

# ANEJOS

# ANEJO I

## ***INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA DE LOS CASOS ESTUDIADOS***

### ***1. MANN GULCH FIRE, 1949***

Según narra Rothermel (1993), era un día muy caluroso y ventoso. Las temperaturas ese día alcanzaron los 36°C en Helena. Las llamas comenzaron cerca de la cima de una cresta entre el barranco de Mann y el cañón de Meriwether. El barranco de Mann tiene forma de embudo, se estrecha en su parte inferior de drenaje. La vegetación en el lado norte del barranco estaba compuesta de *Pinus ponderosa* adulto de 60 a 100 años. El lado sur estaba cubierto por *Pseudotsuga Menziesii* de 15 a 50 años mezclado con pino y una superficie cubierta por *Juniperus communis* en gran mayoría. Un claro gradiente de humedad se refleja en la ladera este, donde tuvo lugar el suceso. Esto influye en la vegetación, que se concentraba en mayor densidad en las partes bajas. En el momento del incendio, las zonas más bajas tenían mucha mayor carga de combustible que las altas, donde los árboles daban paso a herbáceas dispersas (Rothermel, 1993). Se puede observar a continuación una imagen del lugar tomada días después del incendio:



*Ladera del Mann Gulch en la que perecieron los bomberos.*

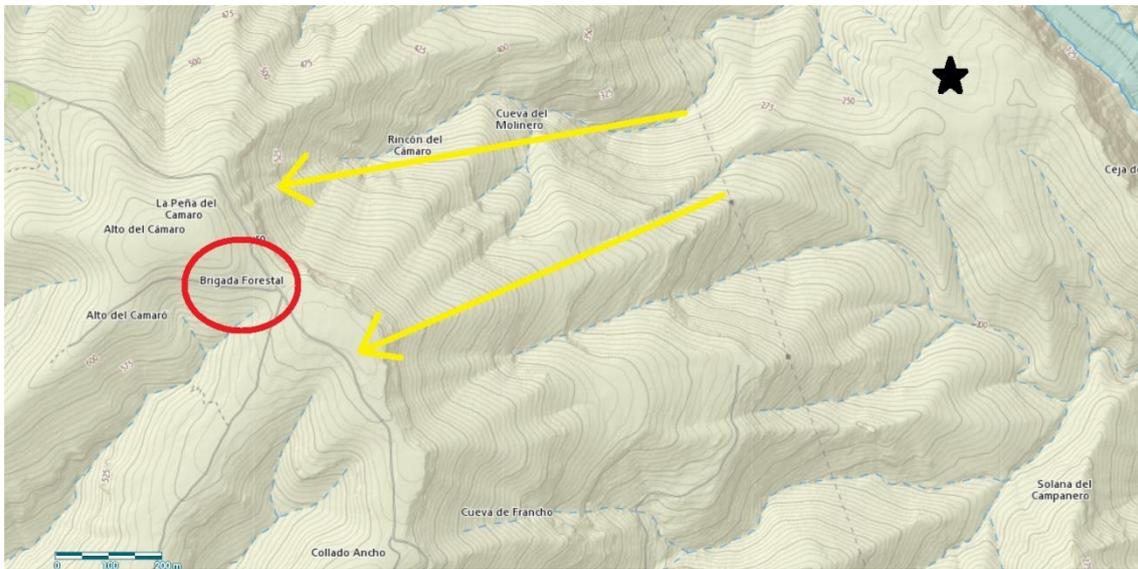
Por tanto se puede suponer que en la parte superior, donde tuvo lugar el suceso, existía un modelo 2 según la clasificación de Rothermel: *la propagación del incendio está gobernada por los*

*combustibles herbáceos finos. La propagación es rápida. El matorral o arbolado ocupa de uno a dos tercios del área. Las intensidades del fuego son mayores y pueden producirse pavesas. Carga de combustible de 1-2 tn/ha.*

Según aseguran algunos expertos, como Barrows (1980), corrientes descendentes de aire provinieron de una pequeña tormenta local, que extendió el incendio desde la cresta a la boca del cañón durante su fase inicial. Se pudo formar un gran torbellino de aire entre ambas crestas que pudo suponer el inicio del avance del fuego en dirección norte (Rothermel, 1993).

## **2. MILLARES, 1994**

En el siguiente mapa topográfico se puede apreciar el relieve del lugar:



*Mapa topográfico del lugar de los hechos. En rojo, la ubicación de la brigada. En amarillo, el área por la que ascendió el fuego. En negro, el punto aproximado donde se encontraba el fuego a la llegada de los brigadistas.*

El mapa se ha extraído del Instituto Cartográfico Valenciano. Realizando una serie de medidas macroscópicas, se han obtenido los siguientes datos:

- La cota del escenario de la tragedia es de 603 metros sobre el nivel del mar, mientras que la del punto donde se encontraba el fuego es de aproximadamente 230 metros sobre el nivel del mar.
- La distancia entre ambos puntos es en torno a 1300 metros.
- Calculando el cociente entre la distancia entre ambos puntos y la diferencia de cotas, se obtiene que la pendiente media de la ladera es de alrededor del 36%.

Cabe destacar que antes de llegar a la parte alta la ladera acaba en unas formaciones rocosas de corte prácticamente vertical (ver Figura 5), dando lugar a la depresión donde fallecieron los brigadistas. El fuego sobrepasó este considerable escollo con gran facilidad.

La masa forestal presente en el escenario se componía de coníferas (en mayor o menor densidad) y matorral en la parte superior. En la ribera del río Júcar, donde siempre hay agua, se puede ver una masa densa y verde. Más arriba, la masa boscosa disminuye y, en algunos sitios, no hay más que árboles solitarios y bosque de rebrotes. La montaña forma una ladera de pendiente prolongada y en su parte superior estaba despoblado de árboles (Pons, 2007).

Por tanto, se pueden suponer los siguientes modelos de combustible, según la clasificación de Rothermel:

- Modelo 7 en el fondo del valle: “matorrales de menos de dos metros, pinares con sotobosque de especies inflamables”.
- Modelo 4 en la ladera y la parte superior: “matorrales de unos dos metros de altura, repoblados o regenerados jóvenes densos”. Cabe apuntar que en la ladera quedaban algunos pinos diseminados que habían sobrevivido a incendios pasados (Pons, 2007).

En cuanto a los datos climáticos, hay reportes de que los días en que se sucedió el incendio las condiciones eran realmente desfavorables: temperaturas en muchos casos superiores a 40°C, vientos racheados e intensos procedentes del Sáhara y una humedad relativa muy baja (Antena 3, 1994). Sin embargo, no se han podido encontrar datos climáticos de estaciones cercanas a Millares medidos esos días. Se han consultado en la estación más cercana que los disponía, la de Xátiva. Se muestran a continuación:

RESUMEN DE VALORES PARA LA ESTACION: 8293X , PARA EL DIA 05-07-1994

|  |         |  |    |  |         |  |                      |
|---|---------|---|----|---|---------|---|----------------------|
| Temperatura Máxima:   | 35.8 °C | Presión Máxima :  | mb | Racha Máxima:   | 6.9 m/s | Horas de Sol :  |                      |
| Hora Temperatura Máxima:  | 13:50   | Hora Presion Máxima :   |    | Hora Racha Máxima:  | 12:30   | Precipitacion:  | 0.0 l/m <sup>2</sup> |
| Temperatura Mínima :  | 20.3 °C | Presion Mínima :  | mb | Direccion:  | 06      |   |                      |
| Hora Temperatura Mínima:  | 23:59   | Hora Presion Mínima :   |    | Velocidad Media:  | 2.2 m/s |   |                      |

*Mediciones de la estación meteorológica de Xátiva. Fecha: 05/07/1994.*

No se pueden trasladar estos datos a las condiciones en Millares, ya que ambos lugares se encuentran separados por más de 30 kilómetros en línea recta. Sin embargo, pueden servir de aproximación. El día anterior (4 de julio), cuando se inició el incendio, esta misma estación captó una máxima 42.7°C y rachas de viento de hasta casi 40 km/h. Son valores mucho más críticos que los del día de la tragedia. No se dispone de información acerca de la humedad relativa.

### 3. ALÁJAR, 1999

Para abordar el estudio del fenómeno, es necesario revisar cada uno de los factores que influyen en el proceso, tanto de manera física como química. Fco. Rodríguez analizó los tres factores más relevantes en estos casos: topografía, combustible vegetal y condiciones climáticas. Se muestra a continuación una imagen del lugar:



*Ortofoto del lugar del accidente, extraída de Google Earth. En amarillo, el punto donde comenzó el incendio. En rojo, la ubicación donde fueron hallados sin vida los cuatro bomberos.*

El fatídico suceso tuvo lugar en la ladera sur de una de las estribaciones de la Sierra de los Cuchareros. No cabe duda de que la topografía del lugar tuvo influencia directa en la rápida propagación del frente de fuego y en la creación de un ambiente climático inestable. La posición de la brigada en el momento del siniestro, en términos de relieve, era muy desfavorable. Se trata de un pequeño barranco que discurre en dirección S-N, con una ligera inclinación hacia el oeste. Al contrario de lo que cabe esperar, el fuego en primera instancia ascendió por los flancos del barranco, cuya pendiente es del 45.7% en el flanco izquierdo y del 46.03% en el derecho (Rodríguez, 1999). Cabe apuntar que no se realizaron medidas directas de la pendiente en el lugar del incidente, pero por su proximidad a las realizadas en el flanco derecho se puede deducir que se encontraba entre 40% y 50%.

