

Informe técnico incendio forestal de Nonaspe 16 de junio de 2022



Imagen de flanco derecho-cabeza tarde 16 junio. Hotel 0.

Una de las pautas para la mejora en los procesos de prevención y extinción de incendios forestales se basa en el conocimiento del comportamiento de los siniestros acaecidos, es decir como se ha comportado el incendio forestal, y de las actuaciones que se han realizado desde el dispositivo de extinción, la gestión operativa de la emergencia.

Desde la Unidad Técnica de Apoyo, se ha querido continuar el trabajo emprendido en el año 2007 por el Grupo de Apoyo a la Dirección de Extinción GADEX en el análisis de los incendios forestales de mayor relevancia en la Comunidad Autónoma, para reforzar la mejora del conocimiento. Este documento sobre el incendio forestal de Nonaspe se ha podido elaborar con la colaboración de todos los recursos INFOAR: APNs, Técnicos de Gestión de los Servicios Provinciales, Técnicos de Sección de IIFF, Técnicos de Puesto de Mando Avanzado, GADEX, Coordinación aérea, Directores de Extinción, técnicos MITECO y en especial del personal de Centro Provinciales Operativos.

Desde el convencimiento de la utilidad de documentos de estas características, aún a pesar del esfuerzo que suponen y la imposibilidad de realizarlo, de momento, para todos los incendios, se agradecerán todas aportaciones que sirvan para perfeccionar, corregir o mejorar su contenido técnico, estructura y elaboración. A este respecto, para cualquier detalle que quiera comentar, puede dirigirse a gadex.aragon@gmail.com, tcopma@gmail.com o incendios@aragon.es.

Gracias.

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes – Incendios Tipo en la zona Bajo Ebro Forestal (BEF)	2
3. Datos generales del incendio	6
4. Meteorología	13
4.1. Condiciones climatológicas anteriores al incendio	13
4.2. Condiciones meteorológicas de los días previos al incendio.....	14
4.3. Condiciones meteorológicas días del episodio.....	15
4.3.1. Situación Sinóptica	15
4.3.2. Temperatura y Humedad	16
4.3.3. Viento	18
5. Valores de índice de peligro de incendios forestales.....	20
6. Análisis del comportamiento del fuego.....	21
6.1. Propagación del incendio.....	21
6.2. Descripción del comportamiento del combustible al paso del fuego.....	25
6.3. Influencia de la meteorología en el comportamiento del fuego.....	29
6.4. Influencia de la topografía en el comportamiento del fuego	31
6.5. Influencias antrópicas en el comportamiento del fuego.....	33
7. Teledetección, huellas del fuego, severidad.....	35
8. Datos de la extinción.....	37
8.1. Infraestructura.....	37
8.2. Cronología medios.....	39
8.3. Tareas de extinción.....	42
9. Acciones post-incendio	45
10. Bibliografía y fuentes	46
10.1. Metodología cálculo de la severidad de incendio.....	47
10.2. Autores y agradecimientos	48

1. Introducción

Los incendios forestales son un fenómeno natural que ha afectado a los bosques durante siglos. Sin embargo, en las últimas décadas, los incendios forestales se han vuelto más intensos, causando daños cada vez mayores a la vida silvestre, la propiedad y el medio ambiente. El cambio climático y la meteorología van a condicionar cada vez más la intensidad de las campañas de incendios forestales o incluso la desestacionalización de las mismas. Muestra de ello es el año 2022, donde con el mismo número de incendios anuales en España (10.507 media histórica) se quemaron 267.950 ha, **tres veces más que la media histórica (94.300 ha anuales)**.

En Aragón el año 2022 también se caracterizó por calcinar 20.260 hectáreas en 483 siniestros, muy por encima de la serie histórica 2005-2022 con 395 incendios que afectan de media a 3.980 ha anuales. Este informe tiene como objetivo analizar el incendio ocurrido el día 16 de junio del año 2022, originado en el término municipal de **Nonaspe**. Se califica como un gran incendio forestal (GIF, mayor a 500 ha), siendo el primero de los cuatro GIF del año 2022 en Aragón. El informe explica los aspectos de la emergencia por incendio forestal, revisión de incendios históricos de la zona, meteorología, factores de propagación, sus afecciones principales, así como la operativa de la emergencia.

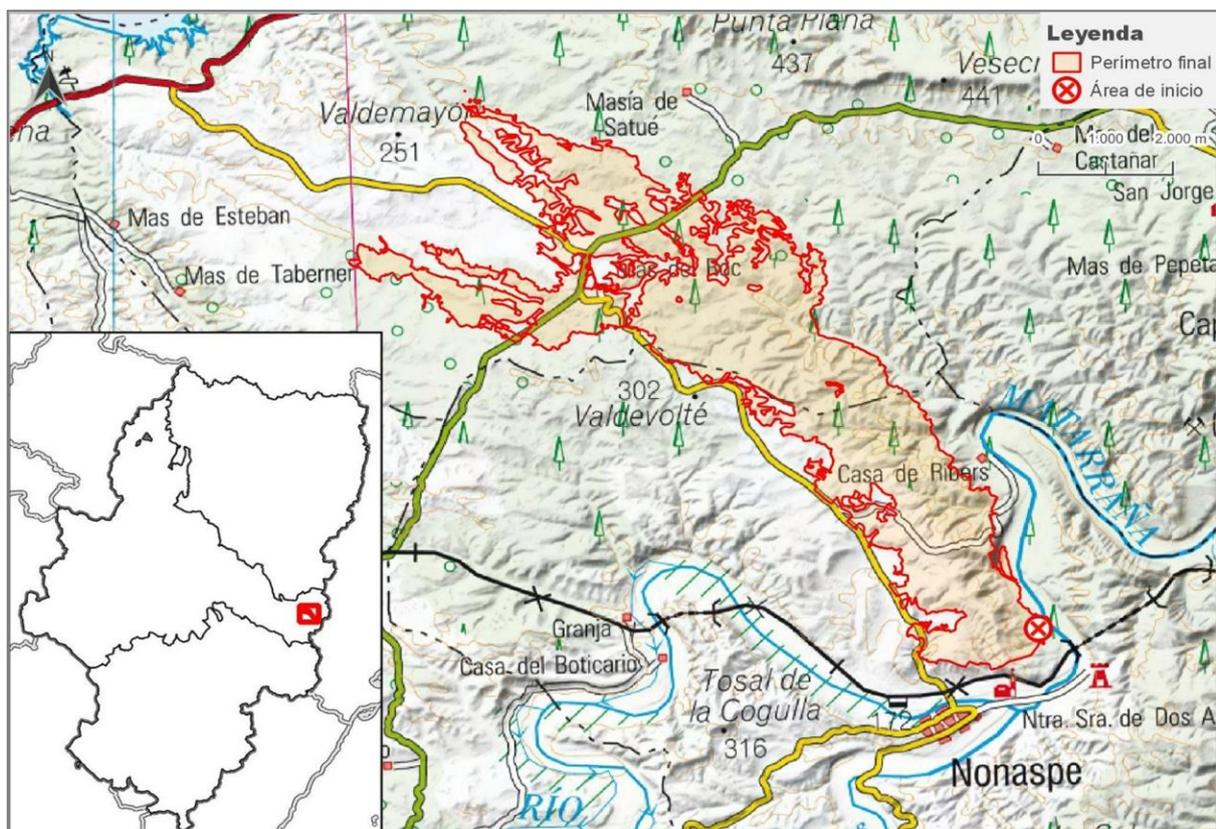


Figura 1 :Localización y ubicación del incendio

El incendio de Nonaspe se caracteriza por una dispersión rápida del frente de llama, esto viene marcado por una condiciones climatológicas y meteorológicas muy adversas. El **motor de propagación es el viento apoyado en un primer momento por la topografía**, siendo un incendio que se alarga tres días de actividad, aunque la mayor parte de su superficie se quema el primer día. Debido a su magnitud afecta a varias infraestructuras antrópicas que condicionaron la extinción.

2. Antecedentes – Incendios Tipo en la zona Bajo Ebro Forestal (BEF)

Es sabido que el comportamiento del fuego en un incendio forestal está condicionado por la relación de dependencia existente entre meteorología, topografía y combustibles (Aguirre, 2006). El Departamento de Medio Ambiente y Turismo del Gobierno de Aragón divide Aragón en 26 zonas de meteoalerta.

Esta clasificación correlaciona meteorología con el comportamiento de los incendios forestales. La zona correspondiente al incendio forestal de Nonaspe es la Bajo Ebro forestal (BEF).

En el BEF, la superficie forestal ocupa 159.100 ha (46% de la superficie total). De ellas, 103.824 ha son arboladas (30% de la superficie total). La especie arbórea dominante, de una forma muy notable, en la zona es el *Pinus halepensis*, que ocupa casi 100.000 ha.

A continuación se presenta una tabla en la que se indica el número de incendios y superficie quemada en la zona BEF durante el periodo 1.967-2.014, tanto en valor absoluto como relativo (respecto al total) según la situación sinóptica (SS) bajo la que se han producido. Los datos hacen referencia a incendios con una superficie igual o superior a 50 ha.

