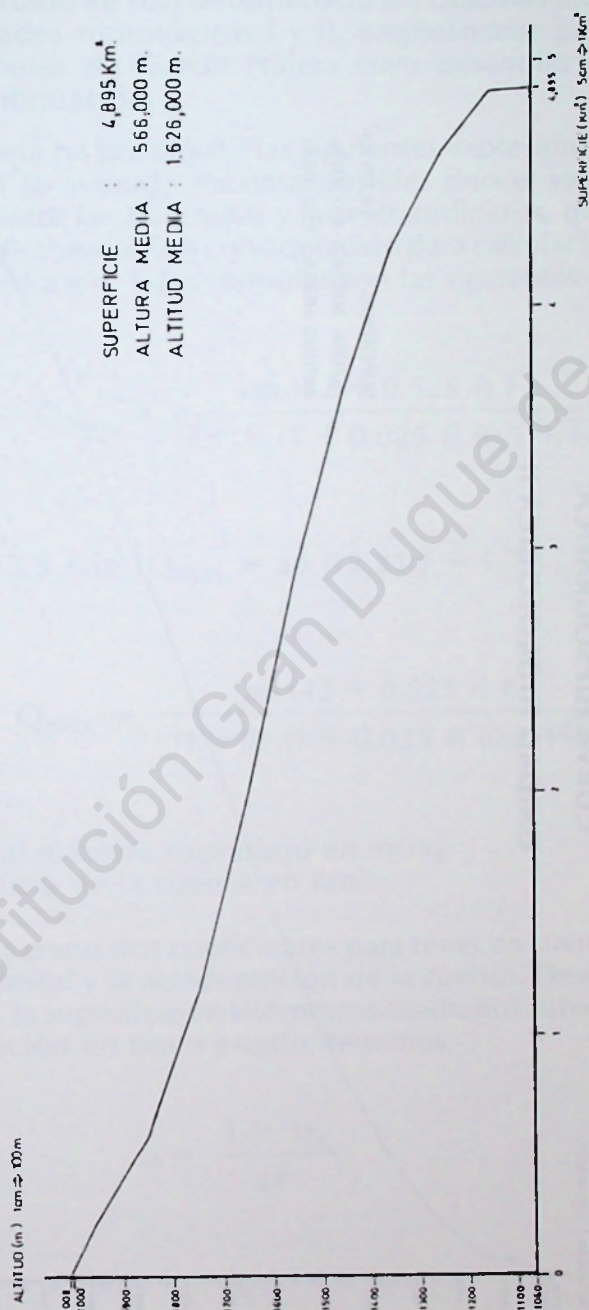
Altitudes	Superficie (Km <sup>2</sup> )	% Relativo	% Acumulado
<600 (560)	0,153	0,568	100
600-700	1,632	6,062	99,432
700-800	1,779	10,322	93,370
800-900	1,989	7,387	83,048
900-1000	2,805	10,418	75,661
1000-1100	2,422	8,995	65,243
1100-1200	2,907	10,797	56,248
1200-1300	2,856	10,607	45,451
1300-1400	2,728	10,132	34,844
1400-1500	2,193	8,145	24,712
1500-1600	1,861	6,912	16,597
1600-1700	1,275	4,735	9,655
1700-1800	0,841	3,123	4,920
1800-1900	0,255	0,947	1,797
1900-2000	0,178	0,661	0,850
>2000 (2008)	0,051	0,189	0,189
TOTAL	26,925		

# Características Morfológicas

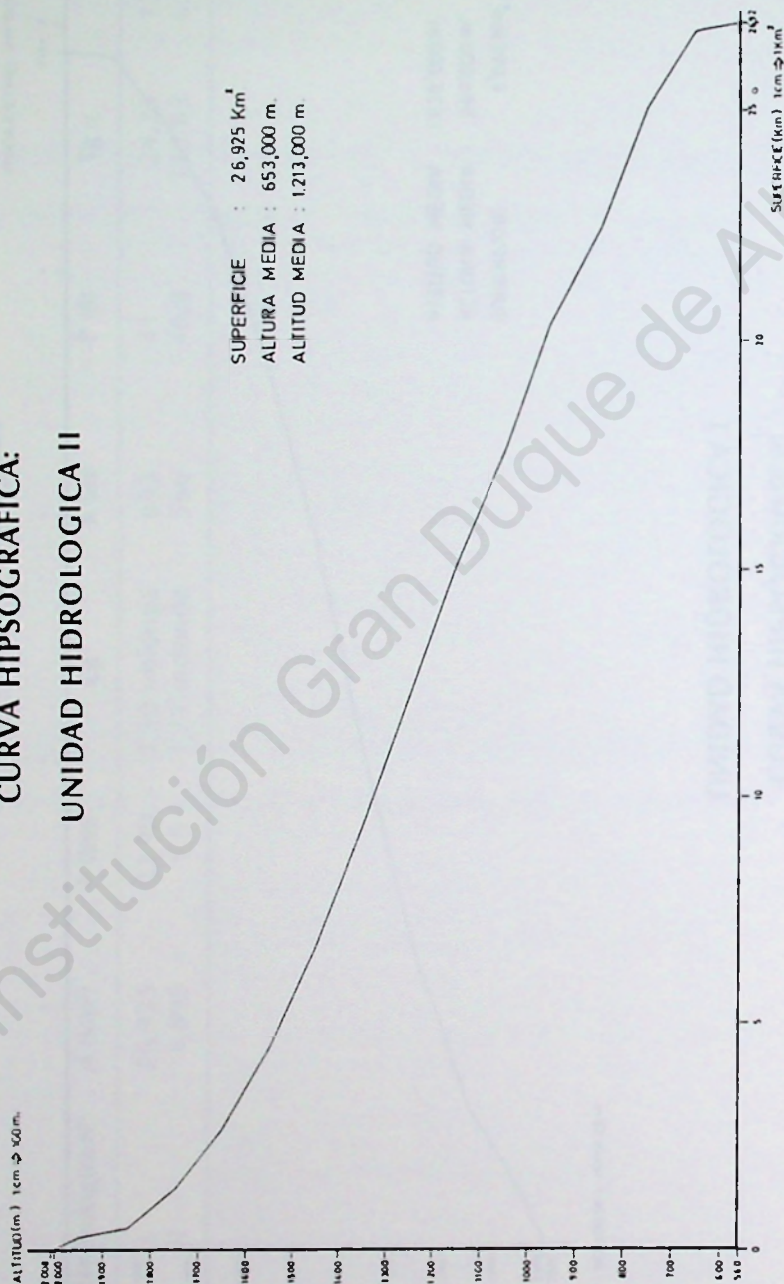
Unidad Hidrológica N°	A (km²)	P (km)	Cg	$\bar{h}$ (m)	$\bar{P}$ (8)	Tg $\alpha$	$\bar{h}$ tg $\alpha$
I	26,925	23,90	1,30 oblonga	653	41	24,25	15836,92
II	4,895	9,5	1,21 redonda	566	46,8	115,63	65446,58



# CURVA HIPSOGRAFICA: UNIDAD HIDROLOGICA I



# CURVA HIPSOGRAFICA: UNIDAD HIDROLOGICA II





### Cálculo de caudales.

#### Método empírico.

En ese apartado se han determinado los caudales para las dos unidades hidrológicas I y II, empleándose para ello las fórmulas de García Nájera cuyo desarrollo se incluye a continuación.

García Nájera ha propuesto las siguientes expresiones, que dan, no la avenida máxima posible, sino el valor intermedio entre las pequeñas y las extraordinarias, que es la que debe tomarse en consideración para calcular las obras de corrección. Estas fórmulas son las siguientes:

$$F < 0,4 \text{ Km}^2 \quad Q_{\text{máx.}} = \frac{ap (42 + 0,525 F) F}{(1 + F) (1 + 0,025 F) (0,5 + \sqrt{F})}$$

$$0,4 < F < 2,5 \text{ Km}^2 \quad Q_{\text{máx.}} = ap (12,21 F + 5,74)$$

$$F > 2,5 \text{ Km}^2 \quad Q_{\text{máx.}} = \frac{ap (42 + 0,525 F) F^2}{(1 + F) (1 + 0,025 F) (0,5 + \sqrt{F})}$$

$Q$  = caudal máximo expresado en  $\text{m}^3/\text{sg}$ .

$F$  = superficie de la cuenca en  $\text{Km}^2$ .

en las que  $a$  y  $p$  son dos coeficientes para tener en cuenta el estado forestal y la accidentación de la cuenca. Designando por  $F_c$  la superficie en kilómetros cuadrados cubierta de vegetación en buen estado, tenemos:

$$a = \frac{1 - 3F_c}{4F}$$

y en cuanto a  $p$ , tiene los siguientes valores:

Cuencas poco accidentadas:  $p = 0,75$ .