En cuanto al combustible vegetal presente, Rodríguez y su equipo lo dividieron en dos zonas. Siguiendo las clasificaciones de Rothermel se puede describir las características florísticas del lugar:

- Al punto donde comenzaron las llamas se le puede asignar un Modelo 5: “*Matorral denso pero bajo, altura no superior a 0’6 metros. El incendio se propaga por los combustibles superficiales como matorral, pastos y otras herbáceas de sotobosque. Incendios poco intensos debido a cargas ligeras de combustible, que oscilan entre las 6 y 9 tn/ha*” (Rothermel, 1976).
- La ladera en la que tuvo lugar la tragedia está compuesta alternativamente por dos modelos. Por un lado, el Modelo 4: “*Matorral o arbolado joven muy denso de unos dos metros de altura. Continuidad vertical y horizontal del combustible. El incendio se propaga sobre las copas con grandes intensidades y alturas de llama. Carga estimada entre 24 y 36 Tn/ha*” (Rothermel, 1976). Por otro, el Modelo 7: “*Matorral inflamable de 0’6 a 2 metros de altura, que propaga el fuego bajo el arbolado. Puede ocurrir con combustibles con alto contenido en humedad debido a la inflamabilidad de estos. Carga aproximada entre 8-15 tn/ha*” (Rothermel, 1976).

Para el segundo caso, Rodríguez propone un nuevo modelo de combustible resultante de la combinación de ambos, y lo denomina Modelo Mr: “*Dada la distribución espacial mezclada de los modelos 4 y 7 anteriormente definidos, ha sido necesario conformar un modelo resultante, siendo éste nuevo, el responsable del comportamiento del fuego. La asignación de pesos ha sido de un 85% para el modelo 4 y un 15% para el 7. Carga estimada entre 20 y 28 Tn/ha*” (Rodríguez, 1999).

Finalmente, en cuanto a las condiciones climáticas, se muestra a continuación una tabla que recoge las variables más importantes medidas en la estación de Alájar en la hora de la tragedia. Éstos valores son aproximados, dado que han sido extraídos de gráficas y no de tablas con valores exactos:

*Valores más representativos medidos en la estación meteorológica de Alájar.*

| <b>Hora</b> | <b>Temperatura</b> | <b>Humedad relativa</b> | <b>Velocidad del viento</b> | <b>Dirección del viento</b> |
|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 14:00       | 34°C               | 25%                     | 5 km/h                      | Este                        |

Cabe apuntar que se muestra la velocidad media del viento (5 km/h), siendo la máxima de unos 14 km/h. La distribución topográfica de la zona facilita situaciones en las que capas de aire se estancan por fenómenos convectivos asociados a los calentamientos diferenciales de ladera. Se produce una estratificación de las masas de aire encerradas entre las laderas del valle, quedando una capa de mayor temperatura entre dos capas más frías. Tal situación define la existencia de una inversión térmica en el valle, ubicándose a unos 650 metros de altura (Rodríguez, 1999).

#### ***4. RIBA DE SAELICES, 2005***

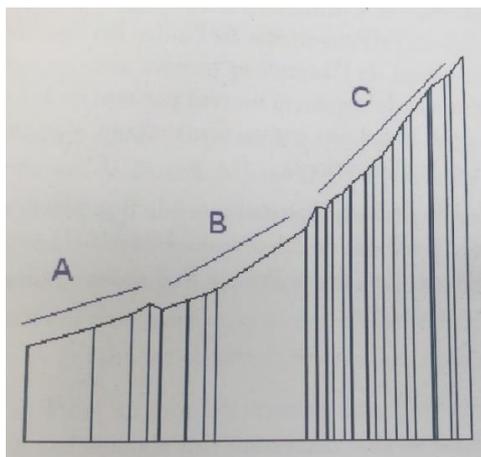
El fatídico suceso tuvo lugar en el denominado Rincón del Jaral, en el término municipal de Riba de Saelices y muy cerca del linde con Santa María del Espino. El lugar en el que perecieron es una vaguada situada entre dos pequeñas lomas (aparecen en la imagen como “El Rincón” y “Chorrera Alta”) y atravesada por una pista forestal. En sentido SE-NO, en la parte inferior, se encuentra el denominado barranco de “La Hoz” que desemboca en el Valle de los Milagros. Desde ese barranco provino el fuego que ascendió por la ladera, situada entre ambas lomas en dirección S-N, y que atrapó a los brigadistas. La fotografía que se adjunta a continuación se tomó desde un medio aéreo minutos antes del incidente, y muestra una perspectiva frontal del lugar de los hechos:



*Fotografía aérea del lugar de los hechos instantes antes de la tragedia. En rojo, el lugar donde fallecieron los brigadistas. En amarillo, el sentido de la deflagración que los atrapó.*

Las dos imágenes mostradas servirán de apoyo gráfico a la hora de entender la información que se va a exponer a continuación. Tanto los datos topográficos como del combustible vegetal presente se han extraído del libro “*L’explosió de la muntanya*”, de Vicent Pons i Grau. El autor es también el máximo responsable de la Oficina Técnica de Ingeniería Forense, y una de las eminencias nacionales en el peritaje de incendios. El libro se basa en el informe realizado por Pons y su equipo para la comisión de investigación que se creó tras el incendio y por el cual llegaron a declarar hasta en el Parlamento Europeo. Por tanto, se consideran de gran valor los datos y estudios expuestos en él.

A pesar de existir mapas de la zona el equipo realizó sus propias medidas topográficas. En cuanto a la pendiente que recorrió la deflagración, estos fueron los resultados:



*Representación de la pendiente de la ladera por la que ascendió la deflagración. Tres tramos claramente diferenciados (Pons, 2007).*

La distancia total, es decir, desde el fondo del pequeño barranco hasta el lugar donde murieron los brigadistas es de 960 metros, con una pendiente media del 15.5% y ocupando un área total de 2.1 hectáreas. En la siguiente tabla se exponen los datos por tramos:

*Longitud y pendiente media de cada uno de los tramos.*

| Tramo | Longitud | Pendiente media |
|-------|----------|-----------------|
| A     | 396 m    | 7 %             |
| B     | 221 m    | 19 %            |
| C     | 343 m    | 23 %            |

En cuanto al combustible vegetal presente, basándose en la clasificación de Rothermel y sus 13 modelos de combustibles, se puede dividir la ladera en dos partes claramente diferenciadas (ver Imagen 2):

- La primera abarca el primer tercio de la ladera y se le asigna un modelo 7: “*Matorral de especies muy inflamables; de 0.5 a 2 metros de altura, situado como sotobosque en masas de coníferas*” (Rothermel, 1972).
- La segunda abarca los dos tercios restantes y se le asigna un modelo 5: “*Matorral denso y verde de menos de 1 metro de altura. Propagación del fuego por la hojarasca y el pasto*” (Rothermel, 1972).

Ambos modelos cuentan con una gran superficie de exposición al fuego y por tanto con una alta velocidad de combustión, la cual se propagará por superficie en los dos casos.

Las especies presentes eran, principalmente, *Pinus pinaster* y altas densidades de *Cistus laurifolius* y *Cistus ladanifer*, además de *Erica arborea* y *Calluna vulgaris* en menor proporción. Se debe considerar que el estado de la masa vegetal era de bajo contenido en humedad, ya que en 2005 las lluvias de primavera habían sido más bien escasas, al igual que en los primeros meses de verano.

Para conocer las condiciones climáticas, Vicent Pons y su equipo solicitaron al Instituto Nacional de Meteorología los datos de las dos estaciones de medición más próximas: la estación

de Prados Redondos y la de Jadraque. Se pueden consultar en uno de los anejos del libro, pero está prohibida su reproducción. En referencia al momento de la deflagración (que tuvo lugar alrededor de las 17:15 horas), las variables medidas fueron las siguientes:

*Variables más representativas medidas por las estaciones meteorológicas próximas en el momento del incidente.*

| <b>Estación</b>             | <b>Prados Redondos</b> | <b>Jadraque</b>        |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>Humedad relativa</b>     | 12.56 %                | 19.35 %                |
| <b>Radiación solar</b>      | 307.4 W/m <sup>2</sup> | 449.6 W/m <sup>2</sup> |
| <b>Temperatura</b>          | 29.06° C               | 29.87° C               |
| <b>Velocidad del viento</b> | 20.67 km/h             | 8.70 km/h              |
| <b>Dirección del viento</b> | 239.3°                 | 230.9°                 |

Se puede observar que los niveles de humedad en la zona eran realmente bajos, por encima de ese 25% crítico que marcan algunos expertos en incendios. Era un día completamente soleado, con apenas algunos cirros en el cielo, y la temperatura en ese momento no alcanzaba los 30° C. Estudiando las gráficas de viento adjuntas en el libro queda claro que en ningún momento se detectaron fuertes vientos localizados o cambios bruscos en la dirección, aunque muchas veces los vientos de convección que se crean en el propio incendio no pueden ser detectados por las estaciones situadas a varios kilómetros de él.

En resumen, los datos climáticos aportados se pueden considerar óptimos para un desarrollo peligroso de las llamas, pero quedan lejos de los valores más críticos que podían llegar a alcanzar. De hecho, el día anterior (sábado 16), las mediciones tomadas a la misma hora (17:00) eran más desfavorables: 33.4°C de temperatura y una humedad relativa que apenas llegaba al 10%. Por tanto, los brigadistas que allí se encontraban no se encontraban bajo la peor situación climática posible, ni mucho menos.