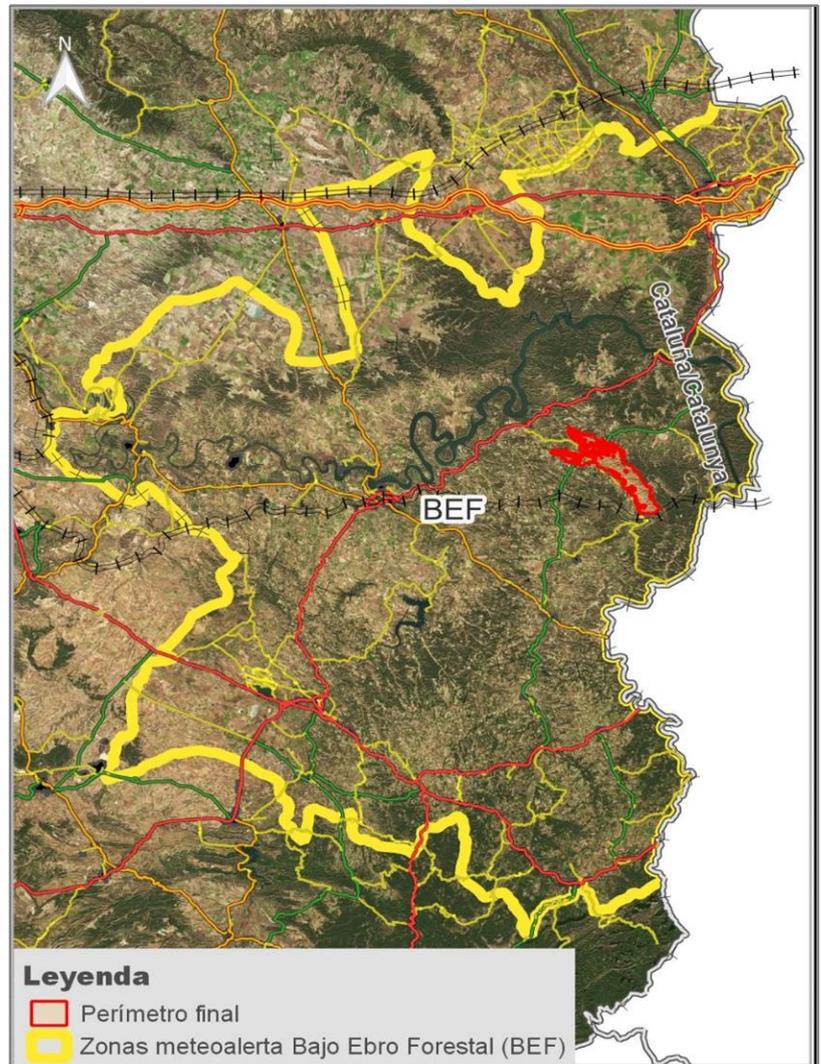


Figura 2: Distribución de la Zona de meteoalerta Bajo Ebro Forestal

Tabla 1: Incendios históricos según clasificación sinóptica (1967-2014). Fuente: Gobierno de Aragón (1) 2015).

Bajo Ebro Forestal				
Situación sinóptica	Nº inc.	%Total inc.	Sup. quemada (ha)	%Sup. total
1. Masa de aire	6	18,18	1.668	21,96
2. Situación de sur	0	0	0	0
3. Situación SO con difluencia	4	12,12	522	6,87
4. Situación SO sin difluencia	7	21,21	795	10,47
5. Situación oeste	7	21,21	3.183	41,9
6. Situaciones depresionarias entrantes	0	0	0	0
7. Situación depresionaria entrante	1	3,03	50	0,66
8. Situación onda larga NO	8	24,24	1.378	18,14
9. S. de oclusiones a vaguadas rebasadas	0	0	0	0

En la Tabla 1 se puede apreciar que la situación sinóptica en la que más hectáreas ha calcinado es la de las situaciones del Oeste seguida por la de Masas de Aire. Esta última es la situación en la que nos encontrábamos cuando se produjo la ignición. Si retroalimentamos esta tabla con el incendio de este informe la situación sinóptica de masas de aire pasaría a ser la primera en cuanto a superficie quemada. Respecto al número de incendios mayores de 50 ha las situaciones están repartidas, entre las situaciones 1, 4, 5 y 8.

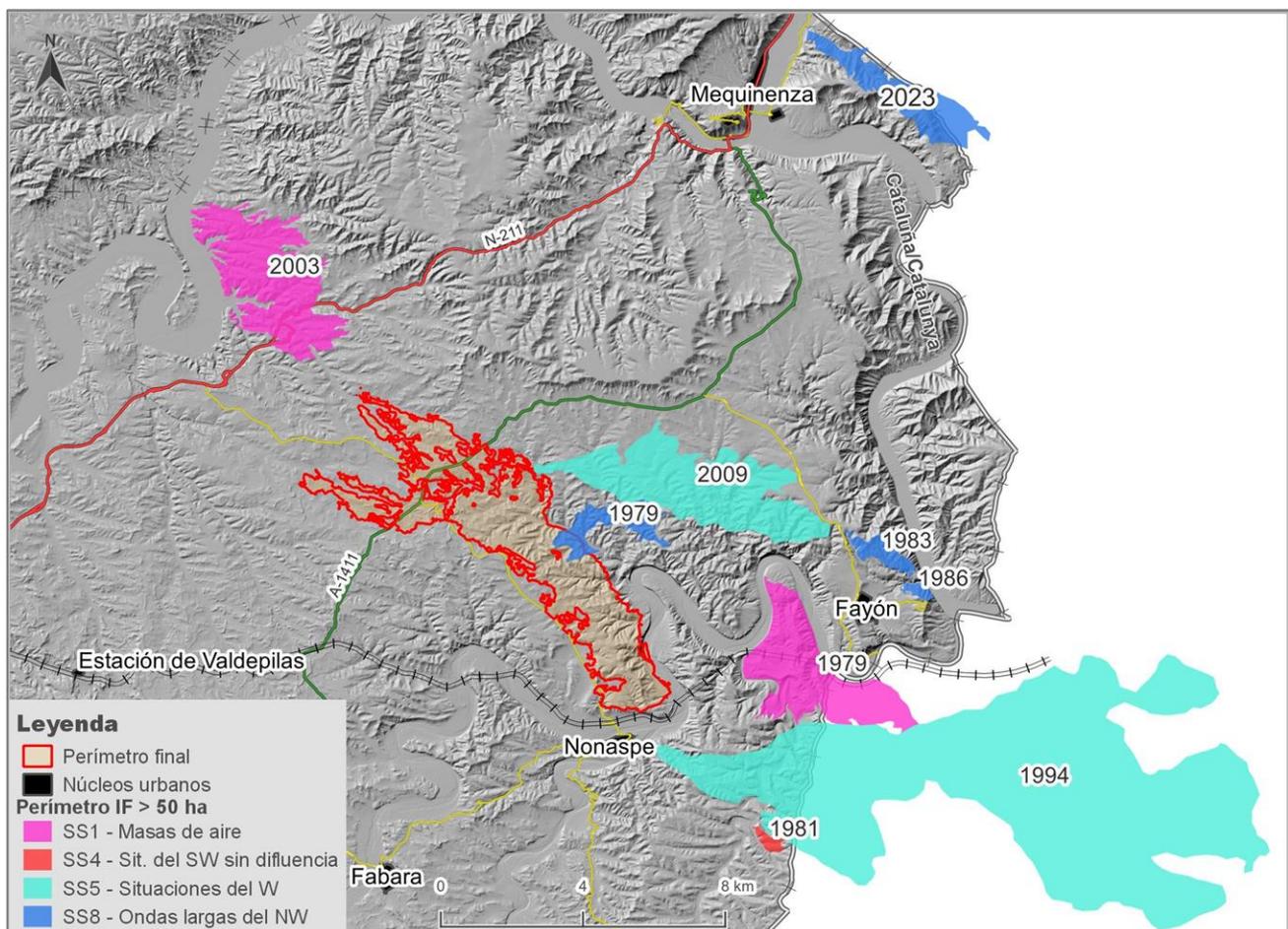


Figura 3: Incendios Forestales Históricos mayores a 50 ha, por situación sinóptica.

Si nos fijamos en los incendios más relevantes de la serie histórica (1967-2020) ubicado a menos de 10 km del suceso. Nos encontramos con 9 incendios anteriores, en los que solamente uno es superior en hectáreas, el ocurrido en Nonaspe en el año 1994. El resto no superaran la superficie afectada en el incendio del 2022, pero tienen magnitudes considerables. El más similar es el que ocurrió en año 2009 ubicado en el término municipal de Mequinenza, pero al contrario que Nonaspe 2022 este se dio bajo situación sinóptica del oeste, con una propagación hacia el este.

Tabla 2: Incendios históricos a menos de 10 km del incendio

Denominación	Fecha	Situación sinóptica	Causa	Superficie (ha)
Mequinenza	18/07/2009	Situaciones del W	Causa desconocida	1.180
Nonaspe	14/09/1994	Situaciones del W	Eliminación de basuras y restos	812
Mequinenza	12/08/2003	Masas de aire	Causa desconocida	744
Nonaspe	08/07/1979	Masas de aire	Desconocido	570
Mequinenza	15/04/2023	Ondas largas del NW	En investigación	320
Fayón	18/06/1979	Ondas largas del NW	Desconocido	247
Fayón	15/06/1983	Ondas largas del NW	Fumadores	200
Fayón	13/06/1986	Ondas largas del NW	Trabajos forestales	150
Nonaspe	29/08/1981	Sit. del SW sin difluencia	Hogueras y barbacoas	62

Podemos concluir de este apartado que **la zona es recurrente en incendios forestales**, siendo sus causas muy dispares, pero principalmente antrópicas como se puede apreciar en la Tabla 2.

Una de las formas de contrastar el potencial de un incendio es mediante las Zonas de Alto Riesgo. Las Zonas de Alto Riesgo de incendio forestal en Aragón se definen actualmente mediante la Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función del riesgo de incendio forestal y se declaran Zonas de Alto y de Medio Riesgo de incendio forestal.