Cuencas medianamente accidentadas:  $p = 1,00$ .

Cuencas muy accidentadas:  $p = 1,25$ .

según que menos de 1/3, más de 1/3 ó más de 2/3 de la cuenca tengan pendientes superiores al 30 por 100.

Como en las dos unidades hidrológicas I y II  $F > 2,5 \text{ km}^2$  se ha utilizado la expresión:

$$Q_{\text{máx.}} = \frac{ap (42 + 0,025 F) F^2}{(1 + F) (1 + 0,025 F) (0,5 + \sqrt{F})}$$

A continuación se adjuntan los datos de entrada para su determinación, es decir,  $F$ ,  $F_c$ ,  $a$  y  $p$  así como los resultados que se han obtenido.

Unidad hidrológica Nº	F (Km <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (Km <sup>2</sup> )	a	p	Q (m <sup>3</sup> /sg)
I	4,895	0	1	1,25	74,381
II	26,925	0	1	1,25	191,385

Dada la magnitud y relación de estos caudales, se ha calculado el dique con el caudal punta de avenida obtenido por la fórmula de García Nájera, por ser de mayor facilidad y sencillez de cálculo que los de otros métodos.

#### *Erosión de la zona de estudio.*

##### Aspectos cualitativos.

Índices de erosionabilidad del suelo: La mayor o menor resistencia del suelo ante la acción erosiva de las aguas se define por los siguientes índices:

—Coeficiente de dispersión  $C_d$  (Middleton):

$C_d = (\% \text{ (limo + arcilla) sin utilidad dispersante}) / (\% \text{ (limo + arcilla) utilizando dispersantes}) \times 100$ .

El limo y arcilla corresponde a las partículas menores de 0,05 mm. La fracción del numerador corresponde a dispersar la muestra con agua pura. La del denominador a dispersar con hidróxido sódico.

Se interpreta que los suelos con  $C_t < 15$  son resistentes a la erosión hídrica.

—Relación coloides a equivalente de humedad  $C_t$ :

$C_t = (\% \text{ coloides}) / (\text{equivalente a humedad})$ .

La existencia de coloides favorece la formación de agregados estables ante el agua y contribuye a que el



suelo posea una mayor capacidad de almacenamiento de humedad, circunstancias ambas contrarias a que se produzca erosión.

Por otra parte el equivalente de humedad refleja la dificultad que tiene el suelo para desprenderse del agua absorbida, influyendo así en el poder de infiltración y, por consiguiente en la escorrentía superficial.

Se interpreta en el sentido de que  $C_t > 1,5$  define suelos resistentes a la erosión.

—Coeficiente de erosión  $C_e$  (Middleton):

$$C_e = C_d / C_t.$$

Se interpreta  $C_e < 10$  como suelos resistentes a la erosión.

—Factor K (Wischmeier):

Es uno de los parámetros del modelo USLE para el cálculo de pérdidas del suelo por erosión laminar y en regueros.

La regresión obtenida para el cálculo del factor K en primera aproximación es la siguiente:

$$100 K = 10^{-4} \times 2,71 \times M^{1,14} \times (12 - a)$$

—M se calcula como el producto del % en la fracción de suelo comprendida entre 0,002 y 0,1 mm de diámetro de las partículas, por el % de la fracción comprendida entre 0,002 y 2 mm de diámetro, (o lo que es igual  $100 - \%$  arcilla de muestra de suelo).

—a, es el % de materia orgánica. Observaciones:

—Si  $a \geq 4 \%$  se toma  $a = 4 \%$

—Si el porcentaje de partículas de suelo con diámetros comprendidos entre 0,002 y 0,1 mm es superior al 70 %, la regresión no es válida.

En la toma de muestra, en cuanto a la localización, número y forma, se consideraron las características geológicas y cobertura vegetal y, dentro de ellas, sitios de características medias en cuanto a pendiente, orientación y densidad de la vegetación. Los valores de textura y materia orgánica se refieren a los 15 a 20 cm superiores del suelo.

Existe una evidente correlación entre el factor K y el coeficiente de erosión (Middleton). Por eso el plano de K de la zona en estudio se obtiene al aplicar el modelo USLE

para la evaluación de las pérdidas de suelo, y cuya copia se adjunta, define la susceptibilidad del suelo de la referida zona.

Las muestras tomadas fueron 10, cuyos análisis figuran en el apartado 2.3.3. A continuación, se dan los valores de K obtenidos en cada muestra según el procedimiento explicado anteriormente.

Muestra nº	Litofacies	Vegetación	K
1 (M - 1)	a	2	0,171
2 (M - 2)	a	2	0,218
3 (M - 3)	a	2	0,122
4 (M - 4)	a	1	0,119
5 (34 - G)	a	2	0,107
6 (34 - B)	a	2	0,160
7 (36 - D)	a	2	0,140
8 (A)	a	1	0,185
9 (60 - P)	a	2	0,197
10 (123 - O)	a	2	0,138

Tras analizar las variaciones de K con respecto a litofacies y vegetación, se asignan los siguientes valores de K:

Vegetación × litofacies	K
1 a	0,157
2 a	0,152

Como se observa ambos valores son prácticamente iguales, es por ello que consideramos un valor medio para toda la Cuenca de 0,154.

Con este valor se representa un plano de distribución del factor K a escala 1/50.000.

Indices de protección del suelo por la vegetación: Esta basado en los criterios que seguidamente se exponen relacionados con las influencias de la vegetación en el régimen hidrológico.

—La vegetación protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia en gran medida, contribuyendo a que éstas incidan sobre el terreno con menor energía cinética, gracias al efecto de frenado a que les somete.

—La vegetación contribuye a disminuir la escorrentía superficial y a decrecer los caudales punta de avenida, y ello por doble motivo; por un lado porque aumenta la



permeabilidad del suelo, incrementando con ello la infiltración; por otro, debido a que disminuye la velocidad de la lámina de escurrido. En este último aspecto se considera que la velocidad del agua en una ladera cubierta de vegetación con buena espesura, es igual a la cuarta parte de la velocidad que existiría en esa misma ladera pero con suelo desnudo.

—Las raíces de la cubierta vegetal con sus números entramados protegen al suelo ayudándole a no disgregarse.

Esta protección se valora mediante un índice que varía entre 0 y 1, para lo cual se tiene en cuenta:

—El tipo de cubierta vegetal (tanto en cuanto a su parte aérea como en cuanto a su sistema radical).

—La densidad y espesura de la misma.

—Los aprovechamientos a los que se les somete.

—Las prácticas de conservación de suelo y

—La pendiente del terreno.

A continuación y de acuerdo con todo lo expuesto se adjunta el siguiente cuadro de «Índices de protección del suelo por la vegetación».

En el presente estudio se van a determinar dos índices de protección por la vegetación, antes del incendio y después del incendio, de modo que comparándolos nos permita conocer los efectos protectores del suelo por la vegetación.

Así considerando la vegetación existente antes del incendio, se han establecido los siguientes estratos:

- 1) Arbolado con fracción de cabida cubierta  $> 70 \%$ .
- 2) Arbolado con fracción de cabida menor al  $70 \%$  y mayor o igual al  $30 \%$  ( $30 \leq F_{cc} < 70 \%$ ).
- 3) Arbolado con fracción de cabida cubierta menor al  $30 \%$  y/o matorral.
- 4) Cultivo arbóreo de seco.
- 5) Pastizal.

Y los siguientes intervalos de pendientes:

Pendiente %	Clase del Plano de pendiente
0 - 12 %	1
12 - 20 %	2
20 - 30 %	3
30 - 50 %	4
> 50 %	5

Tipo de vegetación	Estado de la vegetación	Pendiente	Indices de protección
FORESTAL	Masas arbóreas densas (densidad 0,7).	Para cualquier pendiente	1,0
	Masas arbóreas de densidad inferior a 0,7 con substra-	Para cualquier pendiente	1,0
	to arbustivo o herbáceo no degradado.		0,4
	Masas arbóreas de densidad inferior a 0,7 con substra-		0,8
	to arbustivo o herbáceo degradado.	1	1,0
	Vegetación arbustiva no degradada.	Para cualquier pendiente	1,0
AGRICOLA	Vegetación arbustiva degradada.	3	0,2
		2	0,6
		1	0,8
		Inferiores al 30 %	0,9
		Superiores al 30 %	0,6
AGRICOLA	Pastizales bien conservados.	Para cualquier pendiente	0,3
	Pastizales degradados.	3	0,0
	Cultivos agrícolas sin prácticas de conservación.	2	0,5
		1	0,9
		1 y 2	1,0
		3	0,3
AGRICOLA	Cultivos agrícolas con prácticas de conservación.		