## **5. KORNAT, 2007**

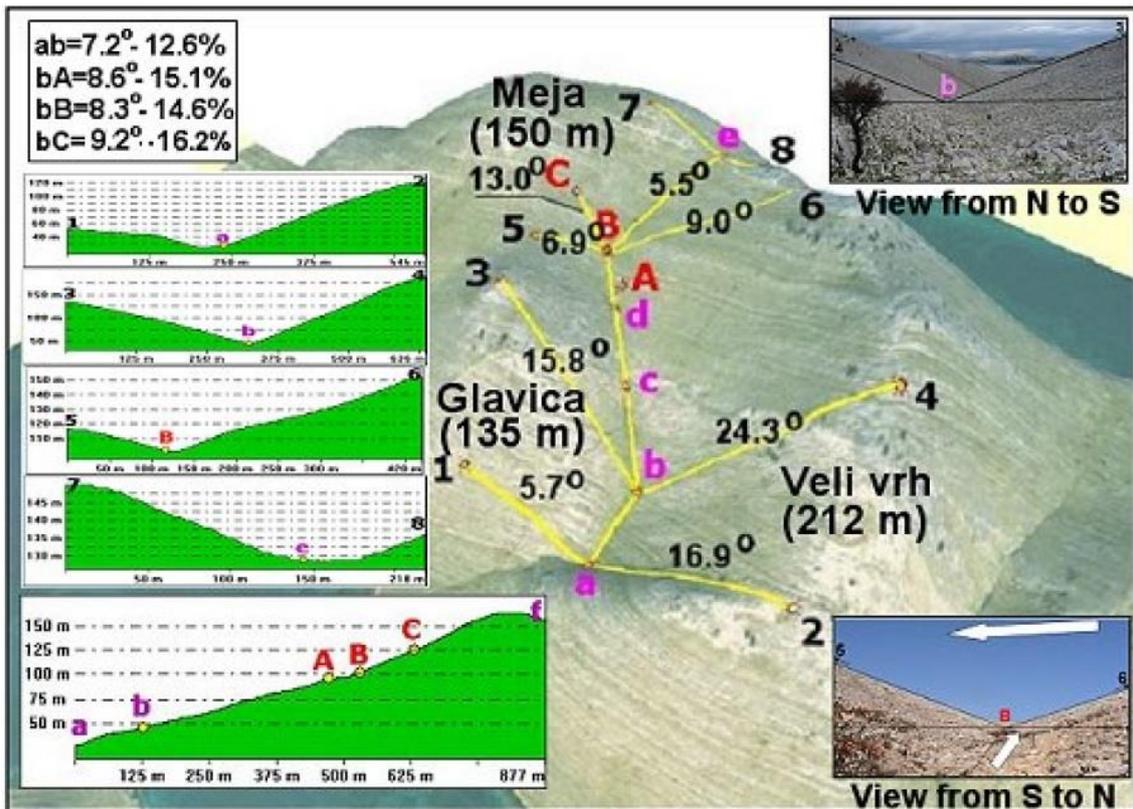
El lugar de los hechos es un barranco que discurre en dirección SO-NE desde prácticamente primera línea de costa. A mitad, se curva ligeramente hacia el oeste hasta coronar la parte más alta. El denominado “barranco de Sijnate” desemboca en una bahía con idéntico nombre y tiene una longitud aproximada de 900 metros. Este escenario se puede observar en la siguiente imagen:



*Barranco en el que tuvo lugar el incidente.*

Un mes después de la tragedia, un grupo de seis investigadores independientes decidieron realizar un estudio acerca del suceso y el escenario en el que tuvo lugar. El equipo estaba formado por D. Stipanicev y Lj. Bodrozic (facultad de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica y Arquitectura Naval, universidad de Split), Z. Spanjol y R. Rosavec (facultad de Ciencias Forestales, universidad de Zagreb) y M. Vucetic y V. Vucetic (Servicio Meteorológico e Hidrológico de Croacia, en Zagreb). La información que recabaron es extensa y se centró en aspectos topográficos, de combustible vegetal y meteorológicos. Se publica tanto la memoria como los anejos en el portal ResearchGate, y esta información servirá como fuente principal en los próximos subapartados.

En cuanto a la topografía, Stipanicev y su equipo realizaron un completo análisis topográfico del barranco de Sipnate. La siguiente figura, a modo de representación sobre una ortofoto, muestra las características del relieve más significativas:



Parámetros topográficos más importantes del barranco de Sipnate (Stipanicev, 2008).

Como se ha mencionado, existe un primer tramo SO-NE y un segundo con orientación S-N y una longitud aproximada de 350 metros. El barranco está cerrado por tres elevaciones: al este el monte Veli (212 metros), al norte el monte Meja (150 metros) y al oeste el monte Glavica (135 metros), donde aterrizaron los 13 bomberos. El fondo del barranco tiene una pendiente media del 16% y la máxima pendiente de sus flancos es del 29% en la ladera del Glavica y 45% en la del monte Veli. El área aproximada que ardió en el barranco fue de unas 10 hectáreas (Stipanicev, 2008).

En cuanto al combustible, como se puede ver en las imágenes adjuntas, la vegetación del lugar es realmente pobre. Se trata de un terreno muy rocoso cubierto por especies herbáceas y arbustivas de muy bajo porte con alguna leñosa muy dispersa. Las especies dominantes son principalmente estas herbáceas (*Stipa bromoides* y *Stipa pennata*) y algunas plantas aromáticas como *Xeranthemum annuum* o *Salvia officinalis*. Las pocas leñosas presentes son por lo general *Quercus ilex* que no superan los cuatro metros de altura (Skracic, 2003).

La asociación de vegetación presente es *Stipo-salvietum officinalis* var. *Brachypodium ramosum*. La cobertura vegetal está entre el 45% y el 55% de la superficie total. La carga de combustible se sitúa entre los 0.56 kg/m<sup>2</sup> y los 0.83 kg/m<sup>2</sup> con un poder calorífico medio de 18.000 kJ/kg. Se recogieron diversas muestras de vegetación que no habían ardiado durante la deflagración y tras su análisis en laboratorio se estimó que el tiempo de combustión total era de unos 12 segundos y su contenido en humedad no superaba el 14% (Stipanicev, 2008).

Teniendo estas características en cuenta se puede asignar al barranco de Sipnate, según la clasificación de Rothermel, un modelo 1: “la propagación del incendio está gobernada por los combustibles herbáceos finos (secos o casi secos). La propagación es rápida. El matorral o arbolado ocupa menos de un tercio del área” (Rothermel, 1972).

Los datos que se exponen en este subapartado corresponden a la estación meteorológica de “Vela Sestrica”, situada en una isla a unos 5 kilómetros del barranco de Sipnate, y a la del aeropuerto de Zadar que se encuentra más alejada del lugar de los hechos. Stipanicev y su equipo también realizaron simulaciones de las corrientes de aire por medio de ALADIN, modelo numérico de predicción meteorológica para un área limitada.

Las variables climáticas más representativas de cada estación, con fecha del 30 de agosto de 2007 y publicadas en el citado informe, se muestran en las siguientes tablas:

*Datos registrados en la estación de Vela Sestrica en el intervalo horario de la tragedia. No se disponen de información sobre humedad relativa.*

| <b>Hora</b> | <b>Temperatura</b> | <b>Humedad relativa</b> | <b>Velocidad del viento</b> | <b>Dirección del viento</b> |
|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 14:00       | 27.4° C            | -                       | 20-28 km/h*                 | SE                          |
| 16:00       | 27.2° C            | -                       | 20-28 km/h*                 | SSE                         |

\*En los datos pertenecientes a esta estación, la velocidad del viento se expresa con un valor de “4” en la escala de Beaufort. A este valor le corresponde un rango de entre 20 y 28 km/h.

*Datos registrados en la estación de Zodar a mediodía. No se dispone de información sobre la dirección del viento.*

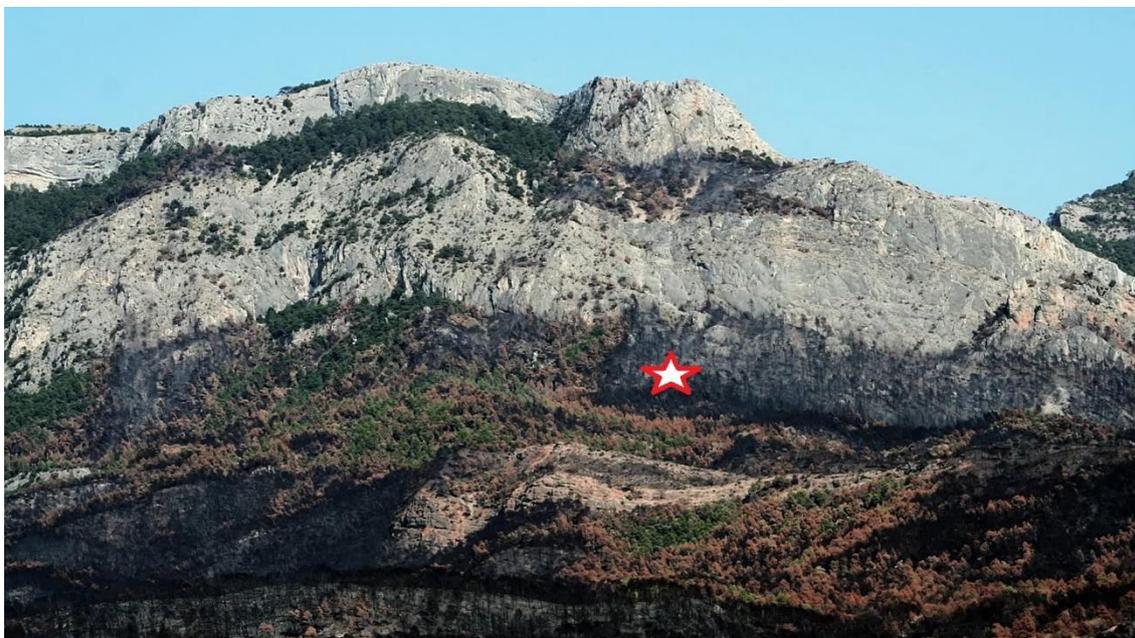
| <b>Hora</b> | <b>Temperatura</b> | <b>Humedad relativa</b> | <b>Velocidad del viento</b> | <b>Dirección del viento</b> |
|-------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 12:00       | 28.3° C            | 61%                     | 21.6 km/h                   | -                           |

Se puede considerar que los valores de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento no son excepcionales. Muestran unas condiciones que pueden facilitar un rápido avance de las llamas pero que en teoría no deben calificarse como “críticas”. Sin embargo, hay un factor clave que puede influir más que los tres citados: la dirección del viento. Según los datos de la estación de Vela Sestrica, en los momentos cercanos a la tragedia el viento tenía una dirección SSE que coincide con la orientación del barranco de Sipnate. Quizás este factor influyese más en lo sucedido que el resto. Además, cabe destacar que en dicha estación se registró también la “abundancia de nubosidad” con un valor de 7 sobre 10, siendo 0 un cielo completamente despejado y 10 uno completamente cubierto de nubes.