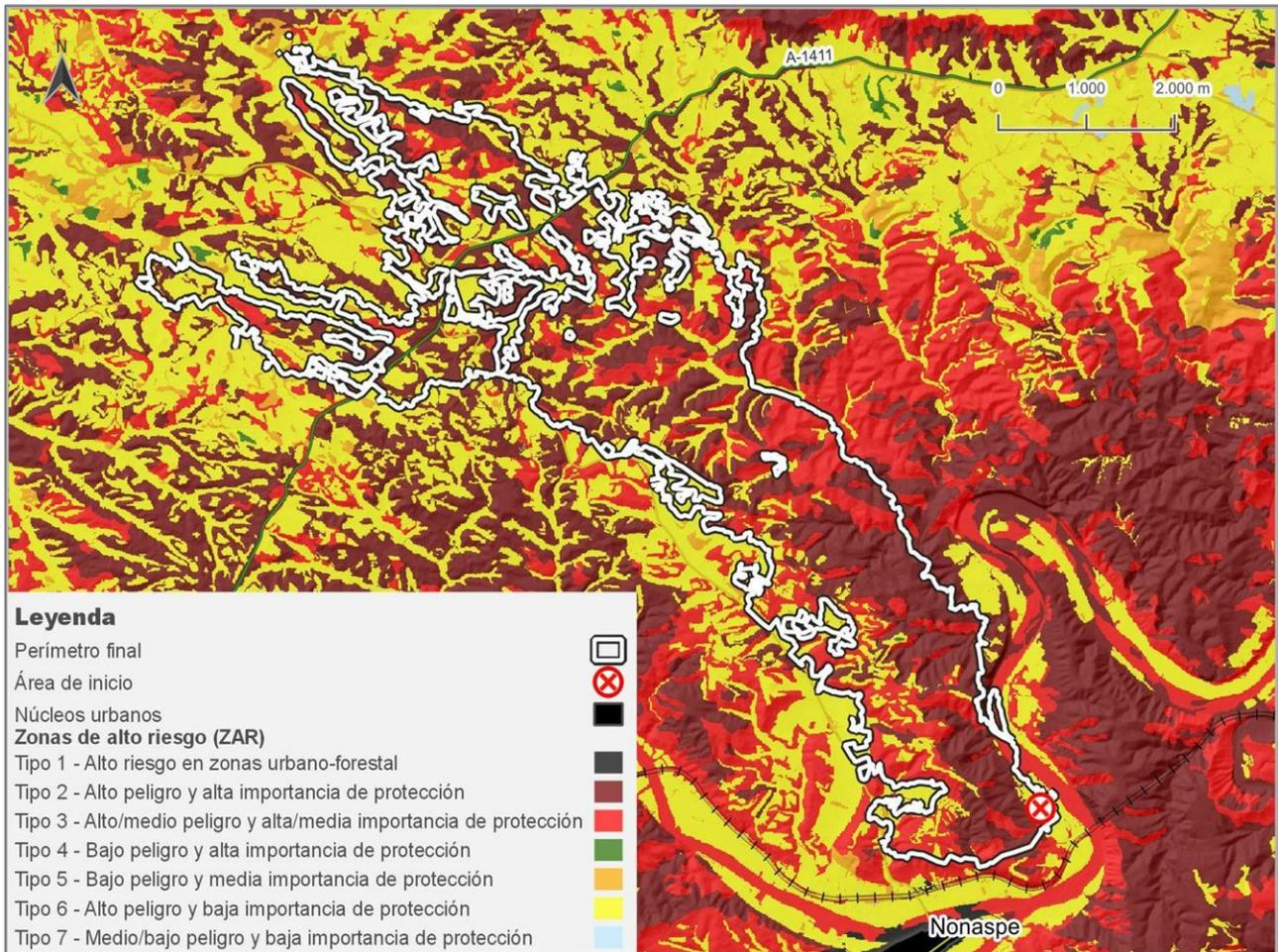


Figura 4: Zonas de alto riesgo de Incendios forestales de Aragón y perímetro del incendio

Como se puede apreciar en la Figura 4, el área inicial del incendio está clasificada con un tipo zona de alto riesgo tipo 2. Este tipo se define como alto peligro y alta importancia de protección. El peligro viene marcado por su carácter forestal, mala accesibilidad, en una zona muy expuesta al sol, que puede generar la aparición de grandes incendios forestales, como es el caso.

3. Datos generales del incendio

El día 16 de junio del 2022 se originó en el término municipal de Nonaspe un gran incendio forestal (GIF) que se extendió por los términos municipales de Mequinenza y Nonaspe. El incendio afectó a una superficie total (agrícola y forestal) de **2.036,22 ha**, originándose bajo condiciones meteorológicas muy favorables para la ignición y propagación. El incendio **estuvo activo a lo largo de seis días**, dándose por extinguido el 22 de junio (Tabla 3).

Tabla 3: Fechas estados del incendio

Estado	Fecha	Hora
Detección	16/06/2022	14:14
En extinción	16/06/2022	14:42
Controlado	21/06/2022	07:10
Extinguido	22/06/2022	19:30

El aviso del incendio fue dado por el puesto fijo de vigilancia del Yugo el 16 de junio de 2022 a las 14:14. El cual comunicó la presencia de una columna de humo en las proximidades de la localidad de Nonaspe. Al mismo tiempo el Alcalde del municipio daba aviso al servicio de emergencias 112 Aragón.

Tabla 4: Área de inicio del incendio

Área de inicio		
41° 13' 12' N ; 0° 15' 52' E	773.668; 4.568.340 USO 30T	270.710 4.566.807 USO 31T

La causa apunta a ser antrópica y se sitúa en una de las huertas de la ribera izquierda del río Matarraña. La hora de detección fue las 14:14, situando la hora de ignición aproximadamente entre la dos y las dos y diez de la tarde. **La hora de inicio es decisiva en la evolución del incendio**, correspondiendo con las horas de máxima insolación, quedando mucha tarde con altas temperaturas y bajas humedades relativas que permitieron una rápida y larga propagación del incendio. La zona donde se sitúa el área de inicio es prácticamente llana, bastante antropizada y muy cercana al terreno forestal.

Descripción meteorológica

En cuanto a la situación meteorológica general, desde el día 15 al día 17 aproximadamente nos encontrábamos en una situación sinóptica de masas de aire, que favorece los vientos topográficos, alimentada con vientos superficiales de componente SE en la zona. Sobre el día 18 cambió a una situación sinóptica de sur. Estas situaciones definieron las condiciones meteorológicas y la propagación del incendio, como se explica más adelante.



Fotografía 1: Flanco derecho columna tumbada por el viento SE día 16 a la 16:18, fuente Hotel 0.

Superficie afectada

El incendio calcinó una superficie total de **2.036,22 ha**, en su mayor parte forestal. Extendiéndose desde el punto de inicio hacia el noroeste, afectando en una primera carrera topográfica apoyada por el viento al paraje SOL d'Horta. Según el método Campbell (D. Campbell 1991), Las primeras etapas del incendio fueron en plena alineación (3/3) ya que la orientación de la ladera era este-sureste, apoyado por la topografía y el viento. Una vez que consiguió cierta magnitud fue trasladado rápidamente por el viento siguiendo el eje de crestas y con los paveseos constantes en dirección noroeste llegando a sobrepasar la carretera A-1411. El día 17 de junio fueron fuertes las reactivaciones en cabeza y en el flanco derecho, disminuyendo las mismas el día 18 centrándose únicamente en el flanco derecho.

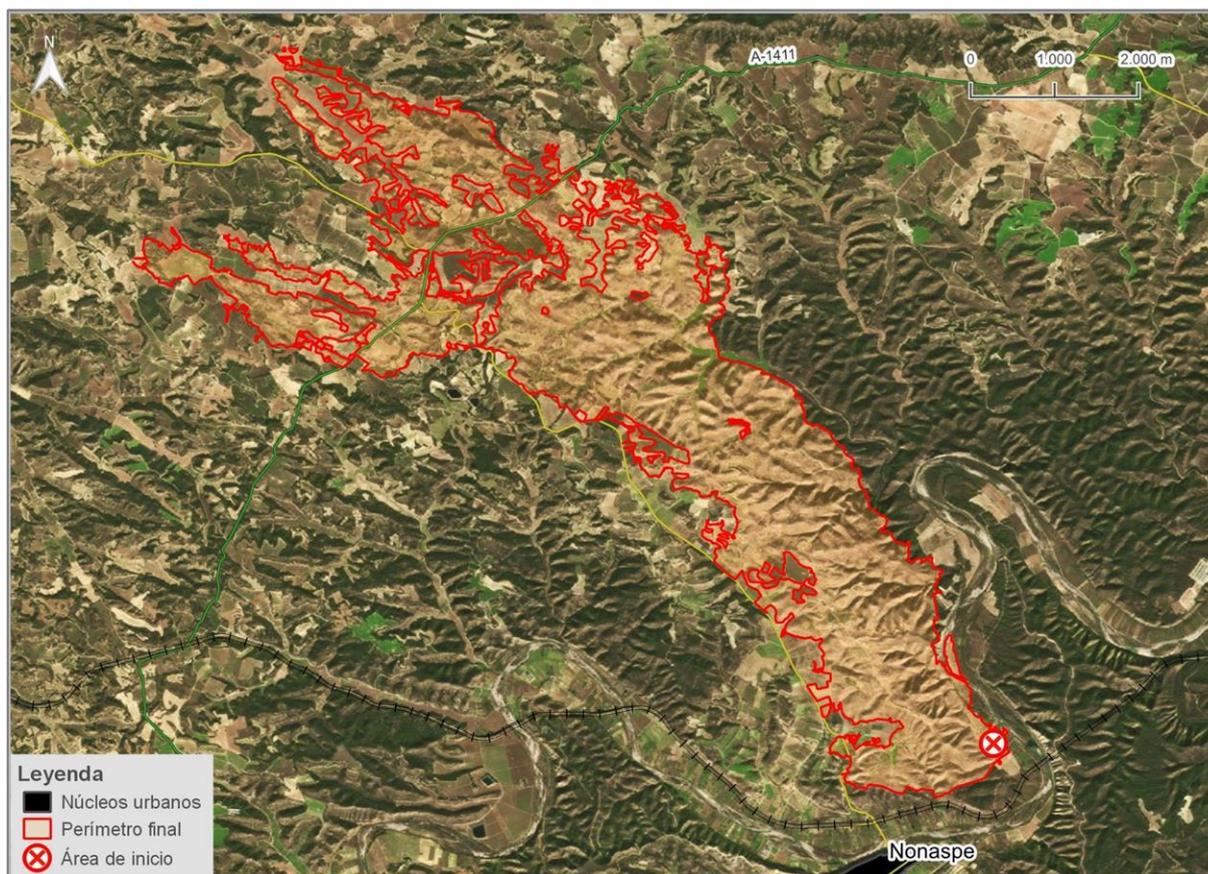


Figura 5: Extensión del Incendio sobre Ortofoto 2023 Pnoa máxima actualidad

Aunque la mayor parte de afección es forestal, se vieron afectadas varias infraestructuras, como carreteras, casetas agrícolas, torres de campo, etc. La problemática más reseñable fue el corte de la circulación de las carreteras CV-923 y A-1411. Ambas carreteras se cortaron la misma tarde del incendio hasta días después, impidiendo a los vecinos, agricultores y ganaderos poder acceder a sus fincas. Periodo en el cual era necesario realizar labores de cosecha, riego, tratamientos fitosanitarios y alimentación de animales.