Tipo de vegetación	Estado de la vegetación	Pendiente	Indíces de protección
TERRENOS		3	0,0
		2	0,5
DESNUDOS		1	0,9

- (1) Pendiente inferior a la de iniciación de la erosión ( $< 12\%$ ).  
 (2) Pendiente comprendida entre la iniciación de la erosión y la de arrastre total ( $12-20\%$ ).  
 (3) Pendiente superior a la de arrastre total ( $20-30\%$ ).  
 Cualquier pendiente  $> 30\%$ .  
 Estos valores son relativos a cada tipo de suelo diferenciado en la Cuenca.

FUENTE: LOPEZ CADENAS DE LLANO F. - BLANCO CRIADO M. - (1976) «HIDROLOGIA FORESTAL» (1ª PARTE).

En consecuencia, la matriz definidora del mapa de protección del suelo por la vegetación antes del incendio resulta la siguiente:

Estratos vegetales \ Pendiente	0-12 %	12-20 %	20-30 %	30-50 %	> 50 %
	1	2	3	4	5
1) Arbolado $F_{cc} \geq 70\%$	1	1	1	1	1
2) Arbolado $30\% \leq F_{cc} < 70\%$	1	1	1	1	1
3) Arbolado $30\% F_{cc}$ y/o matorral	1	1	1	1	1
4) Cultivo arbóreo de secano	1	1	0,5	—	—
5) Pastizal	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6

La codificación seguida en el plano de protección del suelo por la vegetación, así como las superficies correspondientes a cada una de las clases, se incluyen a continuación:

Código	Índice de P.S.V.	Superficie (Has.)
5	0,5	18,0
6	0,6	120,0
9	0,9	180,0
10	1	2374,5

I.P.S.V. = 0,97

En cuanto a la vegetación existente después del incendio existen únicamente dos estratos:

- 1) Pastizal no afectado por el incendio
- 2) Incendiado

Y los intervalos de pendiente:

Pendiente %	Clases del plano de pendiente
0 - 12 %	1
12 - 20 %	2
20 - 30 %	3
30 - 50 %	4
>50 %	5

En consecuencia, la matriz definidora de la protección del suelo por la vegetación resulta la siguiente:



Estratos vegetales \ Pendiente	0-12%	12-20%	20-30%	30-50%	50%
	1	2	3	4	5
1) Pastizal no afectado por el fuego	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6
2) Incendiado	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

La codificación seguida en el plano de protección del suelo por la vegetación, así como la superficie correspondientes a cada clase, se incluyen a continuación:

Código	Indice de P.S.V.	Superficie (Has)
3	0,3	2392,5
6	0,6	120,0
9	0,9	180,0

$$I.P.S.V. = 0,35$$

Comparando los valores, 0,97 y 0,35, se observa enorme diferencia entre ambos que indica la excelente protección del suelo antes del incendio, y la mínima protección a que está sometida después.

Se acompañan los planos 1/50.000 de índices de protección por la vegetación existente antes y después del incendio.

Cuantificación de la erosión-modelo USLE (Ecuación Universal).

La Ecuación Universal responde al producto de los factores: R.K.L.S.C.P., definidos anteriormente y cuyo resultado es el número de toneladas métricas de suelo por Ha que se mueve por causa de la erosión laminar y en regueros.

La metodología seguida ha sido la siguiente:

- División en unidades hidrológicas lo más homogéneas posibles en cuanto clima, relieve, suelo y vegetación.
- Cálculo de los factores de la Ecuación Universal en cada unidad hidrológica, elaborando sucesivamente los correspondientes planos y sus intersecciones.
- Obtención del plano de pérdidas de suelo. Para unidad hidrológica se tendrá un plano resultante de erosión, cuyos resultados se habrán estratificado oportunamente. De la composición de estos, a escala 1:50.000,

resulta el plano general de pérdidas de suelo de la zona de estudio que presenta el presente proyecto.

**División en unidades hidrológicas:** La zona de estudio se ha dividido en 2 unidades homogéneas, con el fin de ajustar lo mejor posible la Ecuación Universal, sobre todo por lo que se refiere al parámetro LS, debido al método de estimación utilizado (WILLIAMS Y BERNDT).

Para proceder a la división u homogeneización se han tenido en cuenta: relieve, clima, usos del suelo, litofacies y principalmente la situación del dique proyectado, con el fin de tener determinadas las características de las unidades hidrológicas relativas a aquellas; es por ello que se han considerado dos, la 1ª corresponde a la Cuenca del dique proyectado y la 2ª corresponde a la Cuenca completa, es decir hasta la Presa de Lanzahita.

Se adjuntan a continuación en el cuadro siguiente la relación de las unidades y sus superficies.

Su situación se refleja en el plano de «División en Unidades Hidrológicas» realizados a escala 1:50.000. Se muestran numeradas con los números romanos I y II.

#### CUENCA DE LA GARGANTA DE ELIZA

Unidad Hidrológica	Superficie en Km <sup>2</sup>
I	4,895
II	26,925

—Cálculos de los factores de la Ecuación Universal.

**FACTOR R.**

Se ha calculado del modo en que se explica en el apartado 2.4.3. obteniéndose para la cuenca el valor  $R = 200$ .

**FACTOR K.**

En cuanto a este factor nos remitimos al apartado 3.3.1, Índices de erosionabilidad del suelo en el que se explica el procedimiento seguido para su determinación. El valor asignado es de  $K = 0,154$ .

**FACTOR LS.**

Se ha calculado para las dos unidades hidrológicas en que se ha dividido la zona para hacer aplicación del modelo USLE.



El factor LS se ha obtenido siguiendo el método de Williams y Berndt que se resume a continuación.

Se estima la pendiente media mediante la expresión:

$$S = \frac{0,25 H (LC_{25} + LC_{50} + LC_{75})}{DA}, \text{ siendo:}$$

S: pendiente media en tanto por uno

H: altitud máxima-altitud mínima, en metros

LC: longitud de la curva de nivel correspondiente al i % de H, expresada en metros

DA: superficie de la subcuenca en m<sup>2</sup>

El factor  $\lambda$ , longitud de pendiente, en este método, se estima a través de la siguiente expresión:

$$\lambda = \frac{1}{3} \frac{\sum \frac{LC_i \cdot LB_i}{\sqrt{(LC_i)^2 - (LB_i)^2}}}{2 EP_i} \quad \text{para } i = 25, 50 \text{ y } 75$$

donde:

LC<sub>i</sub>: tiene el mismo significado que en la expresión anterior.

LB<sub>i</sub>: es la longitud en metros, de la curva envolvente de la C<sub>i</sub>, de modo que sea tangente a ésta en un punto entre cada dos cursos de agua considerados, tal como se presenta en el esquema del gráfico,

EP<sub>i</sub>: es el número de cursos potenciales de agua que se aprecian en el plano a escala 1:50.000, que cortan a la curva C<sub>i</sub>.

Por último, con S y  $\lambda$  así calculadas, se obtiene el factor LS mediante las expresiones:

$$LS = \left[ \frac{\lambda}{22,1} \right]^{0,3} \left[ \frac{S}{9} \right]^{1,3} \quad \text{para } S > 9 \%$$

$$LS = \left[ \frac{\lambda}{22,1} \right]^{0,3} \frac{(0,43 + 0,30 S + 0,043 S^2)}{6,613}, \quad \text{para } S \leq 9 \%$$

$\lambda$  entra en metros  
S en tanto por ciento  
LS es adimensional.

Añadiremos, que el error por defecto en la medición de la pendiente —dada la escala de trabajo— al ir elevado a 1,3 se compensa con el error por exceso que resulta en la medición de esta escala de L, que va elevada a 0,3. Por ello, si bien L y S no son valores reales, si lo es con bastante aproximación el valor de LS según justifican Williams y Berndt en su método.

A continuación se incluye el cuadro con los resultados obtenidos, así como los valores de los parámetros necesarios para su estimación.

#### FACTOR C.

Para la determinación del factor de ordenación de cultivos, se procede en primer lugar al establecimiento de una serie de tipos de vegetación y usos del suelo en relación con la protección que ofrecen al mismo.

Sin embargo, en este caso y dado el estado en que se encuentra la vegetación después del incendio se ha considerado un único valor de C aplicable a la totalidad de la cuenca. El valor de C asignado es de 0,1.

#### FACTOR P.

Dicho factor evalúa el coeficiente de minoración que hay que tener en cuenta como consecuencia de las acciones antrópicas de prácticas de conservación realizadas en las zonas agrícolas. Sin embargo, en el área de estudio, este factor no es necesario considerarlo pues es prácticamente inexistente la acción del hombre en los cultivos agrícolas y por tanto no existe una variación en los perfiles del terreno, es por ello que no tiene lugar en este caso la aplicación de dicho factor y únicamente se consideran para el cálculo de las pérdidas de suelo por la erosión hídrica los factores R, K, LS y C, calculados anteriormente y que afectan directamente a cada sub-cuenca.