Las simulaciones del modelo MM5 de la estructura vertical de la atmósfera mostraron que las condiciones de las capas inferiores de la troposfera eran favorables para una rápida propagación del fuego. La estratificación de estas capas permitió que se produjeran corrientes ascendentes de aire. De repente, se observa cómo las velocidades del viento en los primeros 200 metros de altura se aceleran hasta los 14 m/s. Este hecho provocó una corriente en chorro de bajo nivel con una cizalladura vertical del viento muy pronunciada. Altos valores de energía cinética denotan fuertes turbulencias en este estrato. Posteriormente, y según la simulación, se formó encima de esta capa (primeros 200 metros sobre el nivel del mar) otra de inversión térmica cuyo grosor aproximado era de 300 metros. Esto provocó que cesara el movimiento de corrientes ascendentes en la capa inferior y por tanto las velocidades del viento en la zona de inversión se redujeron, cambiando su dirección a S (Stipanicev, 2008).

## 6. HORTA DE SANT JOAN, 2009

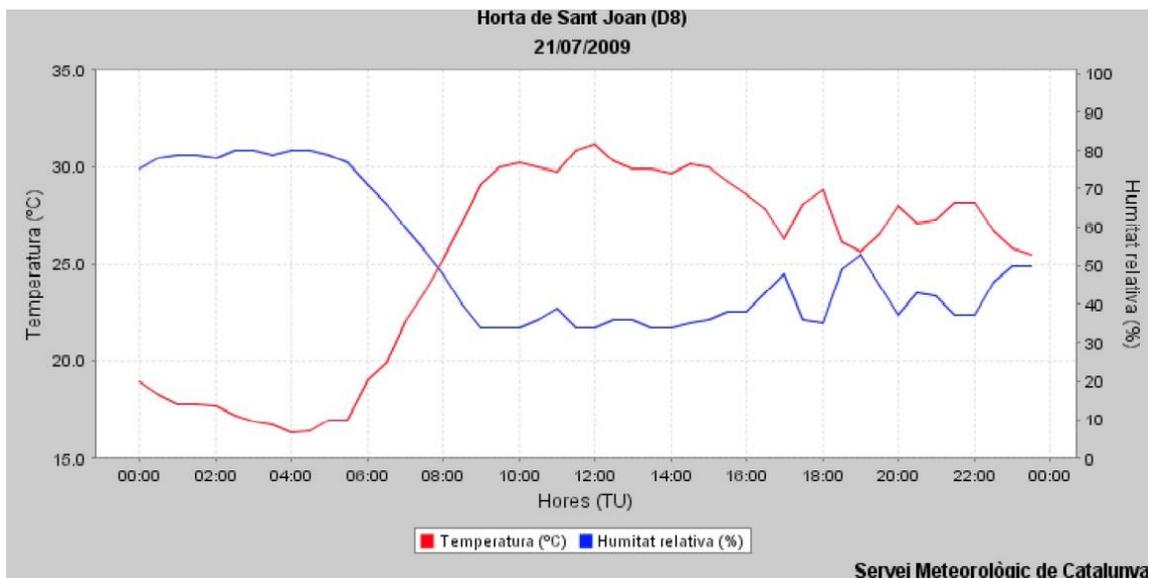
El lugar en el que perecieron los cinco bomberos de GRAF Lleida se ubicaba en una pronunciada ladera (con pendientes superiores al 50%) que daba lugar a una gran pared de roca antes de coronar la cima de la montaña. Se puede observar en la siguiente imagen:



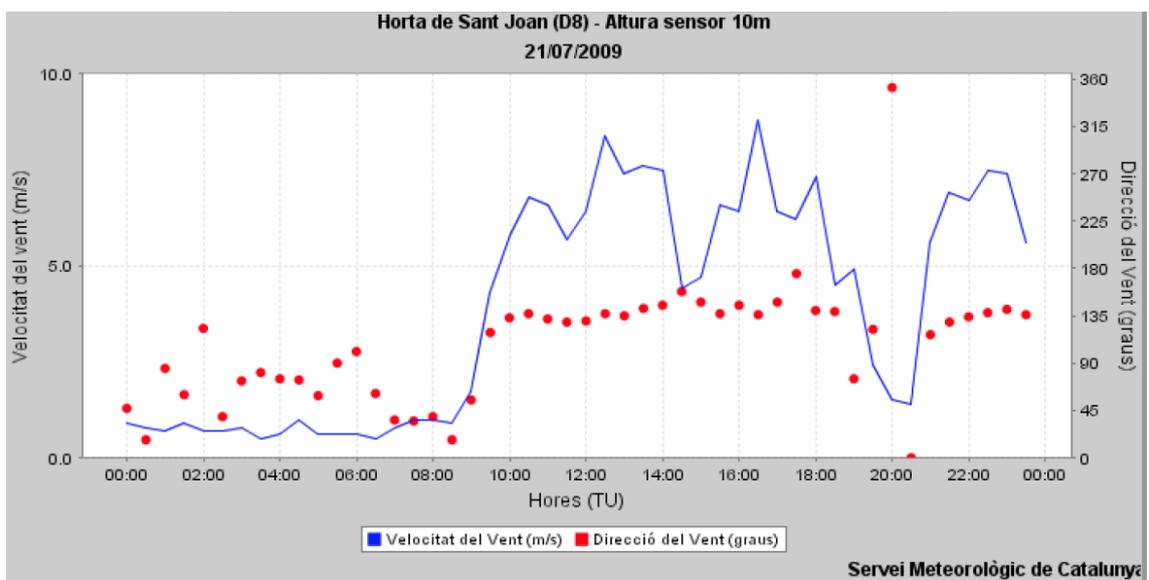
*Lugar del atrapamiento, con la ubicación exacta marcada.*

La vegetación del perímetro se puede dividir en dos zonas. La primera, donde se inició el foco secundario, era una masa mixta de *Pinus halepensis*, *Pinus nigra*, *Quercus ilex* y *Quercus faginea*. Las alturas predominantes corresponden a los pinos, en cambio, la densidad arbustiva del estrato dominado está protagonizada por encinas y robles. Se trata de un modelo de combustible 4, según la clasificación de Rothermel. Existía un denso estrato arbustivo que hacía la zona impenetrable. (Lo Forestalillo, 2010).

En cuanto a las variables climáticas, se adjuntan los datos del Servei Meteorològic de Catalunya recogidos el día del suceso:



Gráfica de temperatura y humedad relativa para el día 21.



Gráfica de velocidad y dirección del viento para el día 21.

A la hora del incidente, entorno a las 15:20 horas, se pueden recoger los siguientes datos aproximados: temperatura de 29°C, humedad relativa que rondaba el 40% y un viento racheado superior a los 20 km/h. Estas condiciones climáticas se pueden considerar óptimas para la extinción, por tanto, no pueden relacionarse directamente con el fenómeno.

## 7. TORREMANZANAS, 2012

El lugar de los hechos es una ladera de pendiente pronunciada y altas cargas de combustible. La longitud total es de aproximadamente un kilómetro, y termina coronando una montaña de unos 1090 metros de altitud. Se puede apreciar en la siguiente ortofoto, que se ha tomado del histórico de Google Earth, a fecha de junio de 2012 (dos meses antes del incendio):



*Ortofoto de la ladera en la que ocurrieron los hechos. En rojo, la ubicación donde fueron encontradas las dos víctimas.*

Tomando la totalidad de la ladera y la diferencia de cotas, se puede decir que la pendiente media es del 22% aproximadamente. Sin embargo, hay que matizar que cuando comenzó la deflagración el fuego ya había ascendido un pequeño tramo. Según diversas fuentes, el frente se encontraba a unos 400 metros de los bomberos en el momento de su llegada. Teniendo en cuenta el punto donde fueron alcanzadas las víctimas, la pendiente media de este tramo es del 40%. Según diversos expertos que han visitado el lugar, hay partes de este recorrido con inclinaciones cercanas al 100%.

Otro aspecto a tener en cuenta es la orientación de esta ladera, que se corresponde por completo a la parte de la solana, directamente enfocada al sur. Esto provoca que la vegetación existente tenga bajos contenidos de humedad al recibir los máximos de radiación solar.

En cuanto a la vegetación presente, existía un matorral denso bajo arbolado (*Pinus halepensis*), con una continuidad de combustible tanto horizontal como vertical. Al lugar se le puede asignar una combinación de los dos siguientes modelos de combustible, según la clasificación de Rothermel:

Modelo 4 → “Matorrales de unos 2 metros de altura, repoblados o regenerados jóvenes densos. Propagación del fuego por las copas del matorral, que forma un estrato continuo. Carga de combustible entre 25 y 35 t/ha” (Rothermel, 1976).

Modelo 7 → “Bosque de coníferas con sotobosque compuesto por matorral menor a 2 metros de altura. Propagación por matorral, aunque puede pasar a las copas de los árboles. Cargas entre 10 y 15 t/ha” (Rothermel, 1976).