Un punto sustancial de este incendio era la potencialidad del mismo, para el día 18 se esperaban fuertes vientos del suroeste que, con suficiente carga de combustible, podrían haber continuado su expansión y sobrepasado el embalse de Mequinenza. El incendio pudo ser estabilizado antes de que se produjeran dichos vientos.

A las pocas horas de su inicio se decretó la situación operativa 1 nivel 1 del PROCINFO, debido a su rápido crecimiento y desfavorable previsión de la evolución de las condiciones meteorológicas.

Durante el día 17 la perspectiva del control del incendio forestal resultaba complicado y su avance amenazaba a más infraestructuras, se decidió subir la situación operativa 2. Esta situación entre otras características permitió activar la unidad militar de emergencia (UME) para ayudar a detener el avance y vigilar el perímetro del incendio. Debido a las previsiones desfavorables el día 17 sobre las cinco de la tarde se corta la carretera nacional N-211 entre Caspe y Mequinenza. A última hora de ese mismo día se decretó el nivel de protección civil 2, debido a la previsible evolución desfavorable que obligó a evacuar el camping *Lake Caspe* al norte del incendio.

Este incendio se caracteriza por tener más de **21 km de perímetro** en sus primeras 6 horas. Un incendio forestal que llegó a calcinar 2.036,22 ha a lo largo de cinco días de finales de la primavera de 2022 dándose por controlado el 21 de junio a las 7:05 horas. y extinguido el día 22 a las 19:30.

Tabla 5: Situaciones operativas y niveles de Protección Civil durante el incendio

Situación Operativa	Fecha	Hora Minuto
SO 0 Nivel 0 (Detección)	16/06/2022	14:14
SO 1 Nivel 1	16/06/2022	17:13
SO 2 Nivel 1	17/06/2022	17:13
SO 2 Nivel 2	17/06/2022	20:00
SO 1 Nivel 1	19/06/2022	19:30
SO 0 Nivel 0	20/06/2022	12:00

En cuanto a término municipales afectados, existen solo dos, Mequinenza y Nonaspe. A pesar de empezar en el término municipal de Nonaspe el incendio calcinó dos tercios de su superficie en el término municipal de Mequinenza.

Tabla 6: Términos municipales afectados

Término Municipal	Superficie afectada (ha)	Superficie quemada respecto al IF(%)	Superficie quemada respecto al total (%)
Mequinenza	1.276,72	62,70%	4,15%
Nonaspe	759,50	37,30%	6,83%

Respecto a las superficies afectadas, su mayor parte fue superficie forestal (76,44%). Las cuales se calcinaron durante las primeras horas. Cabe destacar que según el Mapa Forestal de España (MAGRAMA 2009) la mayor parte de la superficie forestal es arbolada (68,17%). En particular la parte sur del incendio es principalmente forestal mientras la parte norte está formada por un mosaico agrícola-forestal, que condiciono las labores de extinción.

Tabla 7: Superficies afectadas por el incendio, Según Foto fija del INF3.

Uso		Superficie (ha)	Superficie (%)
Forestal	Forestal arbolado	1388,08	68,17%
	Forestal no arbolado	172,13	8,45%
	Total	1560,21	76,62%
No Forestal		475,98	23,37%
Total		2.036,22	100%

El incendio **afectó en su mayor parte a fincas privadas**, con más de un 50 % de superficie forestal calcinada en montes privados (Tabla 9). En el término municipal de Mequinenza, por ejemplo, el 93,89 % (1.198,82 ha) del área quemada (forestal y agrícola) fue de titularidad privada. En Nonaspe por su parte, el 30,72 % (233,39 ha) corresponde a superficie privada (forestal y agrícola).

Dos montes de utilidad pública (MUP) de la provincia de Zaragoza, se vieron afectados por el incendio, llegándose a calcinar el 20 % de la superficie del MUP 270 Blanco de Matarraña (tabla 8). El incendio también afectó a la Cañada Real de Fabada, en un tramo aproximado de 2,5km.

Tabla 8: Gestionado por el Gobierno de Aragón

Matricula	Denominación	Titular	Superficie afectada (ha)	Superficie afectada respecto al IF (%)
50000270	MUP Blanco de Matarraña	Ayto. de Nonaspe	445,96	21,90 %
50000432	MUP Riberas del río Matarraña Tramo II	Gobierno de Aragón	9,00	0,44 %
5016501	Cañada Real de Fabara	Gobierno de Aragón	19,16	0,94 %
Total			474,12	23,28%

Tabla 9: Superficie afectada en otras tipologías de montes.

Municipio	Tipología	Titular	Superficie afectada (ha)	Superficie afectada respecto al IF (%)
Nonaspe	Monte Privado	Varios propietarios	195,57	6,60 %
Nonaspe	Monte Público Patrimonial	Ayto. de Nonaspe	0,38	0,018 %
Mequinenza	Montes Público Patrimonial	Ayto. de Mequinenza	12,35	0,60 %
Mequinenza	Monte Privado	Varios propietarios	897,88	44,09 %
Total			1.106,18	51,31 %

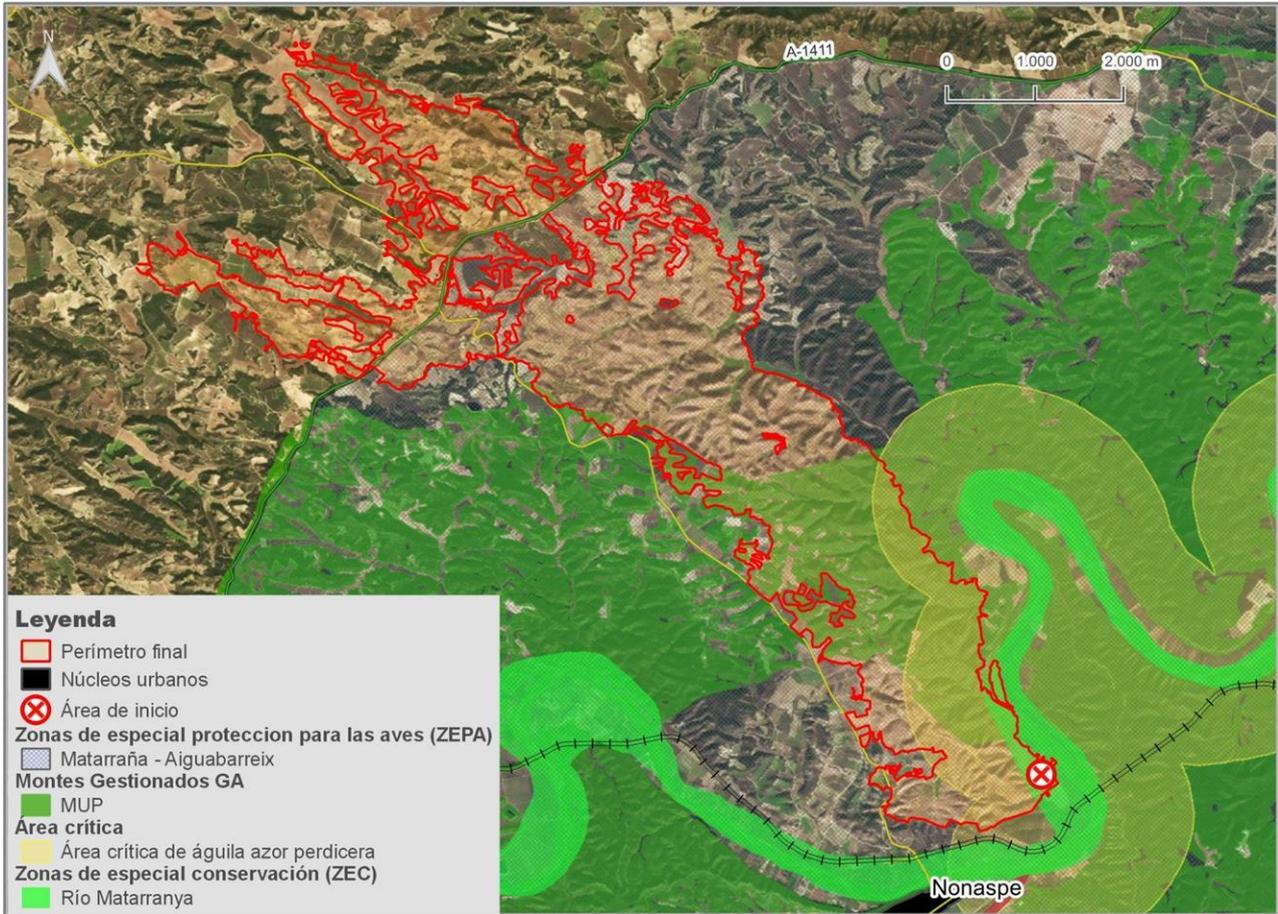


Figura 6: Zonas de protección afectadas por el incendio

También cabe reseñar que el incendio afectó dos zonas de la Red Natura 2000, una Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) y una Zonas de Especial Conservación (ZEC).

Tabla 10: Zonas de protección red natura 2000 afectadas

Zona de protección	Superficie afectada (ha)	Superficie respecto al total (%)
ZEPA Matarraña - Aiguabarreix	1.640,67	4,47%
ZEC Río Matarranya	34,18	1,72%

Otra zona de protección afectada por el incendio de especial importancia es el área crítica del águila-azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*). El incendio afectó a 314,83 ha de esta área crítica, aunque esto sólo supone un 1,46% de la superficie total protegida. Del mismo modo el incendio afectó en su totalidad al área de protección de águila-azor perdicera (*Hieraaetus fasciatus*), siendo la afectación porcentual similar al del área crítica.