—Resultado de la aplicación de la USLE: Por intersección de los planos de R, C y K y teniendo en cuenta el LS en las dos unidades hidrológicas se ha elaborado el plano de pérdidas de suelo por Ha y año, a escala 1:50.000.



# Valores de LS

Unidad Hidrológica	H (mts)	LC <sub>25</sub> (mts)	LB <sub>25</sub> (mts)	EP <sub>25</sub> (mts)	LC <sub>50</sub> (mts)	LB <sub>50</sub> (mts)	EP <sub>50</sub> (mts)	LC <sub>75</sub> (mts)	LB <sub>75</sub> (mts)	EP <sub>75</sub> (mts)	S %	LS
I	948	3000	2500	7	5000	4200	15	2900	2500	9	52,8	21,53
II	1448	9000	7000	14	13000	11500	27	6000	5500	13	38,0	16,18

En dicho plano se han señalado las pérdidas de suelo en las 2 unidades hidrológicas obteniéndose las siguientes:

UNIDAD HIDROLOGICA I . . . . 66,31 Tm.Ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>

UNIDAD HIDROLOGICA II . . . 49,83 Tm.Ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>

Teniendo en cuenta las superficies de cada unidad, se obtiene los siguientes resultados:

Unidad Hidrológica Nº	Pérdidas de suelo (Tm.Ha <sup>-1</sup> .año <sup>-1</sup> )	Superficie (Has)	Pérdidas totales (Tm.año <sup>-1</sup> )
I	66,31	489,50	32458,745
II	49,83	2692,50	134167,280

Confrontando valores con el baremo establecido para medir la erosión hídrica por F.A.O., P.N.U.M.A. y U.N.E.S.C.O. en su «Metodología para la Evaluación de la Degradación de los Suelos» se observa un grado de erosión alta como se puede comprobar a continuación.

*Clasificación de la M.P.E.D.S. definida por la F.A.O.,  
P.N.U.M.A. Y U.N.E.S.C.O.*

Pérdidas de suelo t/ha.año	Grado de erosión hídrica
10	Ninguna o ligera
10 - 50	Moderada
50 - 200	Alta
200	Muy alta

**Emisión de sedimentos-Modelo MUSLE.**

Se aplica el modelo MUSLE que se resume brevemente a continuación, mostrándose los resultados obtenidos en la zona de estudio.

—Emisión de sedimentos producidos por un aguacero en las unidades hidrológicas de la cuenca. Modelo MUSLE.

La Ecuación Universal modificada puede aplicarse a grandes cuencas, si las fuentes de sedimentos están uniformemente distribuidas por la cuenca y si las sub-cuencas tributarias más importantes son hidráulicamente similares. Sin embargo, ninguna de estas condiciones se presentan en las grandes cuencas agrícolas y menos aún en aquellas en las que las actividades agrarias incluyen también otros sectores como el forestal, con o sin aprovechamientos ganaderos.



Por ello es necesario un procedimiento para calcular el transporte. Desgraciadamente, los procedimientos utilizados hasta el momento en la determinación del transporte de sedimentos en las cuencas agrícolas de USA no acababan de ser considerados como definitivos.

Un procedimiento para el cálculo del transporte de sedimentos, basado en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo Modificada y una función reductora del primer orden, del tipo de desplazamiento y del tamaño de las partículas, es el desarrollado por Williams y que se describe a continuación.

Este modelo determina la distribución espacial de los sedimentos en una cuenca para una tormenta aislada, pero no considerada diagramas de sedimentación (distribución temporal de la sedimentación).

La Ecuación Universal de Pérdidas de suelo Modificada establecida por Williams tiene por expresión:

$$Y = 211,8 (Q q_p)^{0,56} K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (I)$$

donde:

Y, arrastres de una tormenta aislada en t

Q, volumen de la escorrentía en m<sup>3</sup>

q<sub>p</sub>, el caudal instantáneo máximo en m<sup>3</sup>/s

K, factor suelo

LS, factor longitud de pendiente y pendiente

C, factor cultivo

P, factor prácticas de conservación

La ecuación anterior (I) puede ser usada para predecir los arrastres totales de grandes cuencas, si los valores de K, LS, C y P están distribuidos uniformemente sobre la cuenca y si los cauces tributarios más importantes son hidráulicamente similares.

Aplicando pues la ecuación (I) en las unidades hidrológicas I y II se determinan los arrastres que han tenido lugar como consecuencia de los últimos aguaceros (Septiembre Octubre) acaecidos después del incendio (21-VII-86) cuyos datos, aparecen en el apartado 2.4.1. y a partir de ellos junto con el número hidrológico 78 (obtenido en función de la cubierta vegetal y grupo hidrológico de suelo: B y C, ver cuadro adjunto C-I), superficie de la cuenca (Km<sup>2</sup>), desnivel (m), precipitaciones máximas en 1 y 6 horas, se ha determinado mediante

ordenador los valores de Q y  $q_p$ , cuyos listados se incluyen a continuación (L-1 a L-18, así se tiene:

UNIDAD HIDROLOGICA I  $K = 0,154$ ;  $LS = 21,53$ ;  $C = 0,1$

1 <sup>er</sup> Aguacero	$Q = 2,67009$ $q_p = 5,658$	$Y = 17,90$	$Y_{TOTAL} = 27,06[(Tm. Ha^{-1} \times (Septiembre-Octubre)^{-1})]$ [arrastres emitidos]
2 <sup>o</sup> Aguacero	$Q = 0,46121$ $q_p = 1,039$	$Y = 2,59$	$= 27,06 \times 489,50$ (Has) = 13245,87
3 <sup>er</sup> Aguacero	$Q = 1,10721$ $q_p = 2,277$	$Y = 6,57$	$[(Tmx (Sep-Oct)^{-1})]$

UNIDAD HIDROLOGICA II  $K = 0,154$ ;  $LS = 16,18$ ;  $C = 0,1$ .

1 <sup>er</sup> Aguacero	$Q = 2,66987$ $q_p = 96,728$	$Y = 65,94$	$Y_{TOTAL} = 100,08$ $[TmxHa^{-1} \times (Sep-Oct)^{-1}]$ [arrastres emitidos] S
2 <sup>o</sup> Aguacero	$Q = 0,461086$ $q_p = 16,338$	$Y = 9,11$	$= 100,08 \times 2692,50$ (Has) = 269465,40
3 <sup>er</sup> Aguacero	$Q = 1,10704$ $q_p = 41,369$	$Y = 25,03$	$[Tmx (Sep-Oct)^{-1}]$

Número de las Curvas de escorrentía para complejos hidrológicos de tierras: Para cuencas de condición II (\*).

$$e \text{ la} = 0,2 \text{ S}$$

$$C - I$$



Uso del suelo y cubierta	Tratamiento o método	Condición para la infiltración	Grupo hidroológico del suelo			
			A	B	C	D
Barbecho.....	SR	.....	77	86	91	94
Cultivos en hilera.....	SR	Mala.....	72	81	88	91
	SR	Buena.....	67	78	85	89
	C	Mala.....	70	79	84	88
	C	Buena.....	65	75	82	86
	C T	Mala.....	66	74	80	82
	C T	Buena.....	62	71	78	81
Gramíneas.....	SR	Mala.....	65	76	84	88
	SR	Buena.....	63	75	83	87
	C	Mala.....	63	64	82	85
	C	Buena.....	61	73	81	84
	C T	Mala.....	61	72	79	80
	C T	Buena.....	59	70	78	81
	SR	Mala.....	66	77	85	89
Legumbres tupidas* o rotación de pradera.....	SR	Buena.....	58	72	81	85
	C	Mala.....	64	75	83	85
	C	Buena.....	55	69	78	83
	C T	Mala.....	63	73	80	83
	C T	Buena.....	51	67	76	80
Pradera o pastizal.....	---	Mala.....	68	79	86	89
		Regular.....	49	69	79	84
		Buena.....	39	61	74	80
	C	Mala.....	47	67	81	88

Uso del suelo y cubierta	Tratamiento o método	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico del suelo			
			A	B	C	D
Pradera (permanente).....	C	Regular .....	25	59	75	83
Bosques (lotes de bosque) ....	C	Buena.....	16	35	70	79
	—	.....	30	58	71	78
	—	Mala.....	45	66	77	78
		Regular .....	36	60	73	79
		Buena.....	25	55	70	77
Cascos de los ranchos (alquerías)...	—	.....	59	74	82	86
Caminos fangosos .....	—	.....	72	82	87	89
Superficie dura .....	—	.....	74	84	90	92

\* Sembrados juntos o a boleao.

(\*) CONDICIÓN II: Estado de humedad del suelo previo a la lluvia en estudio y se ha considerado un estado del suelo medio para las avenidas anuales, es decir suelo con las condiciones medias existentes antes de que se produzca la máxima avenida anual.