Las previsiones meteorológicas que se manejaban para ese día, en ese lugar concreto del incidente y en el intervalo horario del momento de la deflagración, se adjuntan en la siguiente tabla:

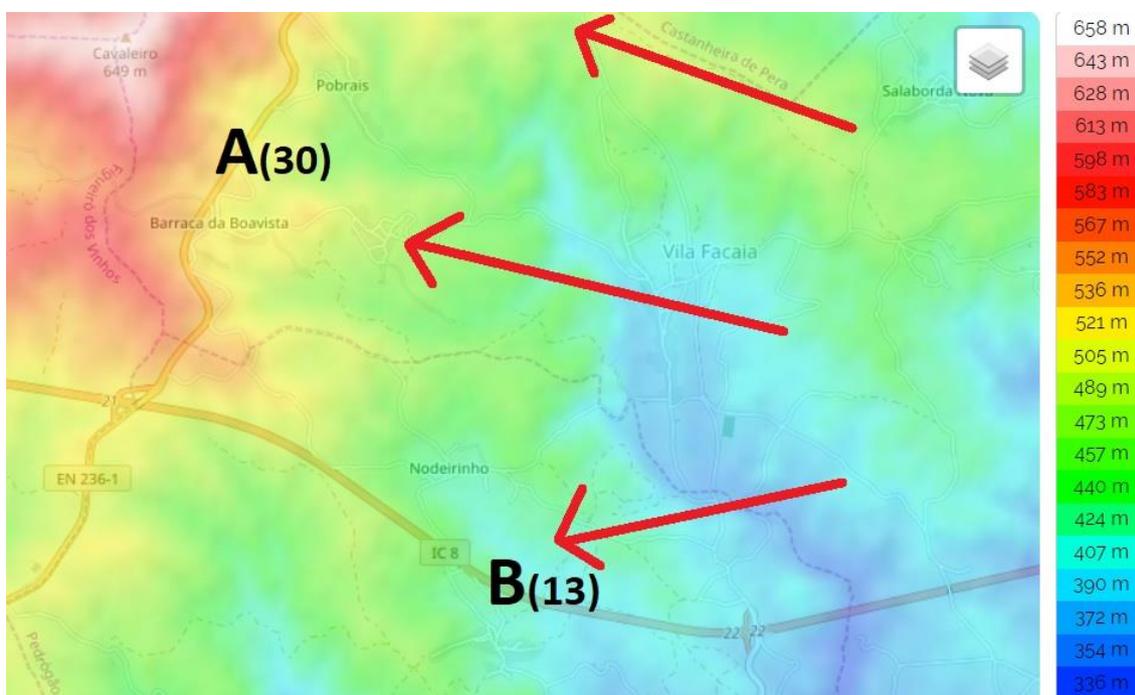
Tabla 1. Datos de la previsión meteorológica para el lugar del incidente en el momento en que se produjo.

| Hora        | Temperatura | Humedad relativa | Velocidad del viento | Dirección del viento |
|-------------|-------------|------------------|----------------------|----------------------|
| 16:00/17:00 | 32°C        | 20%              | 25 km/h              | N                    |

Los valores adjuntados muestran una situación adversa para el control o extinción de un incendio forestal. El viento moderado empujaba el fuego en dirección a la ladera, y las condiciones de temperatura, humedad relativa y radiación solar (primera hora de la tarde con el cielo despejado, orientación sur) provocaron que el combustible vegetal presentase bajos contenidos de humedad. Si a esto se le suma que los meses anteriores fueron muy secos y calurosos, se puede presuponer que la vegetación presente estaba muy seca y por tanto era susceptible de arder con altas velocidades de propagación.

## 8. PEDRÓGÃO GRANDE, 2017

Se va a profundizar principalmente en analizar el fenómeno deflagrante y el área que abarcó. En la siguiente imagen se muestra la topografía del lugar:



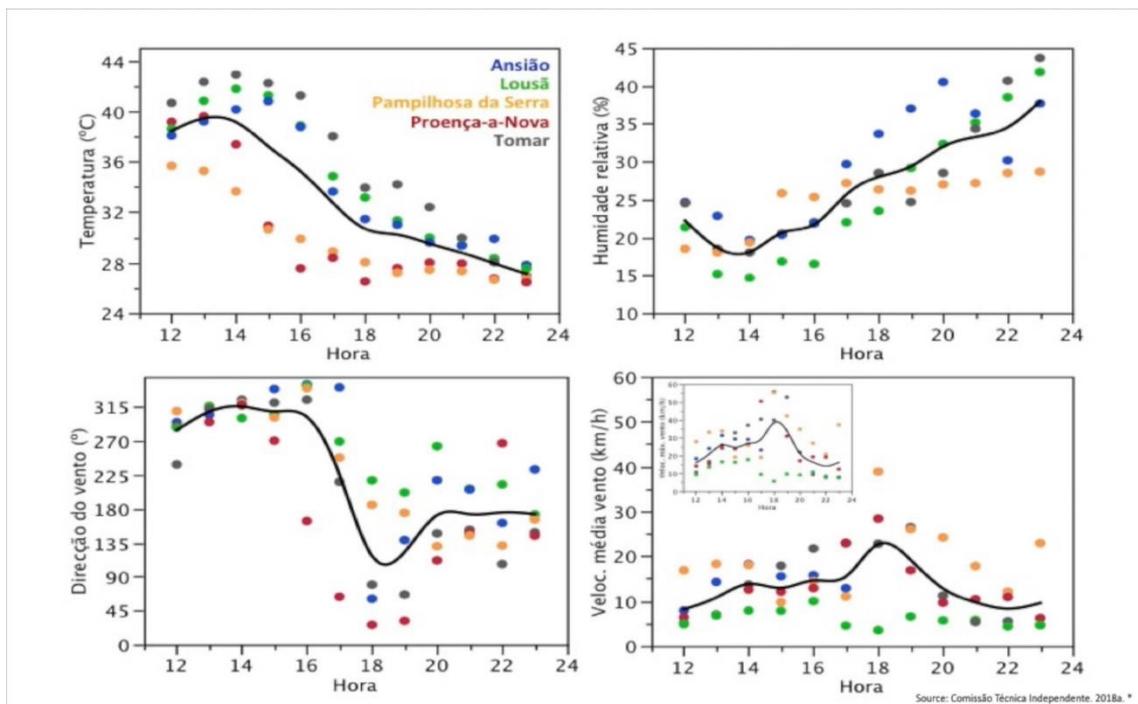
Mapa topográfico del lugar de la deflagración. En negro, se muestran los puntos donde un mayor número de personas perecieron, además de esa cifra. En rojo, la dirección del fenómeno.

En general, se trata de una zona con sucesivas cadenas montañosas de bajo porte. La topografía del lugar se puede catalogar como suave, con pendientes poco pronunciadas. Haciendo un pequeño análisis macroscópico sobre este mapa y en la aplicación Google Earth Pro se obtienen

pendientes máximas del 15%, siendo la media general del 10%, para los puntos A y B. Tampoco se observan pronunciados encajonamientos cercanos que pudiesen propulsar el fuego a mayor velocidad. Por tanto la topografía no debió tener gran influencia en el desarrollo de la deflagración.

El cuanto al combustible vegetal del lugar se trata de una masa boscosa mixta de eucalipto (75%) y *Pinus pinaster* (25%), con una considerable continuidad espacial. Estas especies aparecen debido al suelo pobre y poco profundo que allí se encuentra. Abarcan la mayoría de superficie de la deflagración, teniendo baja presencia agrícola en comparación con los alrededores. La masa adulta era densa, y en el sotobosque se podían encontrar especies inflamables como *Ulex europaeus* o *Calluna vulgaris*, también en altas densidades. Según el Inventario Forestal Nacional de 2010 (IFN6), la carga de combustible del lugar era de 16.3 tn/ha. Teniendo esto en cuenta, se puede asignar de manera intuitiva un modelo 7 según la clasificación de Rothermel: “*matorral de especies inflamables, de 0,5 a 2 metros de altura, situado como sotobosque en masas de coníferas. Propagación por matorral. Carga de 10-15 tn/ha*” (Rothermel, 1972).

Por último, hay que destacar las condiciones climáticas. Según narra Marc Castellnou, uno de los técnicos que suscribe el informe oficial, los datos recogidos aquel día dejaron muy desconcertado al equipo. Se adjuntan los valores más representativos en la siguiente imagen:



Datos de las 5 estaciones climáticas más próximas al incendio, junto a su media (línea negra).

El desconcierto de los investigadores era obvio. A la hora a la que se produjo la deflagración generalizada (20:00), la temperatura había disminuido por debajo de los 30°C, la humedad relativa superaba el 30% y la velocidad del viento tenía valores aproximados de 15 km/h. Todos estos valores eran mucho menos críticos que las condiciones habidas al inicio del incendio y en sus horas posteriores. Además, cabe destacar que los meses previos fueron muy secos y áridos, por lo que el combustible vegetal tenía bajos contenidos en humedad.

## 9. PESHTIGO, 1871

Peshtigo, en esa época, se situaba en un claro rodeado por un frondoso bosque de coníferas. Un frío y caudaloso río con idéntico nombre dividía la ciudad en dos mitades de forma equitativa. Se muestra a continuación una representación del lugar realizada en esa época:



*Representación gráfica de Peshtigo realizada con anterioridad al incendio.*

Se puede observar que se trata de una zona prácticamente llana. Según la aplicación Google Earth, la localidad se encuentra a unos 180 metros sobre el nivel del mar y se hallan en sus alrededores algunos pequeños montículos que no sobrepasan los 210 metros de altura.

En cuanto a la vegetación presente, se trataba de una masa frondosa de coníferas de gran altura. En la actualidad existen en la zona altas densidades de *Pinus banksiana* y *Pinus resinosa*. Algunas de estas masas son bosques mixtos junto a *Quercus ellipsoidalis*, y el sotobosque está compuesto por especies como *Pteridium aquilinum*, *Waldsteinia fragarioides* o *Vaccinium angustifolium* (Anderson, 2006).

Suponiendo que las condiciones de combustible vegetal en 1871 fuesen similares a las actuales podría asignarse, según la clasificación de Rothermel, un modelo número 7: “*matorral de especies inflamables, de 0,5 a 2 metros de altura, situado como sotobosque en masas de coníferas. Propagación por matorral. Carga de 10-15 tn/ha*” (Rothermel, 1972). Cabe apuntar que se está mencionando la vegetación circundante a la ciudad, pero el fenómeno se produjo también a lo largo del claro en el que se ubican las viviendas, arrasando con todo sin existir prácticamente vegetación en la urbe.

Finalmente, lo único que se menciona al respecto de las condiciones climáticas es que fueron unos días con fuertes vientos provocados por un frente frío situado sobre la zona. Sin embargo, se estima que en la atmósfera del propio incendio se pudieron alcanzar intensidades de 130 km/h (glenallenwater.com, 2019).



# ANEJO II

## *TESTIMONIOS*

### MANN GULCH FIRE, 1949

- Testimonio de Robert Sallee, uno de los supervivientes, acerca de la situación previa del incendio: *“Eché un vistazo al fuego y decidí que la situación era buena. Estaba ardiendo en la cima de la cresta y deduje que continuaría por ella en su evolución. Pensé que probablemente no quemaría mucho más esa noche porque era el final del periodo de combustión (para ese día), además que parecía tener que superar un gran escollo rocoso para proseguir su evolución”* (Rothermel, 1993).