Tabla 11: Zonas de protección de especies y área crítica

Zona de protección	Superficie afectada (ha)	Superficie respecto al total (%)
Área de protección águila-azor perdicera	2.036,22	1,5%
Área crítica águila-azor perdicera	314,83	1,46%

Movilización de recursos

Este incendio no se puede entender sin hablar de la simultaneidad de incendios en Aragón, ya que condicionó las estrategias y objetivos del mismo. Durante el día 18 de junio tres incendios se solaparon con las labores de extinción de Nonaspe, todos superiores a 10 ha, *Barbastro*, *Pradilla de Ebro* y *Castelserás*. Durante los días 19 y 20 otros 4 incendios superiores a 20 hectáreas, *Mainar*, *Bubierca*, *Sigües* y *Tornos*. Este último siendo un gran incendio forestal (GIF) en la provincia de Teruel, el cual obliga a enlazar todo el esfuerzo del operativo durante dos días más.

Todos estos incendios autonómicos, sumados a la situación vivida a nivel estatal (GIFs en Cataluña y Navarra) incidieron en los recursos que pudieron actuar en el incendio, resumidos en la tabla siguiente.

Tabla 12: Resumen de medios actuantes en el incendio del 16 al 21 de junio de 2022.

Recursos Humanos	Número
Técnicos	28
APNs	59
Brigadistas Terrestres	165
Brigadistas Helitransportadas	99
Conductores Autobombas	16
Conductores	5
Maquinista Bulldozer	6
UME	96
Tripulaciones aéreas	36
DPZ	12
Logística	12
Otros (G.civil, P.civil, Voluntarios)	24
Total	558
Recursos	Número
Medios Aéreos (ala fija y rotatoria)	20
Bulldozer	4
Autobombas INFOAR	8
Autobombas UME	12
Nodrizas UME y DPZ	4
Puesto de Mando	1

4. Meteorología

El comportamiento de un incendio forestal está determinado por diversos factores como la meteorología, la topografía, la carga de combustible y el contenido de humedad del mismo (NELSON, 2001). En este apartado se repasa como ha sido la meteorología los meses anteriores, la semana previa y los días que se produjo la emergencia, al poder influir en la propagación directa el día incendio. Las grandes propagaciones se suelen dar cuando la humedad del combustible fino vivo ligero se sitúa por debajo del 70-90 % (MARTÍNEZ y LAPESA, 2015).

4.1. Condiciones climatológicas anteriores al incendio

Los meses anteriores al incendio vienen caracterizados por un periodo de sequía creciente. Partimos de un periodo invernal y de inicio de la primavera algo más seco que las series históricas. Esto se ve agravado sobre todo por la falta de precipitación en los meses de mayo y junio, **reduciéndose las precipitaciones un 89,7%** respecto a la media en el periodo 1 de mayo al 16 de junio.

Tabla 13: Comparativa de precipitación histórica últimos 10 años

Periodo	Estación meteorológica	Precipitación acumulada 2022 (mm)	Precipitación Histórica (mm)	Diferencia (%)
1 enero - 16 junio	Fraga	126,6	185,5	-31,73%
	Massaluca	141,8	184,0	-22,93%
1 mayo - 16 junio	Fraga	8,4	52,6	-84,32%
	Massaluca	5,4	52,4	-89,7%

Para este análisis se han escogido las estaciones meteorológicas de Fraga y Massaluca (Aemet) que son las más cercanas y que disponen de una serie histórica de datos para poder realizar las comparaciones.

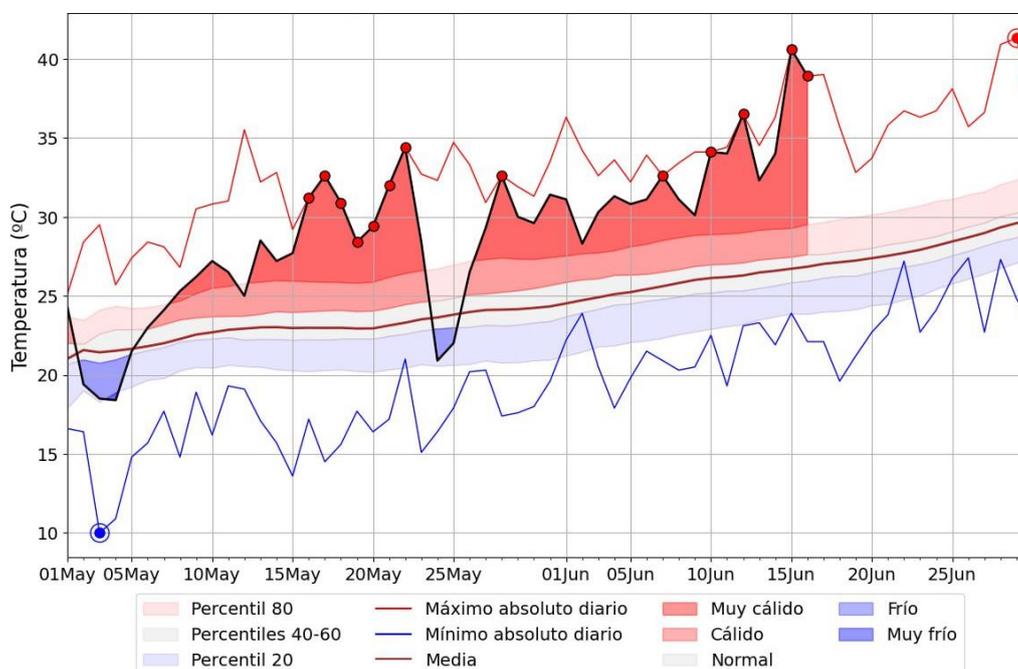


Figura 7: Evolución diaria de la temperatura máxima desde el 1 de mayo hasta el 16 de junio de 2022 en Massaluca (Tarragona) comparado con las serie histórica 2009-2020. Fuente AEMET

La gráfica de la Figura 7 presenta la evolución diaria de la temperatura máxima desde el 1 de mayo hasta el 16 de junio de 2022 en Massaluca (Tarragona) que es la estación más cercana a Nonaspe con más datos históricos. En la misma se compara la temperatura máxima diaria observada en 2022 con la climatología de las temperaturas máximas diarias del periodo 2009-2020. Como se puede observar en la gráfica, la mayor parte del tiempo los valores registrados en 2022 se mantuvieron por encima del percentil 80, especialmente en el mes de junio, registrándose en estos 47 días, 13 máximos climatológicos, 4 de ellos en la semana anterior al incendio (días 10, 12, 15 y 16 de junio).



Fotografía 2: Focos secundarios, en comportamiento de flanco saltando vales de cultivos mantenidos.

4.2. Condiciones meteorológicas de los días previos al incendio

Los días previos al incendio nos marcan la disponibilidad de los combustibles muertos (fino, medio y grueso), debido a la capacidad que tienen los mismos de adoptar la humedad ambiental. Para estos datos se ha escogido la estación meteorológica de Caspe (Aemet), siendo la más cercana al incendio. Las temperaturas tanto máximas como mínimas en la zona son bastante superiores a lo esperado en la época estival.

Tabla 14: Temperatura y humedad relativa máximas y mínimas en Caspe.

Fecha	T máx. (cº)	T min (cº)	Hr máx. (%)	Hr min (%)
12/6/2022	36,9	20,1	81	18
13/6/2022	36,1	20,3	68	20
14/6/2022	39,5	21,5	77	8
15/6/2022	41,4	21,6	70	12
16/6/2022	41,1	21,0	70	15
Mediana mes junio	31,0			29

Vemos que en los últimos 5 días previos al incendio los valores tienen a una tendencia a la reducción de la humedad relativa mínima asociada al aumento paulatino de temperatura. La recuperación de la humedad es muy justa, siendo decisivo la humedad relativa mínima los últimos cinco días del incendio por debajo del 20%.

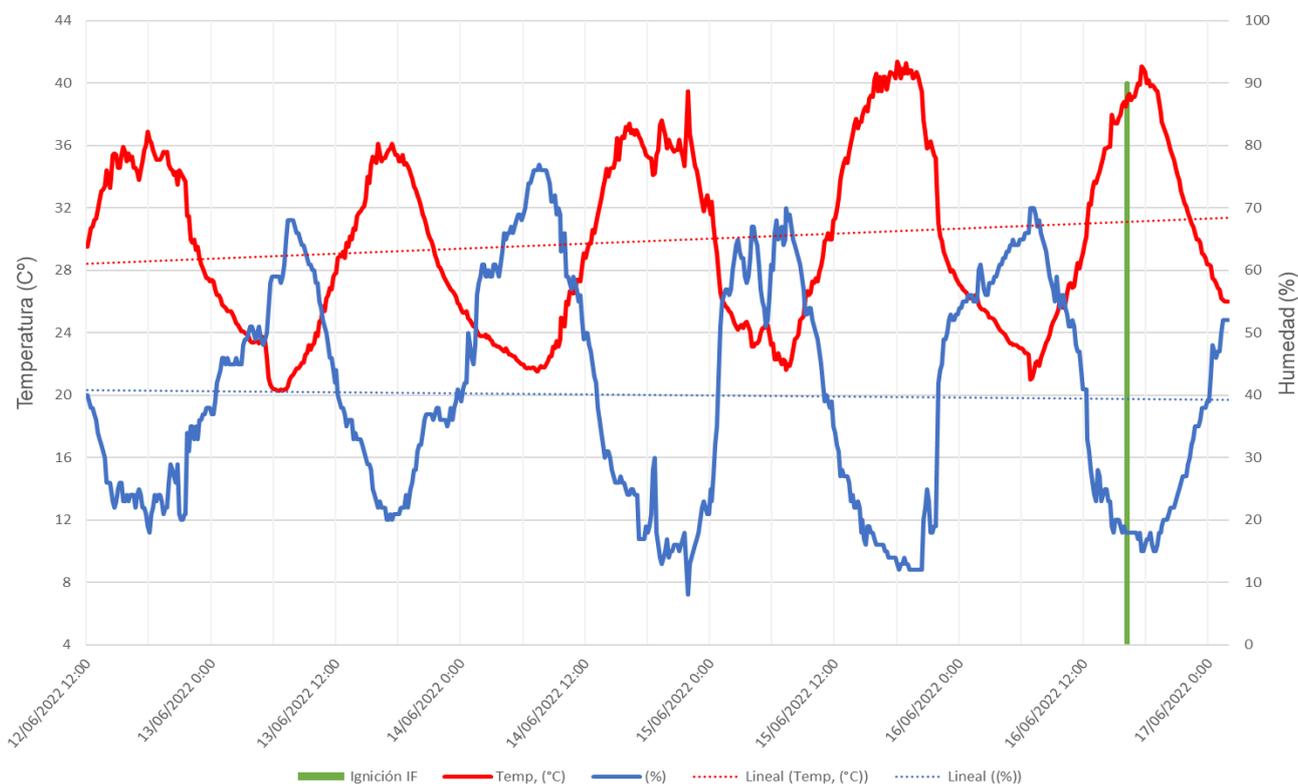


Figura 8: Gráfica temperatura y humedad relativa en Caspe los días anteriores al incendio, Fuente AEMET