En resumen los arrastres emitidos en las unidades hidrológicas I y II, como consecuencia de los tres aguaceros (Septiembre-Octubre), han sido:

Unidad Hidrológica I .....	13.245,80 Tm.
Unidad Hidrológica II .....	262.465,40 Tm.

APENDICE V

PLANOS

Institución Gran Duque de Alba



Institución Gran Duque de Alba

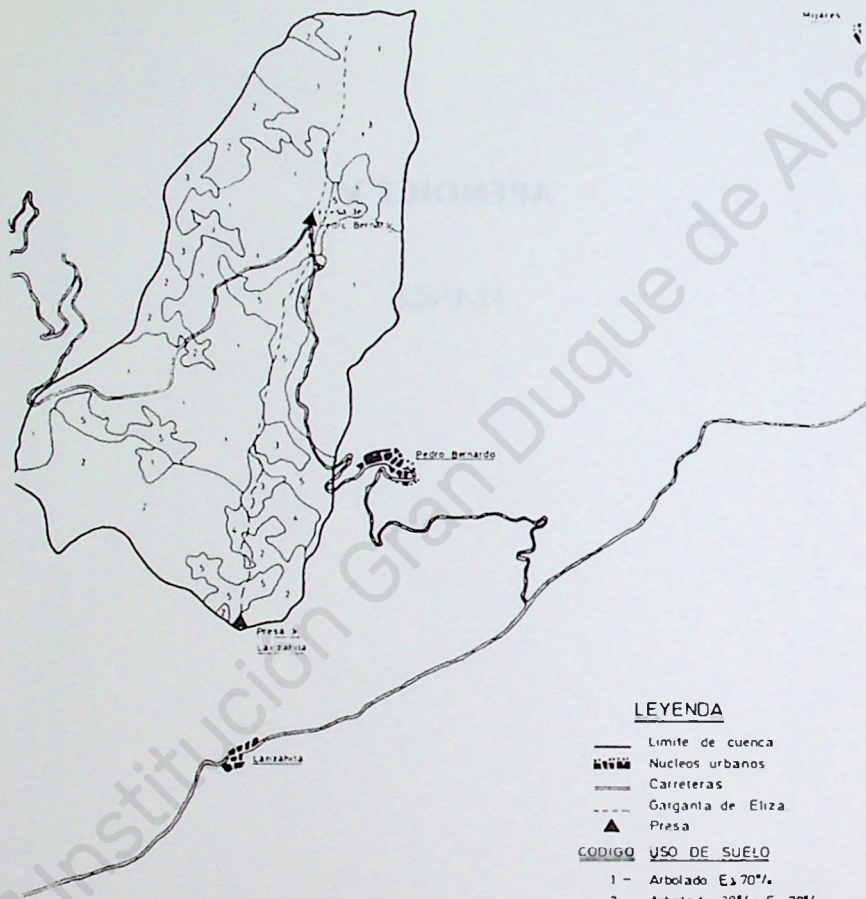


## APENDICE V

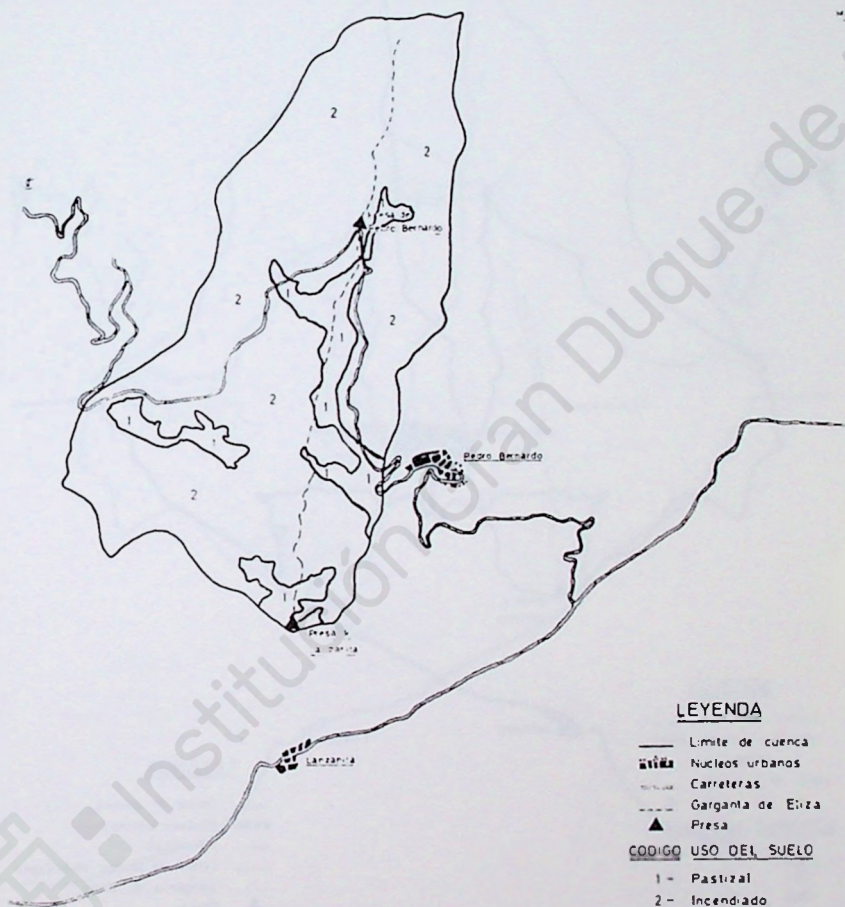
### PLANOS

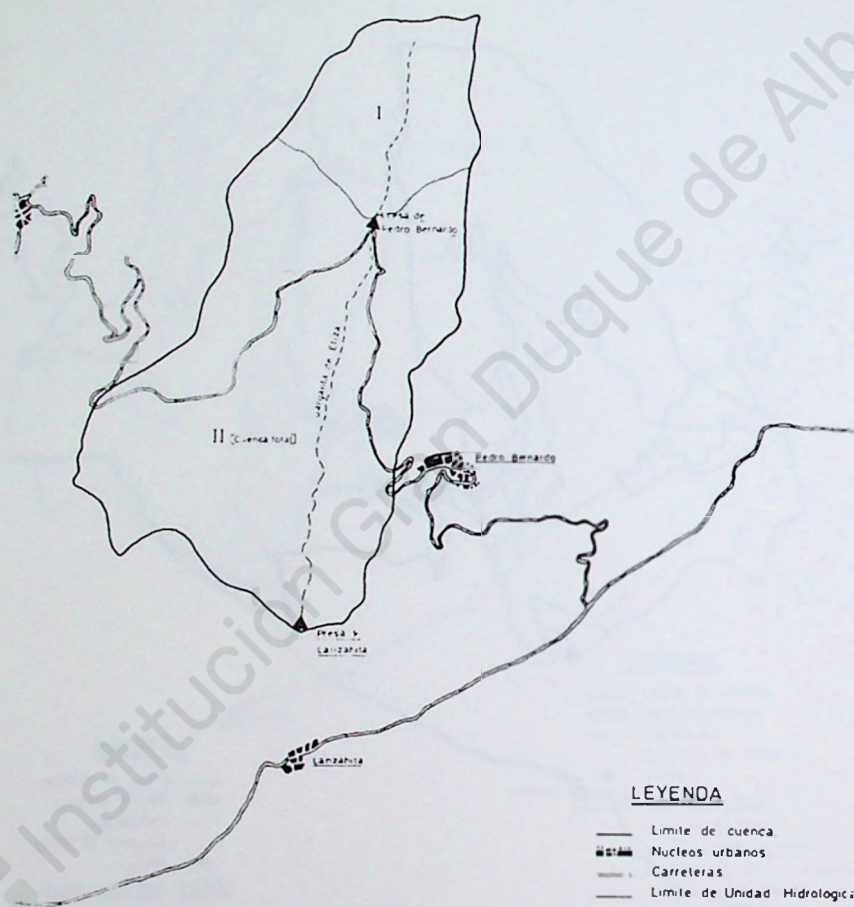