- Cabe resaltar algunos de los testimonios del capataz de la cuadrilla, Wagner Dodge: *“Después de prender fuego a un rodal de hierba, intenté iniciar otra quema, pero el fósforo se había apagado y al mirar hacia arriba, tenía un área de 100 pies cuadrados en llamas. Le dije al hombre más cercano que esperaríamos unos segundos para tratar de cruzar posteriormente al área quemada”* (Alexander et. al, 2009). *“Cuando el fuego principal llegó a mi área quemada, me tumbé en el suelo de costado (...) y mantuve la cara tan cerca del suelo como pude, mientras las llamas pasaban sobre mí. En estos momentos, hubo tres ráfagas extremas de aire caliente que casi me levantaron del suelo”* (Cooley, 1984). Además, según se lee en el informe de Rothermel (1993), Dodge encendió su fuego con fósforos aprovechando uno de los pequeños intervalos sin viento entre rachas huracanadas. Según relataron los otros dos supervivientes, algo extraño sucedió: el fuego creado por el capataz no siguió la dirección de los fuertes vientos y de la huida del equipo (casi paralela a la cresta), sino que ascendió de manera perpendicular a la cresta, por la línea de máxima pendiente. Es decir, tomaron entre sí una dirección de casi 90° de diferencia.

### RIBA DE SAELICES, 2005

- Relato del padre de una de las víctimas, que recibió una llamada a las 17:10 horas de su hijo que aseguró que *“no comprendía qué hacían allí. El incendio era de tal envergadura que ellos no podían hacer nada”* (Alcarria TV, 2015).

- Testimonio del único superviviente, Jesús Abad: *“No pensaba yo que ese fuego... yo creo que nos vio y dijo: vosotros sois míos. Vino a por nosotros. Porque estaba muy lejos, muy lejos... y de buenas a primeras, humo negro, ya de llama y empiezas a temer, y dices esto ya se ha cambiado, se ha vuelto. Y la siguiente vez que volvimos la cabeza asomaban ya las llamas... y ya pues a montar en los coches para salir y ya no nos dio tiempo, ya nos enganchó, era un... una especie, como si fuera una ola gigante, pero en fuego, muy grande”*. (Informe Semanal, 2005).

- Testimonio de uno de los voluntarios que se encontraba próximo al lugar: *“Lo último que vi fue a esos hombres peleando contra el fuego cuerpo a cuerpo. Luego, cuando bajábamos, escuché cuatro explosiones”* (Rodríguez, 2006).

## **KORNAT, 2007**

- Testimonio del único superviviente, Frane Lucic: *“Llegamos a una zona que estaba abierta en el lado sur, y el fuego y el humo comenzaron de repente a tal velocidad que no pudimos escapar, a pesar de que intentamos correr. Nos invadió un calor terrible y simplemente nos quemó. Llevaba mucho equipo encima, así que estaba un poco más rezagado del grupo, detrás de unos compañeros, y tuve un poco más de tiempo para cubrirme la cara y tumbarme boca abajo. Como tenía un casco con visera pude protegerme el cabello y la cara. El fuego y el estallido de calor duraron unos 15 segundos y simplemente nos pasó por encima. No hubo tiempo para reaccionar. Sentí un dolor agudo en mis manos y vi que estaban hinchadas, así que me quedé en el suelo como los demás e intenté contactar con el Departamento de Bomberos de Sibenik. No hubo señal. Escuché gemidos, llantos de auxilio, y vi que todos estaban heridos, pero no me di cuenta de si había algún muerto”* (Nacional.hr, 2007). También declaró que el fuego provino del fondo del barranco situado al sur, y que el sonido que producía era parecido al de un tren en movimiento (Viegas, 2008).

## **HORTA DE SANT JOAN, 2009**

- Testimonio del único superviviente de GRAF Lleida, Josep Pallás: *“Si evidentemente hubiésemos sabido que venía aquello... muchas veces he soñado con cómo escalar esta pared y subirla como fuera o en huir hacia alguna dirección... no éramos conscientes de lo que llegaba, no... tan bestial no (...) La sensación de este sonido de fatalidad, de tren descarrilado, de algo brutal que viene sobre ti como a destruirte... Lo escuchamos cuando estábamos dentro de la fireshelter. Es el peor sonido posible, con la sensación de claustrofobia dentro. Estar encerrado en un sitio escuchando algo que no ves, que no notas, que escuchas pero que no sabes cómo es, no sabes cuándo acabará y lo peor fue sentirlo dentro, pidiendo agua. Porque lo que se escuchaba era bestial (...) La situación de desesperación, cuando vino rápidamente el fuego me puse de pie, giré la cabeza y vi una pared inmensa de fuego a mi derecha (mirando hacia las rocas) y obviamente salí disparado hacia el otro lado. Cuando estas dentro y escuchas y notas lo que notas... es la fatalidad y la suerte”* (TV3, 2017).

- Un miembro de GRAF Barcelona describe así la situación desde su posición: *“Escuchabas más ruido que sentías radiación. Se veía el sol rojo y viento fortísimo. Un sonido impresionante, pasamos mucho miedo”* (TV3, 2017).

- Otro miembro de GRAF Tarragona, que se situaban más alejados hacia el oeste, describen lo siguiente: *“La primera vez teníamos bien claro de donde venía la carrera, pero la segunda no vimos nada. Volvimos a sentir que venía alguna cosa, por el sonido. Más cerca más cerca más cerca hasta que se vuelve a ir. Nosotros estábamos dentro de una burbuja de humo, y solamente escuchábamos el ruido. Pero no sabíamos que pasaba, ni dónde”* (TV3, 2017).

## **TORREMANZANAS, 2012**

- Uno de los bomberos presentes relata así la situación vivida: *“La zona era técnicamente inadecuada para efectuar el contrafuego, y sin embargo el jefe del sector dio la orden al brigadista de empezar la quema (...) Lo que ocurrió es que al instante se formó una bola de fuego que los atrapó, y cada uno intentó salir como pudo (...) aquello era una ratonera y pudo haber sido una carnicería (...) No había escapatoria, uno de los brigadistas salió colgado del espejo retrovisor de un camión de bomberos y otro se dejó arrastrar por la manguera”* (El País, 2012).

## **PEDRÓGÃO GRANDE, 2017**

- Un testimonio de uno de los vecinos de una pedanía cercana a la deflagración se recoge en el informe oficial, y es de gran relevancia para entender lo allí sucedido: *“Alrededor de las 20:00 horas (no puedo precisar la hora exacta) todo se puso totalmente oscuro y poco después vino una gran bola de fuego precedida por un fuerte viento, como un ciclón (...) no se parecía al fuego que ardía en el bosque de pinos circundante sino a un tipo de bomba que estalló de repente. El cielo se abrió en un gran destello y cayeron potentes lenguas de fuego en todas direcciones. Fueron estas lenguas de fuego las que arrasaron con mi pueblo y con los de alrededor”*. Otros testimonios confirman esta descripción: *“La gente hablaba de un sonido ensordecedor de las llamas, y cómo estas habían pasado por encima de sus cabezas”, “Pensé que al estar a dos kilómetros del fuego huiría más rápido que él. Pero me equivocaba”, “Acabo de sacar mi auto de una zanja en la que cayó ayer. Increíblemente, no está afectado por el fuego, mientras que otro coche a 10 metros del mío está completamente destruido”, “Era un verdadero muro de fuego”, “Fue un verdadero infierno. El fuego cayó sobre los eucaliptos y luego se arrastró hasta el suelo”* (Sabado, 2017).

## **PESHTIGO, 1871**

El 20 de octubre un corresponsal del periódico New York Tribune entrevistó a los supervivientes, recogiendo los testimonios en un largo escrito:

*“En esta tarde de verano, contemplo el claro más espantoso que jamás haya tenido ante los ojos cualquiera de los mortales. Las calles arenosas brillan con una espantosa claridad y los fragmentos calcinados son todo lo que queda de imponentes edificios y cientos de hogares familiares (...).*

*Los bosques circundantes estaban intercalados con innumerables claros abiertos, de hierba crujiente y seca, que durante semanas habían ardido con los fuegos que en otoño se intensifican en estas regiones (...) Durante estos incendios, como en otras ciudades, las autoridades y la población pensaban estar bien protegidos. El incendio se extendió hasta las afueras de la ciudad (...), y se prepararon para combatir al enemigo. Aparentemente, todo material inflamable había sido apartado del peligro ese domingo (...).*

*De repente, durante la tarde de ese domingo, se empezó a percibir un gran ruido y bullicio que se acercaba desde el oeste. El ruido creció en volumen, y se acercaba cada vez más, con crujidos y grandes detonaciones (...) El bosque se sacudió y una gran alarma invadió el pueblo, porque ahora imponentes ráfagas de viento y remolinos provenían de todas direcciones. En un horrible instante, antes de que la expectativa pudiera dar forma al horror, una gran llama se disparó en los cielos occidentales, e innumerables leguas de fuego ardiente penetraron hacia abajo en la aldea, perforando cada objeto que se encontraba a su paso, como un rayo al rojo vivo. Un rugido ensordecedor, mezclado con explosiones de llamas eléctricas que se producían por todo el ambiente, paralizó todas las almas del lugar (...).*

*No hay disparidad en los testimonios, todos escucharon el primer rugido inexplicable. Algunos afirman que la tierra tembló, mientras unos pocos crédulos confiesan que los cielos se abrieron y el fuego cayó desde arriba (...).*

*La muchedumbre jadeante se congregó en el río. Corrieron en dirección al puente, pero al verlo en llamas tuvieron que virar y lanzarse a las frías aguas. Unas trescientas personas se sumergieron entre los brazos del agua, balanceándose de un lado a otro, donde se asaron por el cálido aliento de llamas que se cernía sobre ellos. Ardió el cabello de cada cabeza expuesta momentáneamente sobre el agua. (...) La orilla oriental estaba densamente poblada por muertos y moribundos. Un numeroso grupo de personas avanzaba hacia el río desde esta dirección, pero las explosiones se arremolinaban y encontraron a las víctimas, cortando una franja a través de la multitud que huía. (...) La avalancha de gente cayó en la primera explosión. Unos pocos pudieron gatear hasta la ribera de guijarros, pero tan terriblemente desfigurados que la muerte debió ser horrible. No todos pudieron llegar al río; incluso los grupos que cayeron en la poca profunda orilla sufrieron una agonía insoportable. El fuego feroz, sumido en fuertes corrientes en todas direcciones, era lo suficientemente fuerte como para incendiar la ropa. La arena voladora, calentada como por un horno, ampollaba la carne allá por donde pasaba. El sofocante “simún” atravesó todo lo que encontró a su paso hasta llegar al río. (...) Sólo se podía percibir las siluetas en medio de un gran resplandor rojo (...).*