4.3. Condiciones meteorológicas días del episodio

4.3.1. Situación Sinóptica

Como se ha indicado en la introducción la situación sinóptica los días anteriores del incendio fue de **masas de aire**, pasando el día 18 a una situación de sur que se convierte a partir del día 19 en Situación de suroeste sin difluencia. Se puede afirmar según la nota 3 de AEMET (Álvarez et al, 2011) que las situaciones de masas de aire engloban las situaciones más heterogéneas, siendo estas todas las situaciones en las que la velocidad del viento en altura (500 hpa) en el punto central es inferior a 5 m/s. Los fenómenos meteorológicos que ocurren estos días están muy influenciados por las características orográficas del terreno (convergencias de vientos, altitud, exposición, etc.) Estos días eran de esperar vientos o brisas, generalmente suaves, de componente SE carácter topográfico, ascendiendo por el valle del Ebro, con unos módulos de viento de 22,5 Km/h (percentil 90) según (Gobierno de Aragón (1), 2015).

Mientras que la situación sur del día 18, se esperaba un aumento del módulo de viento a 27,5 km horas (percentil 90), con el mantenimiento de las temperaturas máximas. Por último, a partir del día 19 evolucionó a situación del suroeste sin difluencia, en la cual se espera una propagación muy similar a la situación de a una situación de sur, pero con unos 5 grados menos de temperatura.

4.3.2. Temperatura y Humedad

Entre el 11 y el 18 de junio Aemet declaró la primera ola de calor del mes de junio, todavía en primavera, intensa, extensa y extraordinaria, siendo la de ocurrencia más temprana de la serie histórica. Los días del episodio vienen marcados por la misma tendencia de los días anteriores. Durante los días 16, 17 y 18 se mantiene las condiciones extremas llegando a **los 41, 8º el día 18 con una humedad relativa mínima de 9%** diurna, manteniéndose las elevadas temperaturas nocturnas, sin bajar de 22 ° C, durante las 4 primeras noches de incendio.

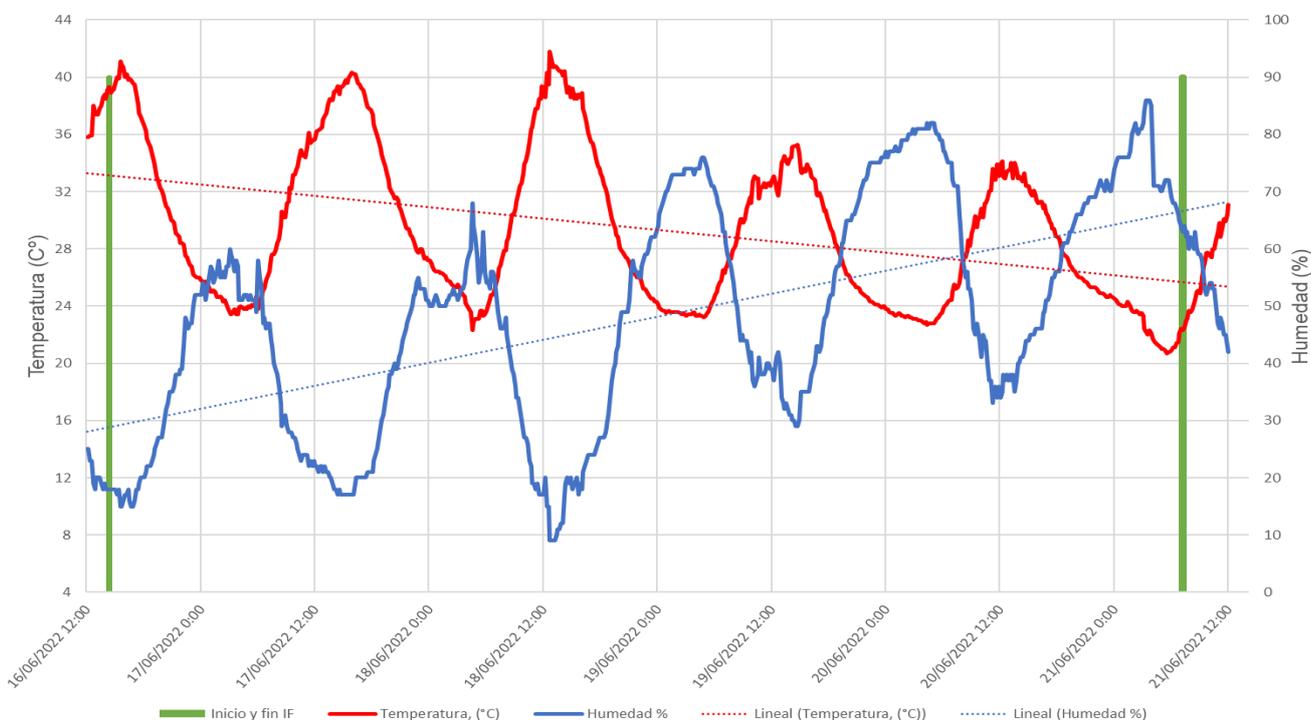


Figura 9: Gráfica temperatura y humedad relativa en Caspe los días del incendio, Fuente AEMET

Las altas temperaturas y bajas humedades con escasa recuperación nocturna durante los 3 días primeros días del incendio complicaron las tareas (16, 17 y 18 junio), el cambio de tendencia (ver Figura 9) y los trabajos de extinción encauzaron su estabilización a partir del día 19 de junio.

Tabla 15: Temperatura y humedad relativa máximas y mínimas en Caspe durante los días del incendio.

Fecha	T máx. (cº)	T min (cº)	Hr máx. (%)	Hr min (%)
16/06/2022	41,1	21,0	70	15
17/06/2022	40,3	23,4	60	17
18/06/2022	41,8	22,3	68	9
19/06/2022	35,3	23,2	76	29
20/06/2022	34,1	22,7	82	33
21/06/2022	33,6	17,5	98	32
Mediana Junio	31,0			29

Con respecto a la situación meteorológica de los días previos (Figura 8y Tabla 14) y los días del incendio (Tabla 15) en cuanto a la temperatura máxima y la humedad mínima, es muy reseñable las cifras extremas registradas con respecto a la mediana habitual en la serie 2010-2021 en la estación de Caspe. Llegando a registrar durante 7 días seguidos (12 al 18 junio) humedades relativas mínimas enmarcadas en torno al 15%, lo que supone estar en el percentil 1 de la HR min, es decir en el extremo de peores datos, siendo un 29% la mediana de la HR de los datos considerados.

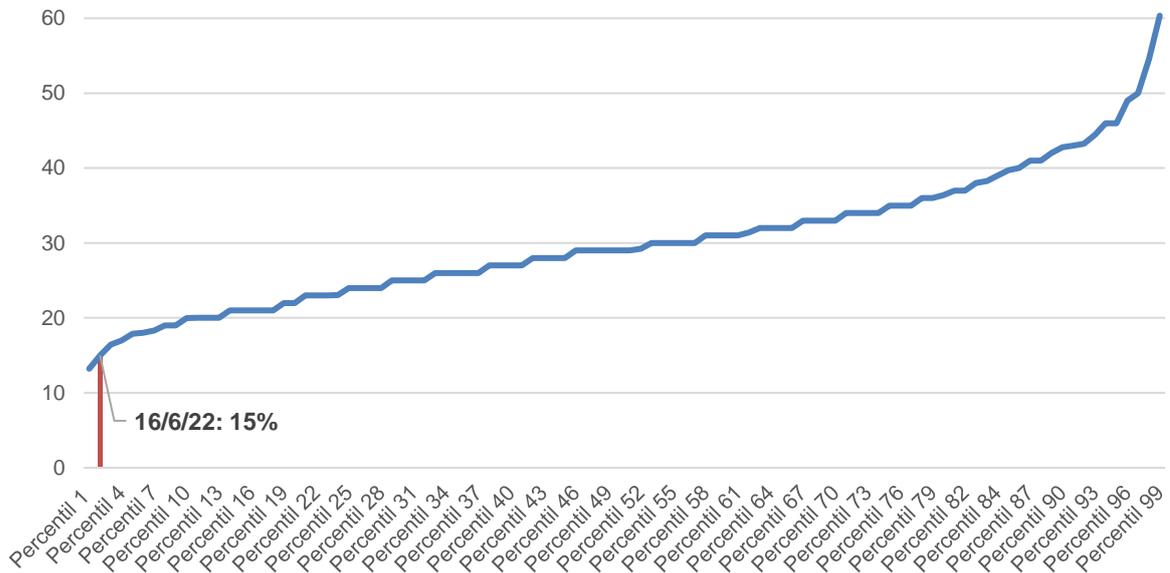


Figura 10: Percentiles HR min Caspe junio 2010-2021, Fuente AEMET

Lo mismo nos encontramos con la Temperatura máxima, registrando el percentil 99 el día del incendio y 5 días durante el episodio (14 al 18 de junio) con temperaturas máximas de 40 °C, lo que supone que durante esos días se registraron unas temperaturas máximas muy por encima de la mediana de la serie: 31 ° C.