Institución Gran Duque de Alba





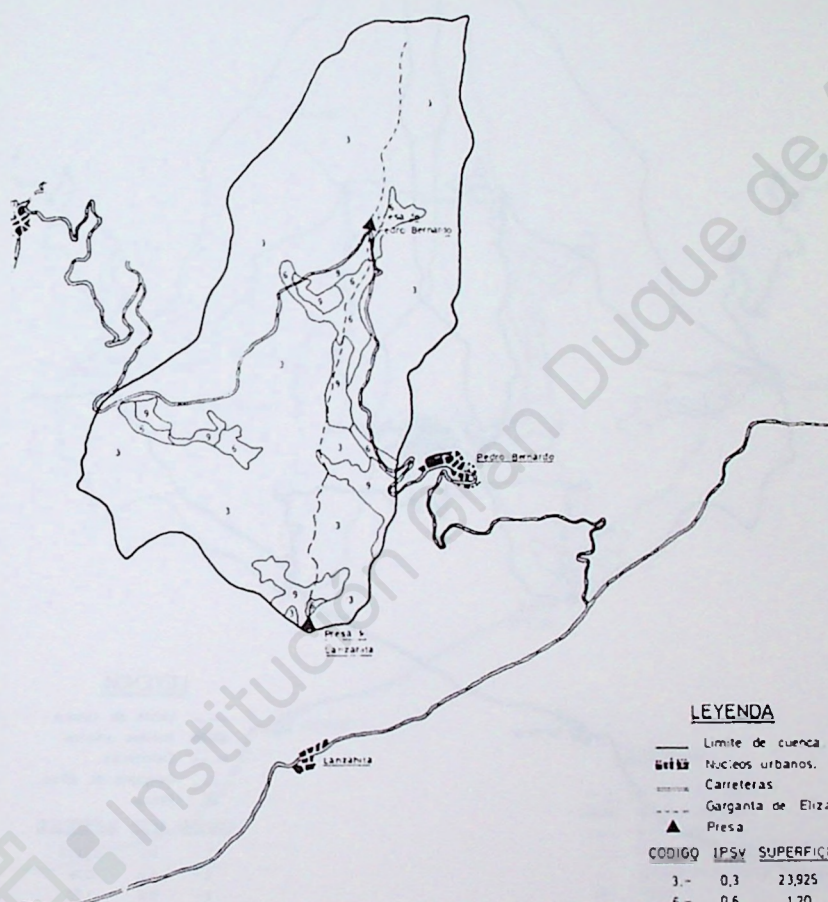




#### LEYENDA

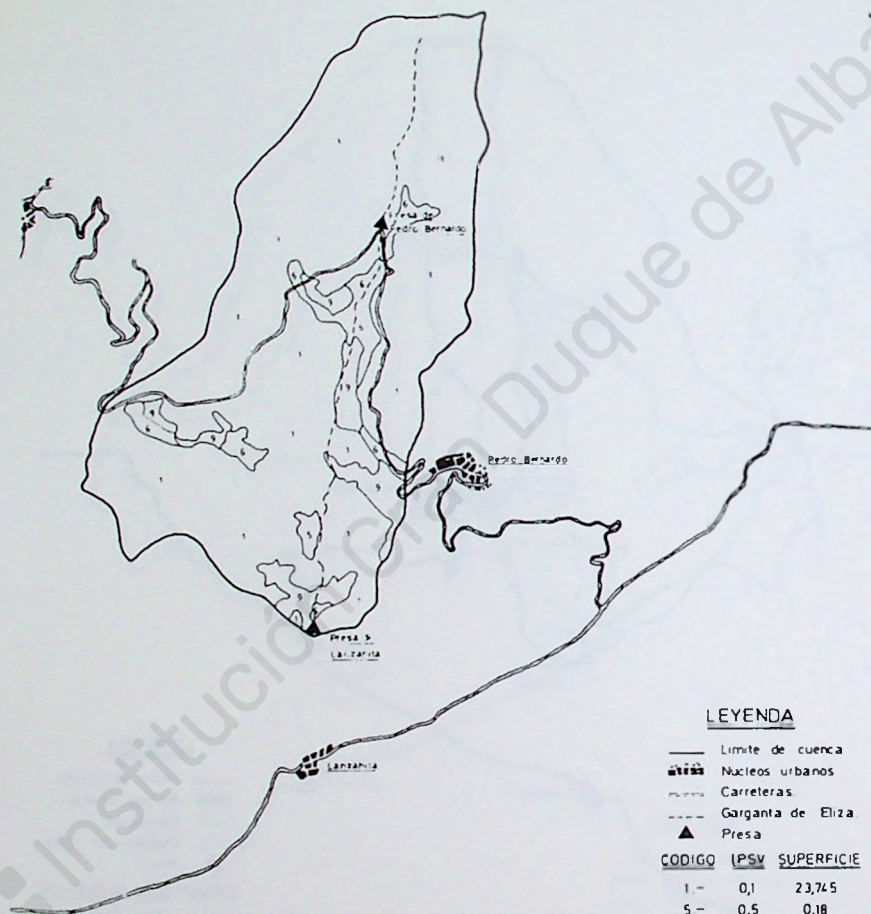
- Limite de cuenca
- Nucleos urbanos
- == Carreteras
- Limite de Unidad Hidrológica
- - - Garganta de Eliza
- ▲ Presa
- I y II Unidades Hidrológicas



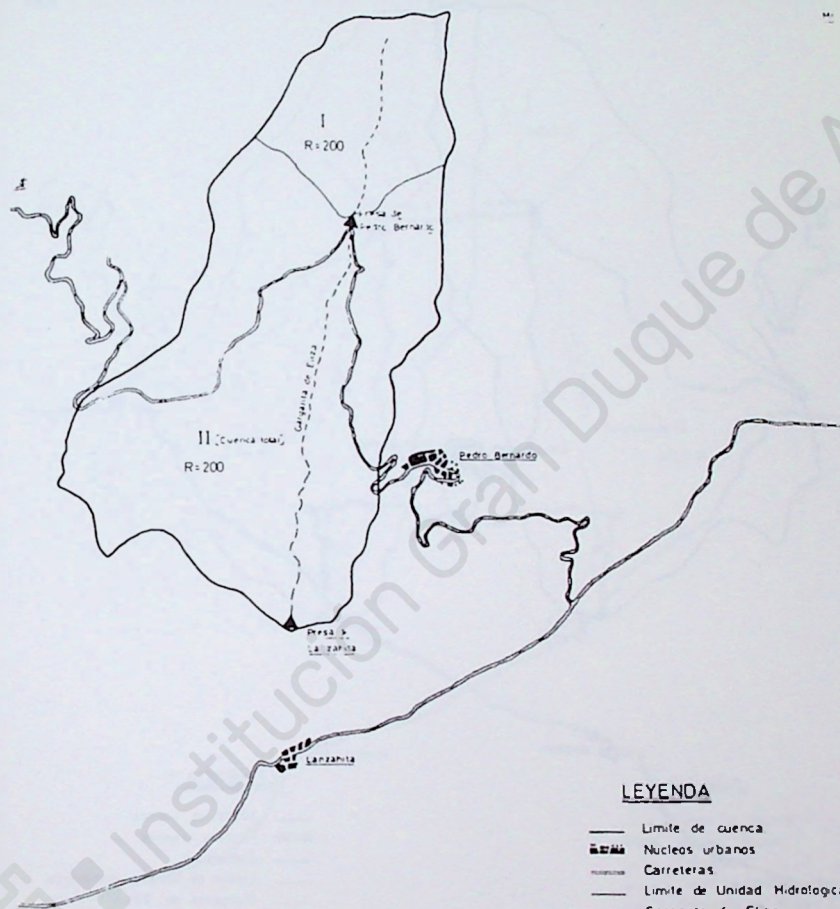


# **LEYENDA**

—	Limite de cuenca	
•••••	Nucleos urbanos.	
----	Carreteras	
----	Garganta de Eliza	
▲	Presa	
CODIGO	IPSY	SUPERFICIE
3.-	0,3	23,925
6.-	0,6	1,20
9.-	0,9	1,80