*Las vacas y el resto del ganado, aterrorizadas por el humo y las llamas, se apresuraron en una gran estampida a llegar a la orilla del río. Muchas personas fueron pisoteadas por las reses asustadas (...) Las ardientes maderas del molino, construido en el borde del puente, volaron por los aires y se expandieron sobre la multitud, infligiendo los daños más terribles (...).*

*En el fervor de la situación en el río, muchos cabellos ardieron y muchos perdieron la vida al tratar de proteger a otros. Los bomberos intentaron salvar alguno de los edificios importantes, conduciendo la manguera desde el río. El calor detuvo instantáneamente el intento, pero no antes de que la manguera, llena de agua, se hubiera quemado en cien partes. Aunque la embestida del fuego y del viento había sido simultánea, y la destrucción casi instantánea, las feroces y sofocantes corrientes de calor atravesaron el aire durante horas. Estas corrientes fueron más fatales que las lenguas de fuego que recorrían la aldea, con una espantosa combinación de viento y llamas. (...).*

*Las llamas “bailaban” por la atmósfera del lugar con un rugido incesante y ensordecedor. Se produjo un tornado de fuego, pero fue solo momentáneo, sucedido por una vorágine de fuego, humo, cenizas y arena al rojo vivo (...). La lluvia de chispas, ceniza y arena caliente cayó con una fuerza continua y prodigiosa, y tuvo tanto que ver en las muertes como el primer estallido que precedió al fuego (...).*

*La miserable multitud que se hallaba metida hasta el cuello en el agua, cuanto más tiempo estaban con la cabeza fuera, más fueron perforados y ampollados por esas partículas ardientes. Parecían lancetas de acero al rojo vivo, penetrando en la cubierta más gruesa. La evidencia ahora queda para atestiguar la increíble fuerza de las lancetas en llamas. Todavía quedan mangos de arado de duro hierro, perforados como por bolas muy pequeñas, y en su mayor parte sin quemar (...).*

*Los resistentes leñadores no suelen exagerar, y la similitud perfecta de cada testimonio e incidente confirma cada episodio de esta tragedia (...). Se encontraron grupos de cadáveres (...) que habían sido golpeados por la explosión en plena huida (...). Las ardientes explosiones de la noche los habían dejado irreconocibles a la llegada de la luz del día.*

*A través de los sólidos bosques, una franja limpia de tocones y raíces ennegrecidas marcó el curso de las ardientes tempestades. Los caminos estaban llenos de ganado asado, y con frecuencia con cadáveres de osos y ciervos (...). En muchos casos, los restos humanos se distinguían de los animales sólo por los dientes (...). La matanza no resultó de ninguna infracción u omisión por parte del hombre (...) ni se contribuyó a la devastación más completa en los anales*

*de la historia (...). La inmensidad de la destrucción material de Chicago sobrepasa esta devastación, pero Chicago, con todos sus problemas, no tiene dos tercios de sus ciudadanos que declarar como muertos (...).*

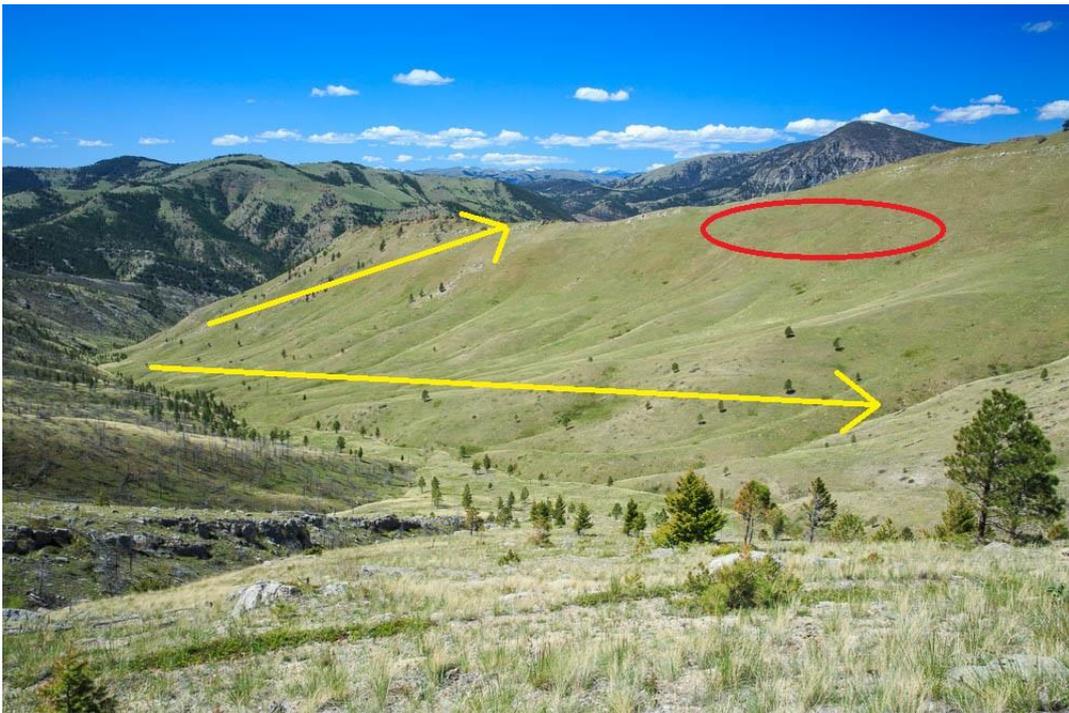
*Junto a uno de los hombres que sufrió esa noche de destrucción, deambulé por la bonita llanura ascendente donde Peshtigo extendió sus prósperos comercios y hermosas viviendas. Salvo donde se construyeron las casas con sótano, lo cual era muy raro, no hay rastro alguno de viviendas. Aquí y allá hay restos metálicos de máquinas de coser y piedras desmenuzadas (...) Un mortero ennegrecido se encuentra en una confusa mezcla de vidrio fundido y plomo, listo para una nueva decocción (...). La pérdida material se estimó en 3 millones de dólares” (Sewel, 1871).*



# ANEJO III

## *IMÁGENES ADICIONALES*

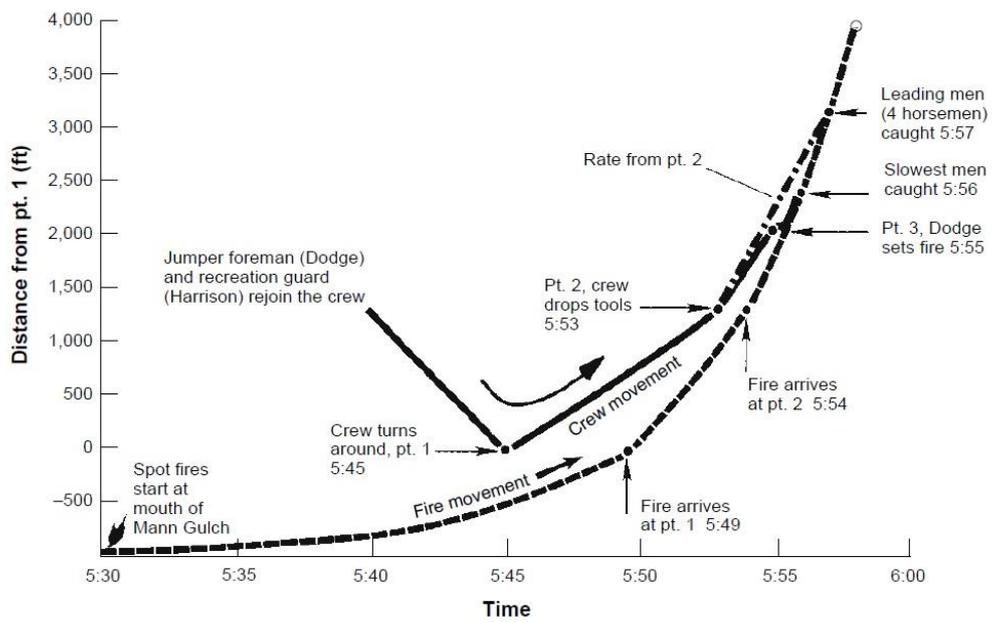
- MANN GULCH FIRE, 1949



*Imagen 1. Barranco de Mann en la actualidad. En amarillo, el área abarcada por la deflagración. En rojo, la ubicación aproximada donde perecieron los 13 bomberos.*



*Imagen 2. Barranco de Mann años antes de la tragedia.*



**Figure 2**—Distance and time graph of the estimated positions of the crew and the fire. Distances are estimated from the crew's turnaround at point (pt.) 1. The slopes of the lines indicate the rate of movement; the steeper the line, the faster the rate.