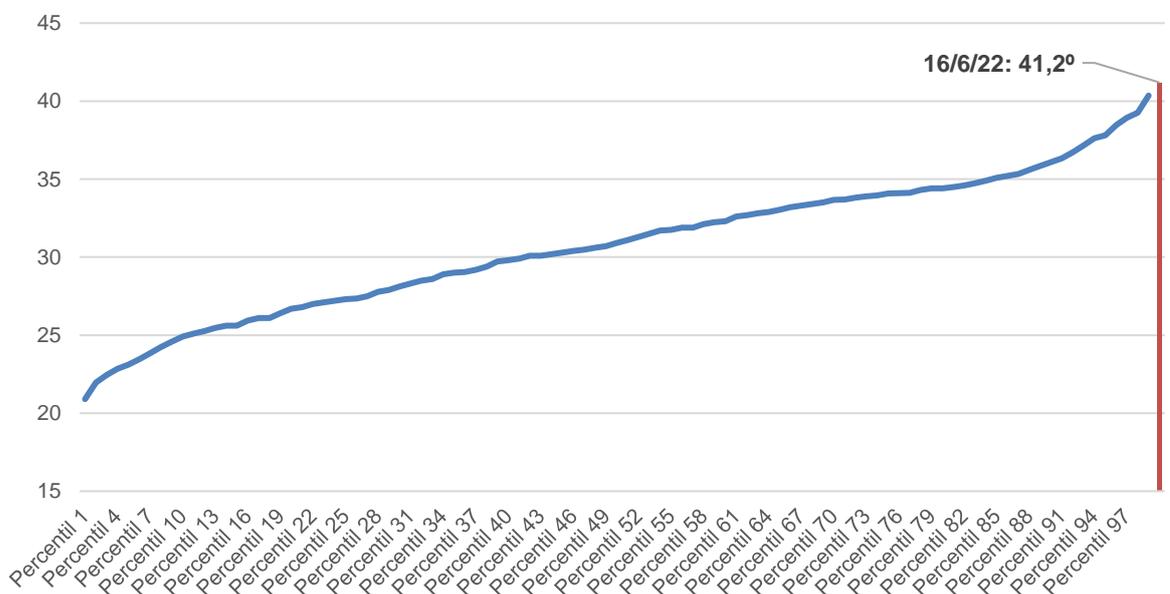


Figura 11: Percentiles T max Caspe junio 2010-2021 Fuente AEMET

4.3.3. Viento

El viento es un factor determinante en la evolución de este incendio. Como se puede observar en la gráfica (Figura 12) existe un aumento de la velocidad de viento sobre las 18:00 horas, teniendo una **velocidad media de 25 km/h y rachas que superan los 40 km/h**. Factor que nos determina la evolución tan impetuosa del incendio durante la tarde del día 16. Esta velocidad del viento es superior a la esperada según la situación sinóptica que nos acontece. La dirección del viento de la tarde del inicio del incendio es claramente **sur-este**. Los vientos topográficos hacen que durante la noche aparezcan vientos erráticos procedentes del enfriamiento del terreno asociado a la topografía.

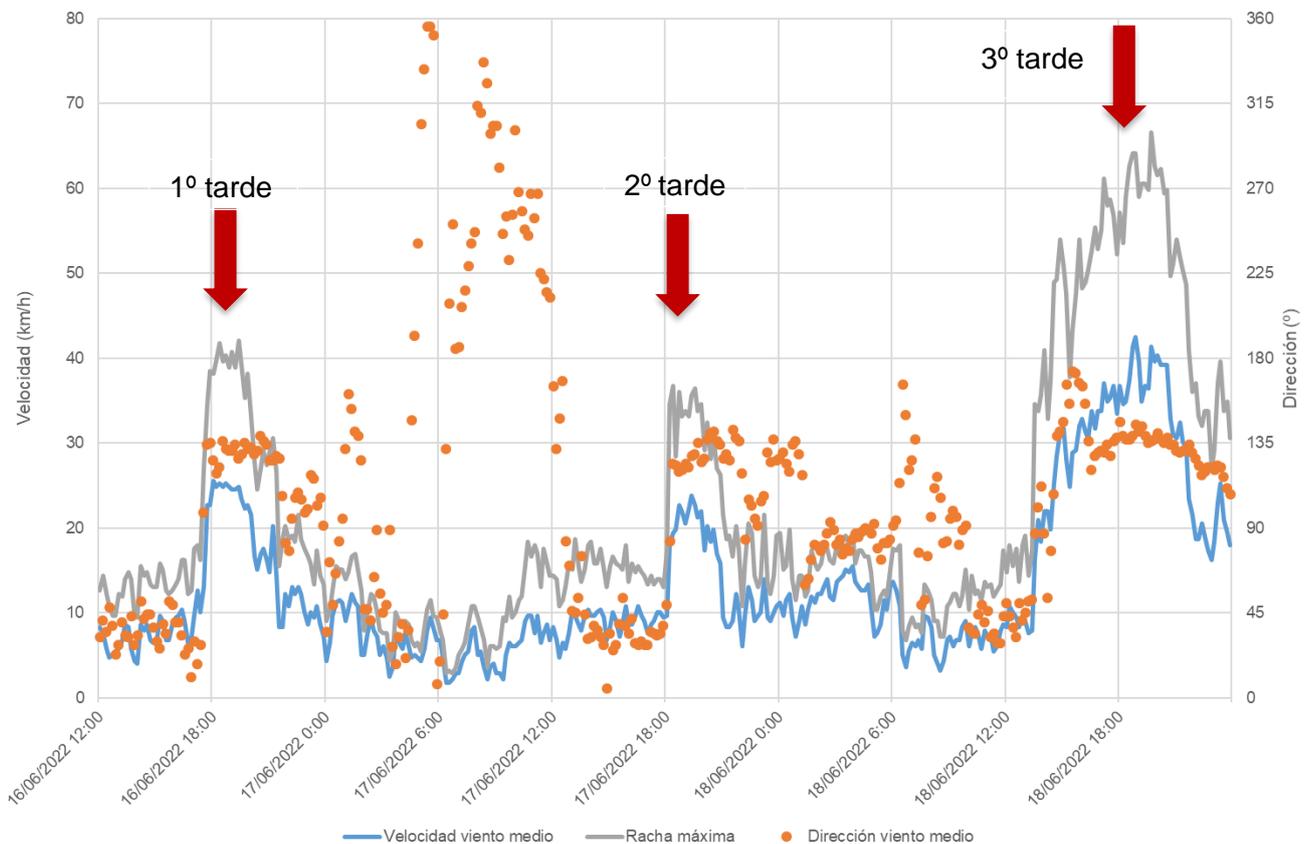


Figura 12: Velocidad y dirección del viento medio en Caspe para los días 16 y 17 de junio.

La gráfica de vientos nos muestra claramente el motor de inicio y arranque del incendio. La tarde del 16 de junio, es cuando se activa el viento y genera la mayor dispersión. Mientras que la tarde del 17 de junio el viento ocasiono reactivaciones en todo su perímetro. Por último, la tarde del 18 de junio genero una reactivación con apertura de flanco derecho. Todas con viento fuerte de SE.



Fotografía 3: Día 16 a las 17 horas, cola del incendio, fuente ACO ministerio

En la imagen de la fotografía se puede observar la columna tumbada asimilable a un incendio donde uno de los motores principales de propagación es el viento.

5. Valores de índice de peligro de incendios forestales

El día del siniestro coincidieron varios factores meteorológicos que provocaron entre otros la rápida dispersión del fuego. Esta potencialidad ya venía marcada por la publicación del Nivel de Alerta de Incendios Forestales (NAPIF) que elaboró y difundió la Dirección General de Medio Natural y Gestión Forestal del Gobierno de Aragón para el día en concreto. Para la zona del siniestro, Bajo Ebro Forestal, se le asignó el mayor nivel de Riesgo posible, el nivel de Alerta Roja.

Más en detalle, el NAPIF nos indicaba que la disponibilidad del combustible muerto era muy alta en la zona de incendios. Además, el día anterior hubo 8 incendios, de escasa entidad.

También nos avisaba de una atmósfera inestable que podía ocasionar incendios de carácter convectivo.

Las predicciones para los días posteriores no eran nada favorables, sobre todo para el día 28 que estaba previsto la entrada de fuerte viento del Sureste.

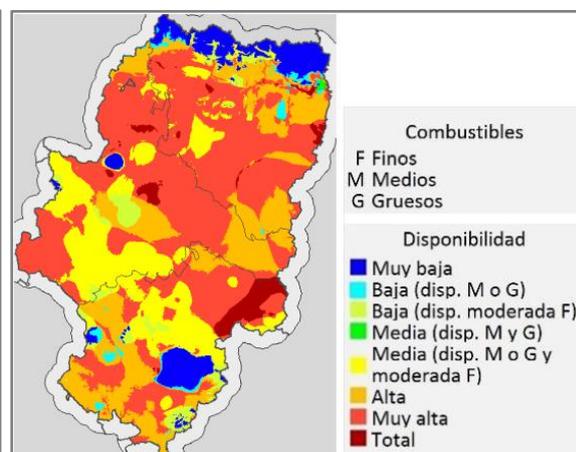
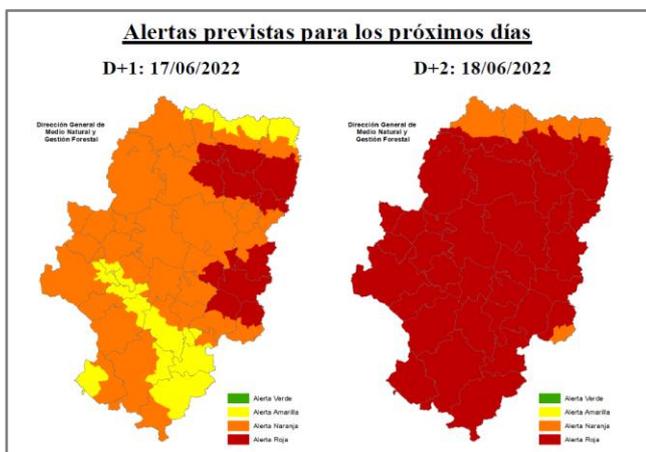
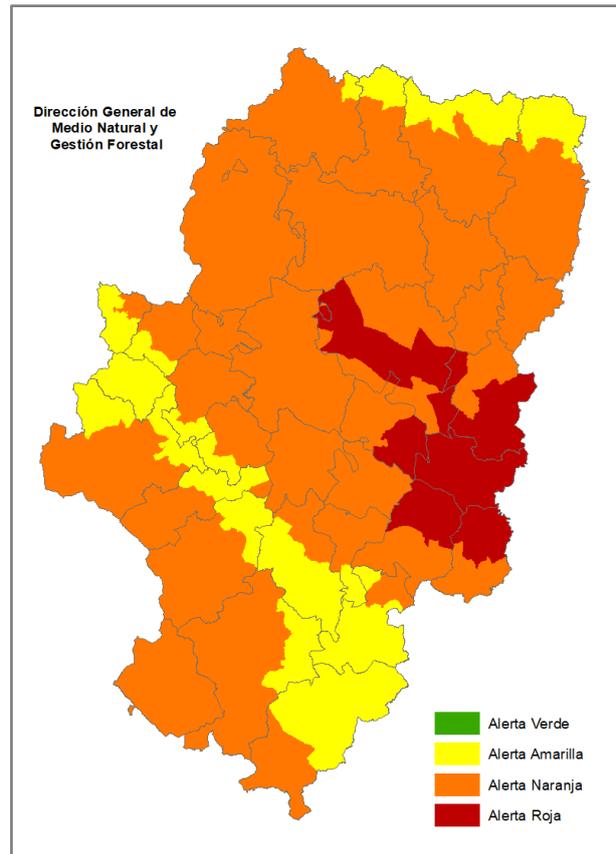