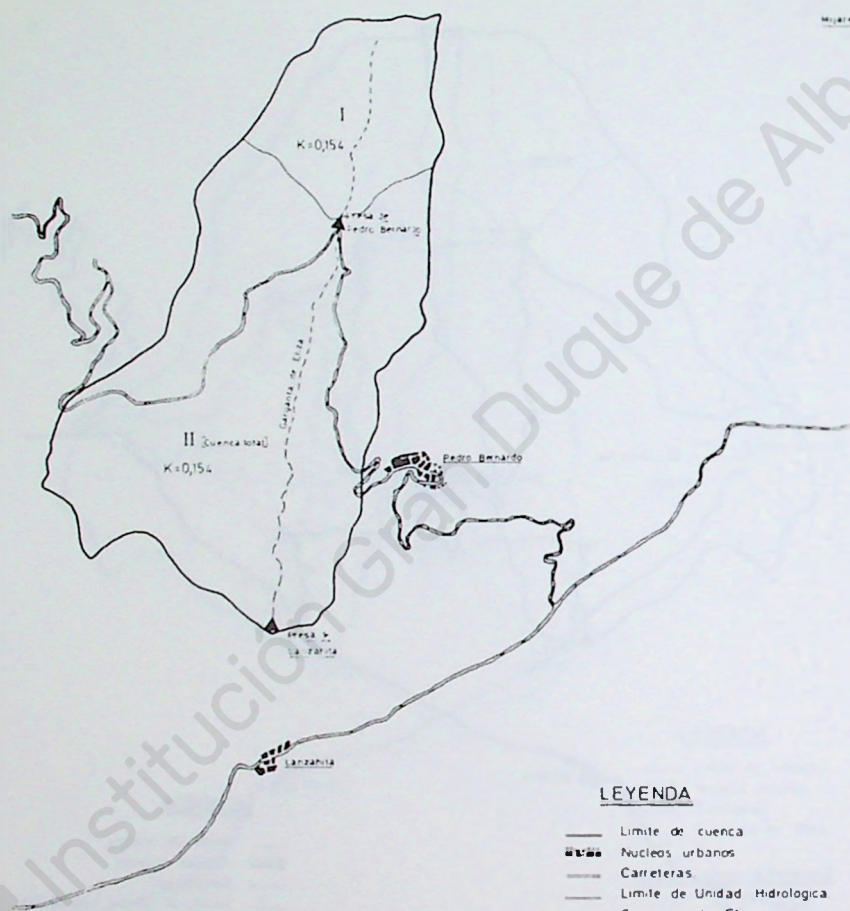






#### LEYENDA

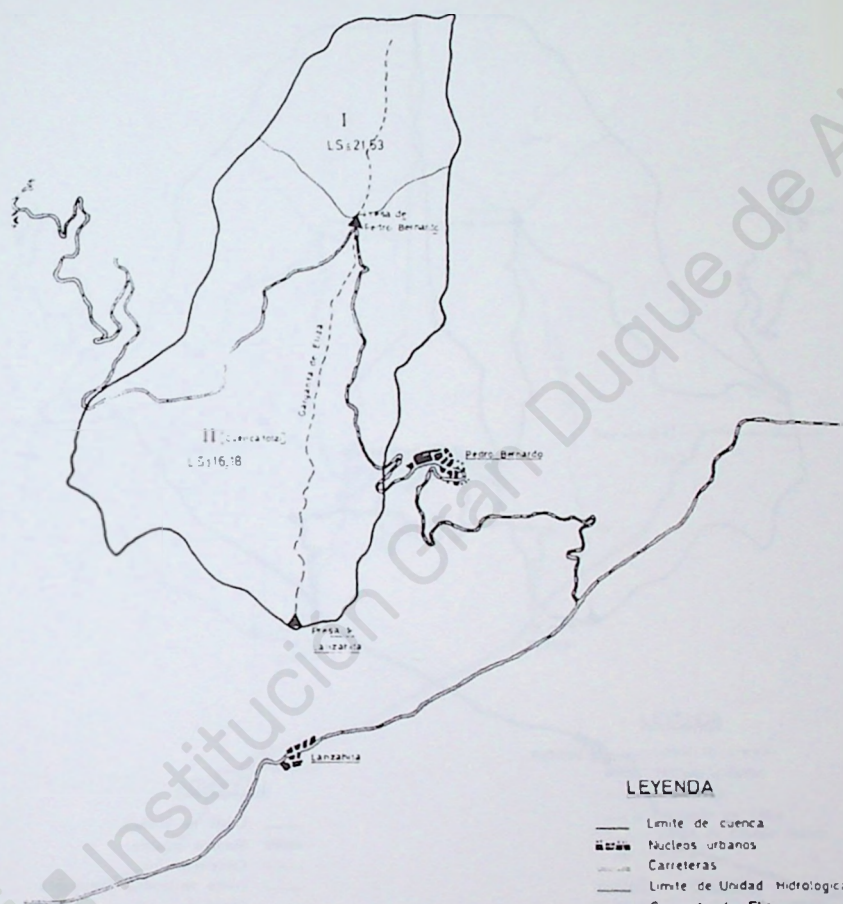
- Limite de cuenca
- Nucleos urbanos
- == Carreteras
- Limite de Unidad Hidrológica
- Garganta de Eliza
- ▲ Presa
- I y II Unidades Hidrológicas



#### LEYENDA

- Limite de cuenca
- Nucleos urbanos
- Carreteras
- Limite de Unidad Hidrologica
- Garganta de Eliza
- ▲ Presa
- I y II Unidades Hidrologicas.





#### LEYENDA

- Limite de cuenca
- Núcleos urbanos
- Carreteras
- Limite de Unidad Hidrológica
- - - Garganta de Eliza
- ▲ Presa
- I y II Unidades Hidrológicas







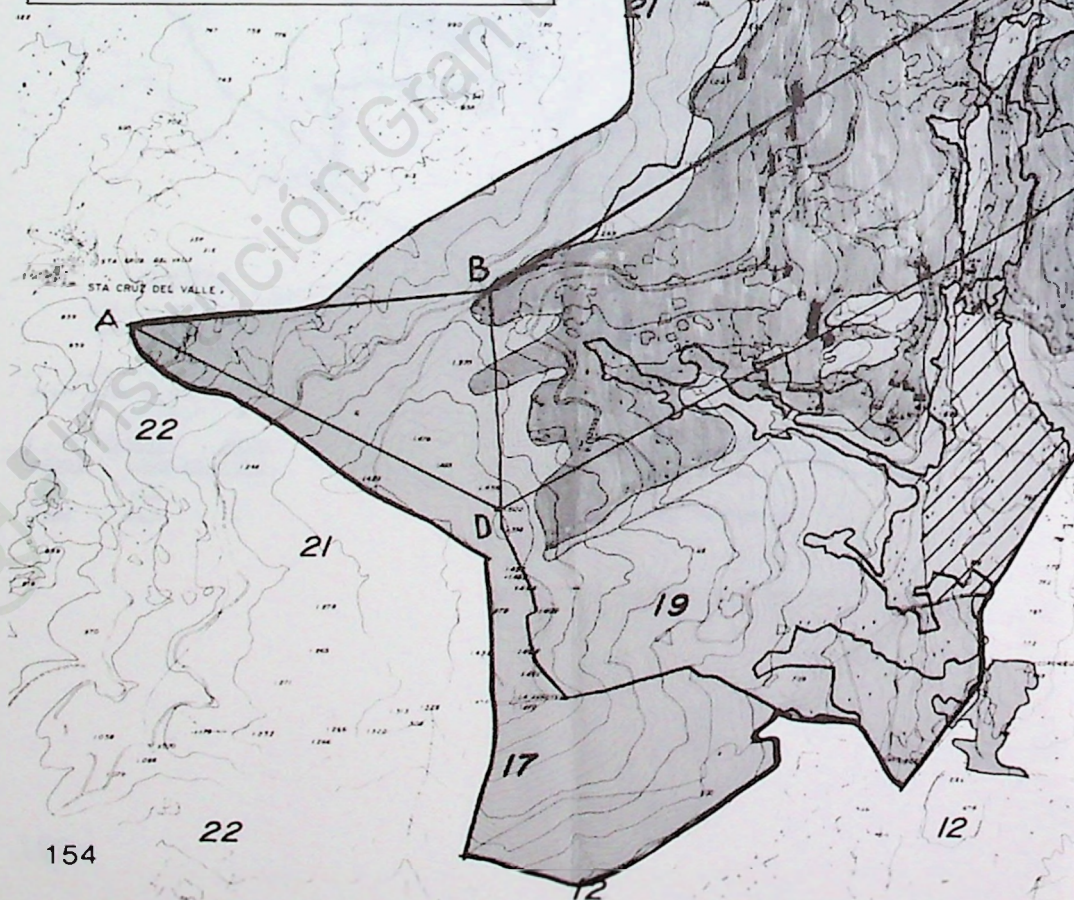
#### LEYENDA

- Limite de cuenca
- Nucleos urbanos
- Carreteras
- Garganta de Eliza
- Limite de Unidad Hidrol.
- ▲ Presa