*Imagen 3. Gráfica relativa al avance del fuego y del grupo de bomberos (Rothermel, 1993).*

- **MILLARES, 1994**



*Imagen 4. Disposición de los vehículos afectados (Pons, 2007).*



*Imagen 5. Estado del Land Rover. Fotografía tomada días después del incidente.*

- **RIBA DE SAELICES, 2005**



*Imagen 6. Imagen tomada instantes antes de la llegada del retén. En rojo, el lugar donde plantearon las labores de extinción.*



*Imagen 7. Situación del incendio antes de la llegada del retén. En rojo, el lugar donde plantearon la defensa. Se observa en la parte superior derecha el avance del nuevo frente, el cual les atrapó.*



*Imagen 8. Uno de los vehículos afectados por la deflagración.*



*Imagen 9. Se observa la posición de la motobomba tras la cual se refugió J. Abad y se observan los límites de la DSG, con vegetación sin arder a ambos flancos.*

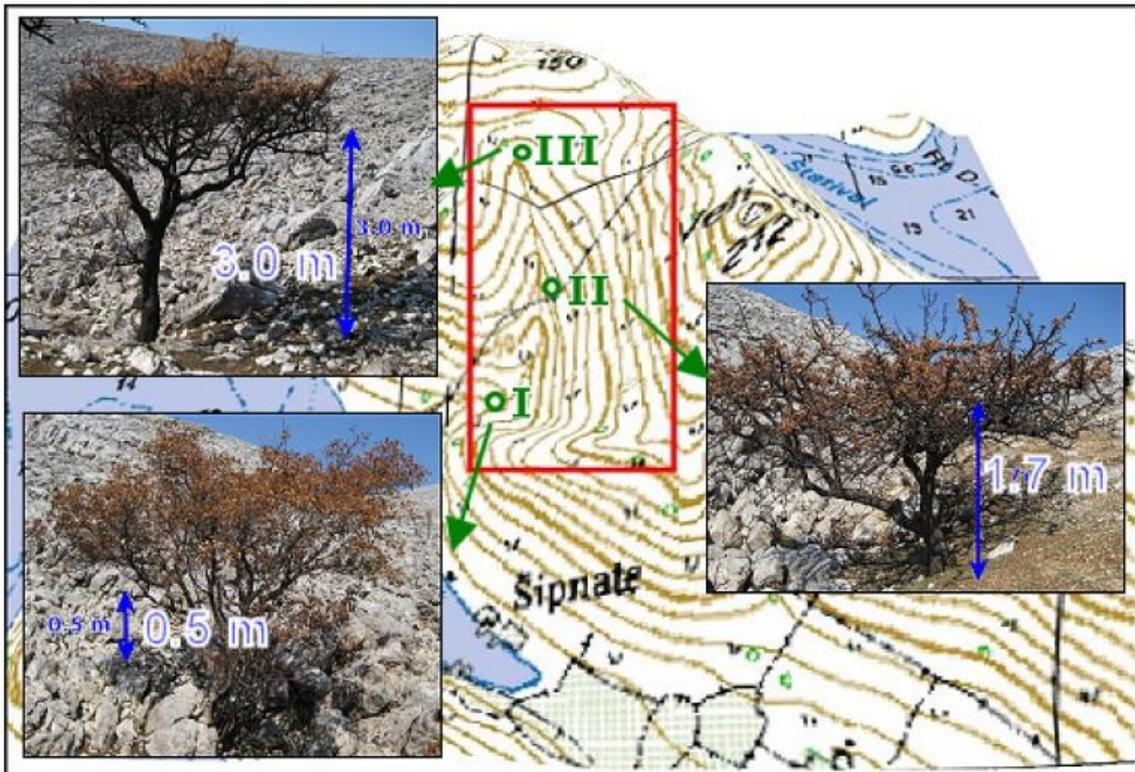
- **KORNAT, 2007**



*Imagen 10.* Barranco de Sipnate desde la vertiente sur del monte Veli. En azul, la balsa de agua. En negro, donde aterrizaron los bomberos. En rojo, el lugar en el que perecieron. Imagen tomada el día posterior a la tragedia (HRTV1, 2015).



*Imagen 11.* Captura extraída del documental de HRTV1 sobre de la tragedia. Al parecer, esta es la última fotografía tomada por el equipo, instantes antes de la deflagración.



*Imagen 12.* Mapa topográfico del barranco de Sipnate con la ubicación de los tres árboles afectados. Se pueden observar fotografías de cada uno, así como la altura afectada por las llamas (Viegas, 2008).

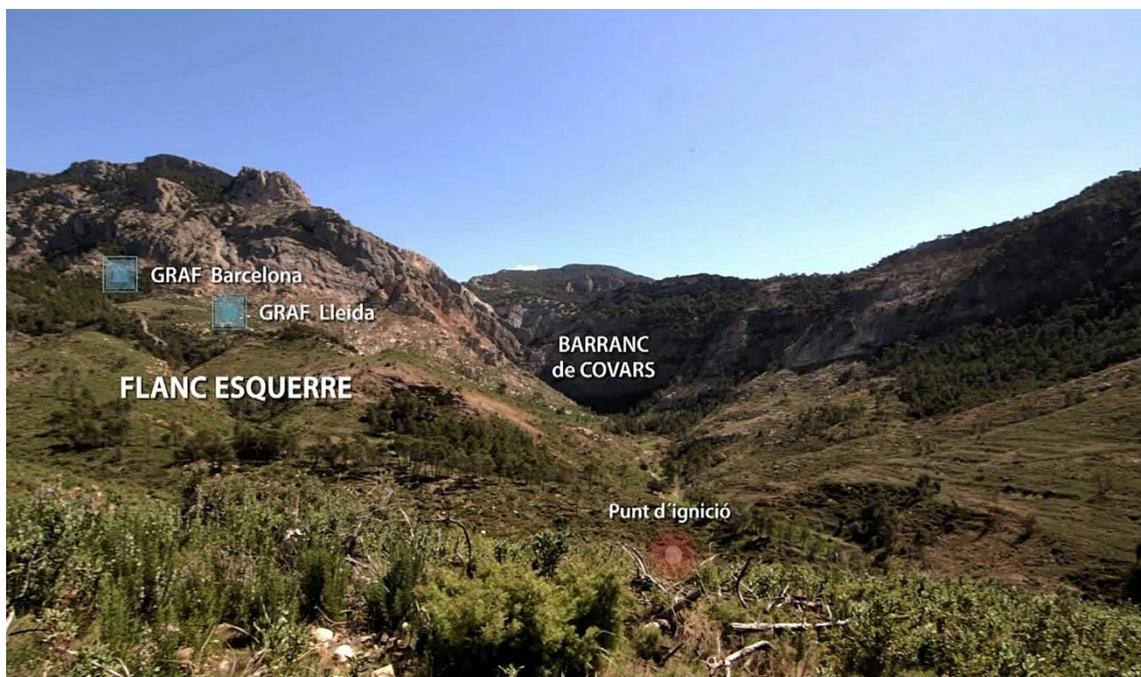


*Imagen 13.* Parte superior del barranco de Sipnate. Se muestra el lugar del accidente y, en verde, el área que no ardió. Fotografía tomada en septiembre de 2007 (Stipanicev, 2008)

- **HORTA DE SANT JOAN, 2009**



*Imagen 14. Lugar del atrapamiento en la mañana del día 20 de julio. Se pueden observar los puntos calientes que aún quedaban activos.*



*Imagen 15. Situación de los bomberos GRAF en el escenario del incendio.*



*Imagen 16. Fotografía tomada por GRAF Lleida minutos antes de la tragedia.*



*Imagen 17. Posible deflagración que acabó con la vida de los bomberos (TV3, 2017).*



*Imagen 18. Deflagración captada en otra ubicación del incendio.*

## **PEDRÒGÃO GRANDE, 2017**



*Imagen 19. Carretera N236-1, bautizada como "carretera de la muerte".*



*Imagen 20. Vehículo afectado por la deflagración en la NE 236-1.*



*Imagen 21. Carretera NE 236-1 a la altura del paso de la deflagración. Foto actual (2019).*



# **ANEJO IV**

## ***MULTIMEDIA***

### **Vídeo 1**

*Inside the fire* → [https://www.youtube.com/watch?v=zvPa\\_yEEd4E](https://www.youtube.com/watch?v=zvPa_yEEd4E)

Experimento realizado por el International Crown Fire Modeling Experiments in the Northwest Territories, en el año 2000. En los primeros 25 segundos se muestra la pirolisis de la vegetación y como prenden por efecto de la radiación emitida por el frente (Flashover).

También parece haber pequeñas explosiones de gases que propulsan el incendio hacia delante, alcanzando temperaturas superiores a los 1000°C.

### **Vídeo 2**

*Backdraft en cámara 4k* → <https://www.youtube.com/watch?v=ZyCCWuO0mQo>

En el video se puede apreciar en cámara lenta, a partir del minuto 7:00, el fenómeno del backdraft. Se produce unos 15-20 segundos después de que los bomberos abran la ventana del contenedor incendiado.

### **Vídeo 3**

*El gran silencio de l'Horta* → <https://www.youtube.com/watch?v=Mf3bjlrCKsM&t=5140s>

En este documental se puede observar (minuto X, Y, Z) la acumulación de gases previa a la deflagración en la posición de los GRAF. Además de las imágenes adjuntas, se pueden observar otras relativas al incendio y a sus efectos en la zona.

### **Vídeo 4**

*Accidente mortal incendio Alicante 2012* → <https://www.youtube.com/watch?v=lv8AspoMOlg>

En el vídeo se observa la llegada del convoy al lugar del atrapamiento en el Camí de les Covetes. A unos cuantos cientos de metros, se observan llamas de gran intensidad pero bajas velocidades de avance. Esta filmación muestra lo peligrosa que era la situación a la llegada de los bomberos.

## **Vídeo 5**

*Incendio forestal en Pedrógão Grande* → [https://www.youtube.com/watch?v=SRacxH-Yd\\_I](https://www.youtube.com/watch?v=SRacxH-Yd_I)

Vista aérea de dron el día posterior a la tragedia. En estas filmaciones se observan la gran mayoría de copas sin arder, además del mosaico de zonas quemadas intensamente y otras que no han sido afectadas por las llamas.

## **Vídeo 6**

*Dron graba incendio de Pedrógão Grande* → <https://www.youtube.com/watch?v=wMjdzSIJ3g>

Otra vista aérea desde un dron. En este video se puede observar con mayor claridad el estado de alguno de los vehículos.

## **Vídeo 7**

*Incendio de Barga, 2007* → <https://www.youtube.com/watch?v=ULNIVaQM6As>

En esta filmación se puede observar una gran deflagración de una extensa área de pinos, de manera prácticamente súbita.

## **Vídeo 8**

*Incendios Australia 2019 (NSW)* → <https://www.youtube.com/watch?v=SgC6XE1DdB0>

Se observa una gran deflagración en el área boscosa, que posteriormente se transforma en diversas explosiones de fuego y humo en dirección tangencial a las copas.