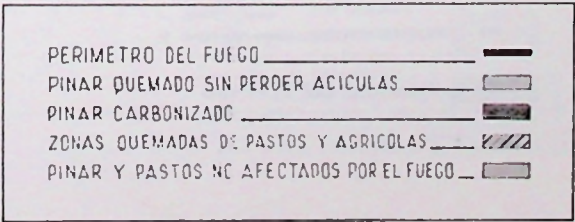
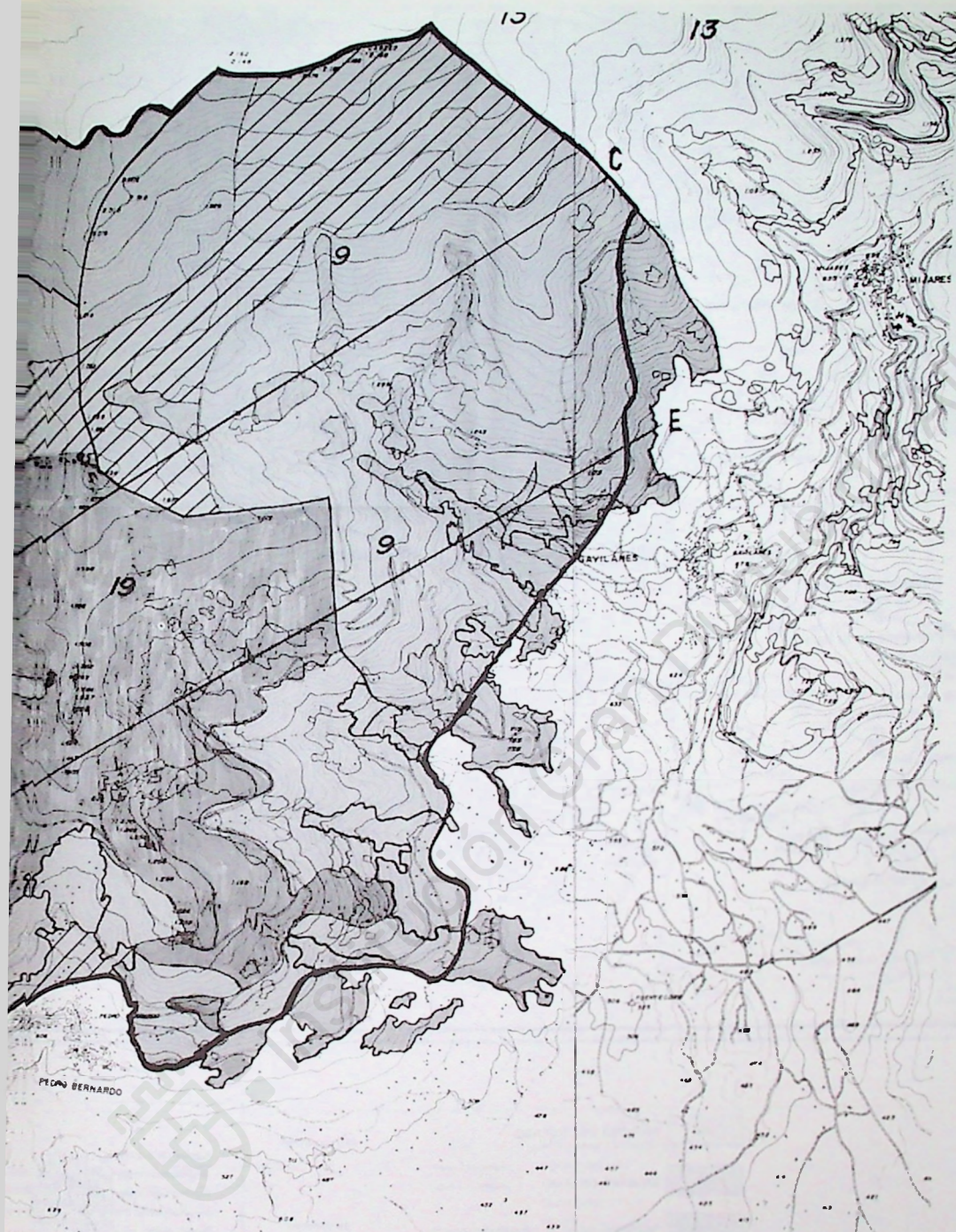
UNIDAD	PERIODOS	
HIDROLOGICA	SUELO	SUPERF.
I	66,31	489,5
II	49,83	2692,5



AVILA, SEPTIEMBRE 1986



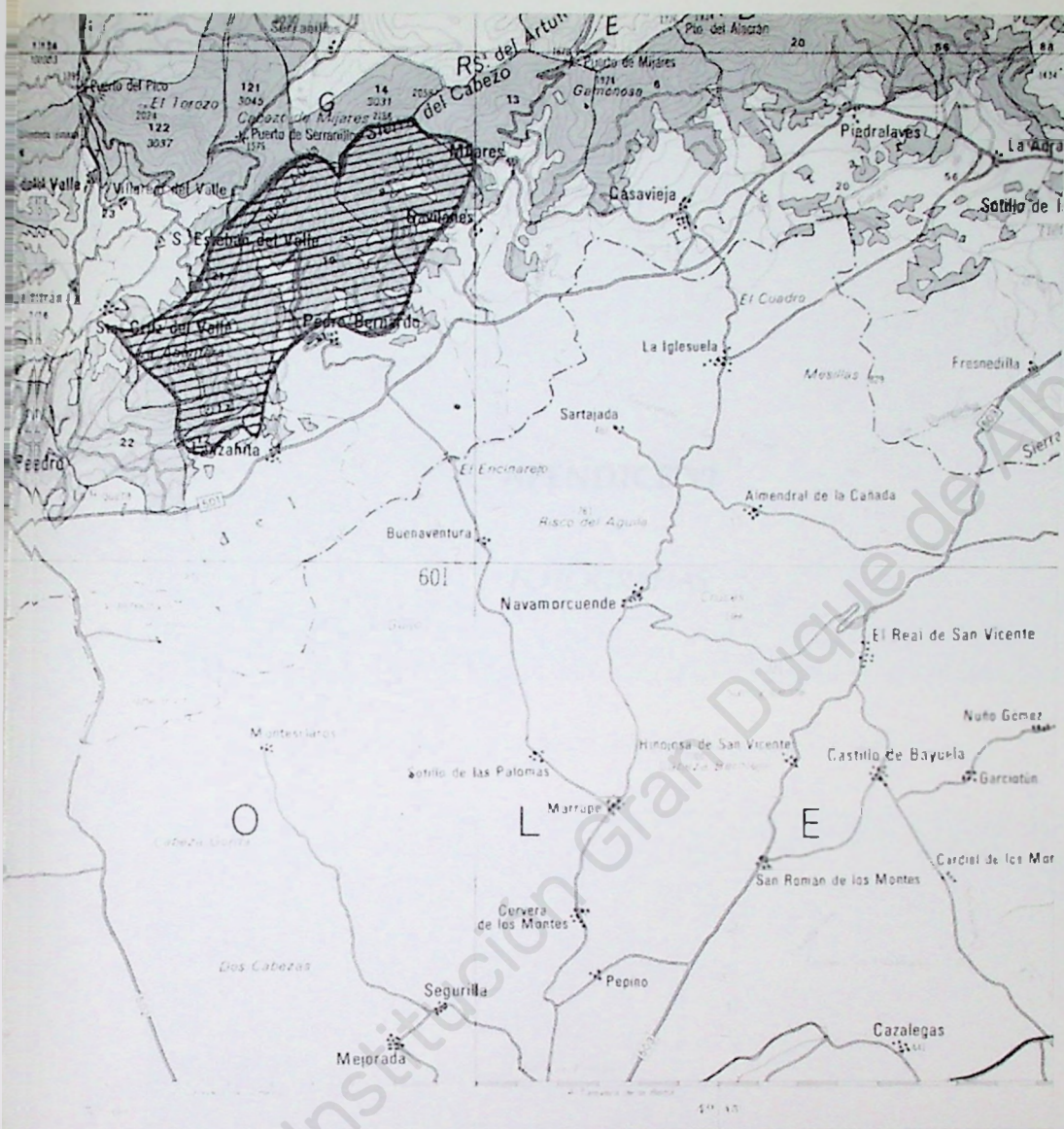












AVILA  
Candeleda  
Navatalgordo  
Navalonguilla

- Ferrocarriles**
- Via de doble ancho electrificado
  - Via única ancho estándar
- Carreteras**
- Autopista
  - Nacional
  - Comarcal
  - Local
  - Pista particular forestal

- Monasterio, convento, abadía
- Eremita, santuario
- Castillo
- Monumento
- Mural
- Ruinas
- Vista panorámica
- Parador, refugio
- Coto de caza
- Zonas forestales

 Institución Gran Duque de Alba



## APENDICE VI

### FOTOGRAFIAS



Institución Gran Duque de Alba







1.—Finca «Los Vallos» donde se inició el fuego.



2.—Ladera oeste de la Abantera por donde ascendió el fuego.





3.—Salto del fuego en la Garganta de la Eliza.



4.—Avance del fuego por las Copas.





5.—Cargue de resina y bidones que explotaron lanzados a 25 metros.



6.—Zona de pastos y repoblación entre 1.000 y 2.000 m.





7.—Zona de pinar carbonizado.



8.—Punto de agua donde se refugiaron 54 personas.





9.—Restos de la camisa del fallecido.



10.—Toma de agua de Pedro Bernardo rellena de arrastres.





11.—Presa de Lanza hita rellena de arrastres.



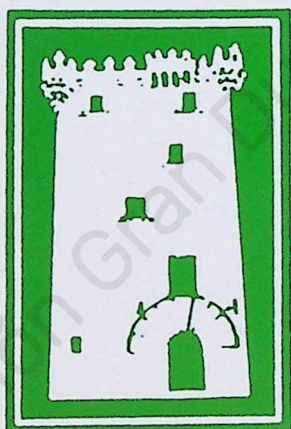


 Institución Gran Duque de Alba





 Institución Gran Duque de Alba



Inst. Gr  
630