Figura 13: : Mapas de NAPIF publicados el día 16/06/2022

6. Análisis del comportamiento del fuego

6.1. Propagación del incendio.

Según el factor predominante en la propagación de un incendio, podemos hablar de incendios que se propagan por la topografía, el viento, o la convección (Castellnou et al., 2009). Estos factores no actúan solos, sino que en conjunto marcan el avance del fuego. A lo largo de la evolución del incendio podemos encontrar diferentes factores predominantes de propagación.

El incendio de Nonaspe, lo clasificamos como **Incendio topográfico alineado con viento** (Lázaro et al. 2016) ya que se ve influenciado principalmente por factores topográficos y de viento.

Podemos estructurar las fases de la propagación en:

- **Primera etapa.** En la cual predomina el factor topográfico (ver Fotografía 4).
- **Segunda etapa.** Cuyo principal motor de propagación fue el viento de componente SE, lo que generó un importante número de focos secundarios y propició que se quemara la mayor parte de la superficie.
- **Tercera etapa.** De reactivación de zonas debido al viento SE, ayudado por las altas temperaturas, baja humedad y la alta disponibilidad de combustible existente durante todo el periodo.
- **Cuarta etapa.** Contención del incendio cuando las variables meteorológicas fueron favorables.



Fotografía 4: **Primera etapa** de evolución día 16 a las 14:47, Fuente Lima 3

Las mayores carreras que genera el incendio son en su segunda etapa, propagadas por el viento, llegando a una propagación lineal media de **32 m/min.**

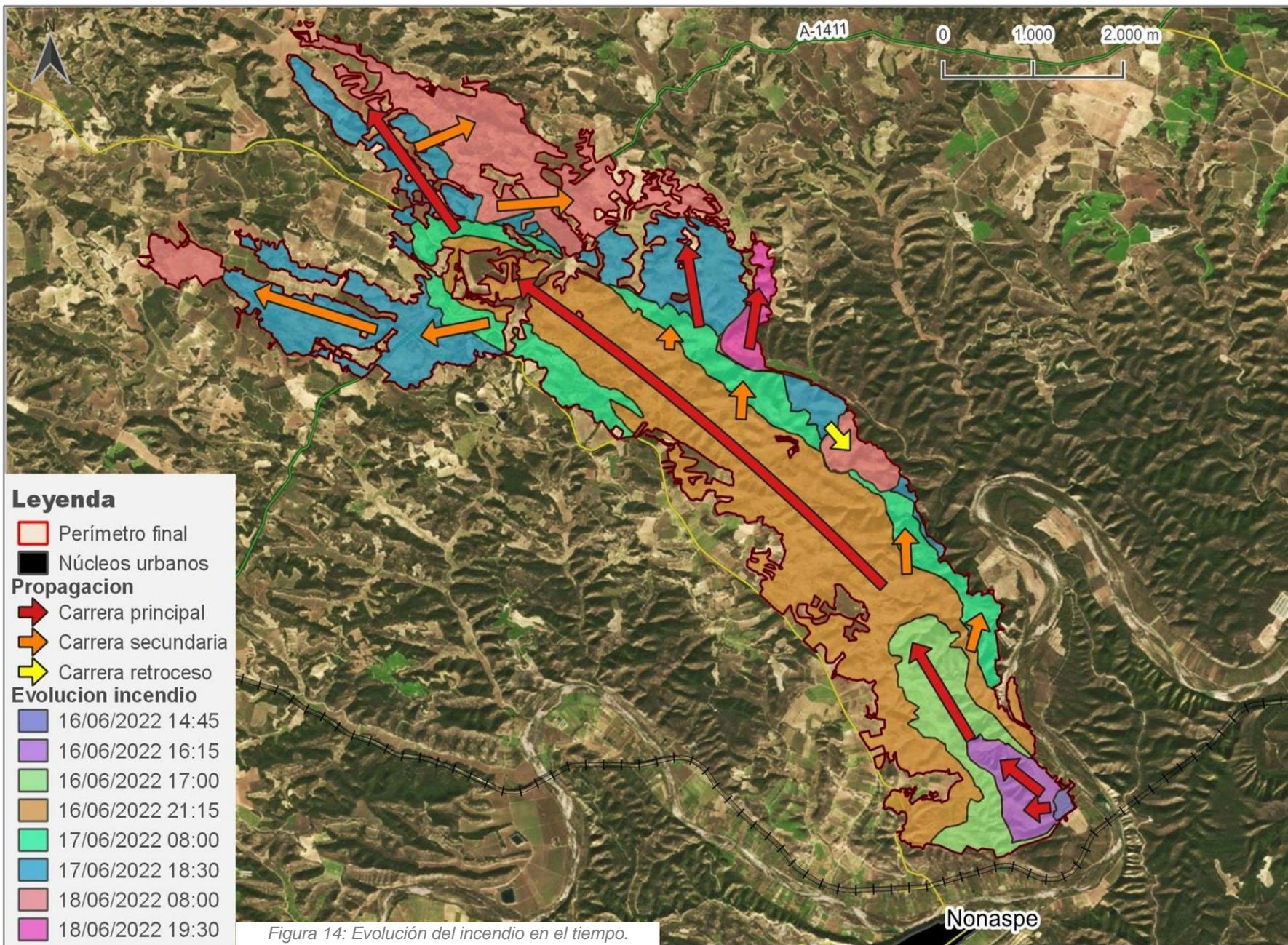


Figura 14: Evolución del incendio en el tiempo.

El cálculo de la evolución del incendio (isocronas) se ha llevado acabo con un minucioso estudio de las fotografías y videos georreferenciados, ubicación de medios, testimonios de intervinientes e imágenes satelitales. La velocidad media de propagación del incendio, desde el inicio (día 16 a las 14:14) hasta su fin (el día 18) es de 3,4 m/min y **38,19 ha/h.**



Fotografía 5: **Segunda etapa** de evolución día 16 18:23 horas, Fuente Hotel 0



Fotografía 6: **Tercera etapa** día 17 Reproducciones en flancos.

En los tramos más agresivos del incendio la **tasa de crecimiento llegó a las 202,67 ha/hora.**

Tabla 16: Tramos de la evolución de incendio, superficie calcinada y ratios de dispersión y avance.

Etapa	Fecha	Tramo (min)	Sup en tramo (ha)	Sup acumulada (ha)	Carrera máxima (m)	V media carrera máxima (m/min)	Tasa de crecimiento (ha/hora)
Etapa 1	16/06/2022 14:14	00	0	0	0	0	0
	16/06/2022 14:45	31	5	5	200	6,45	9,68
Etapa 2	16/06/2022 16:15	90	64	69	1144	12,71	42,67
	16/06/2022 17:00	45	152	221	1444	32,09	202,67
	16/06/2022 21:15	255	757	978	6.600	25,88	178,12
Etapa 3	17/06/2022 8:00	645	260	1.238	480	0,74	24,19
	17/06/2022 18:30	630	432	1.670	2.500	3,97	41,14
	18/06/2022 8:00	810	324	1.994	3500	4,32	24,00
Etapa 4	18/06/2022 19:30	690	40	2.034	1500	2,17	3,48
	21/06/2022		0	2.034	0	0	0
Media		3.196		2.034	11.947	3,74	38,19

A pesar de su viveza las velocidades de propagación son inferiores a los tres grandes incendios de Aragón (Luna 2015, Zuera 2008 y Calcena 2012)¹. En cuenta a la tasa de crecimiento máxima la situamos en 202,67 ha horas, también inferior a los incendios mencionados anteriormente, pero superior al incendio de Perdiguera 2019 (Gobierno de Aragón, 2019). La diferencia en las tasas de propagación se debe a que en el incendio de Nonaspe no hubo columna convectiva potente, como en los incendios de Luna, Zuera o Calcena. Esto en parte se puede achacar a que la carga de combustible no fue suficiente para generarla, favorecido por el mosaico agroforestal de la zona o por la velocidad del viento que no permitió que se desarrollara completamente. Aun así al inicio de la etapa 2 sí hubo un incipiente comportamiento convectivo que influyó en una propagación del incendio mucho más rápida de lo que se hubiera podido esperar por el efecto exclusivo del viento y la topografía.

Tabla 17: Tabla resumen tasas de propagación incendios de Aragón

Incendio	Fecha	Superficie quemada (ha)	V media carrera máxima	Tasa de crecimiento máxima
Luna	04/07/2015	13.889 ha	83,3 m/min	2.000 ha/h
Zuera	05/08/2008	2.513,60 ha	118 m/min	1.934,4 ha/h
Calcena	27/08/2012	4.674,11 ha	56,70 m/min	1.408,8 ha/h
Perdiguera	23/07/2019	868,55 ha	18,83 m/min	130 ha /h

¹ Gobierno de Aragón (3) 2015, Cacho et al 2009, Gobierno de Aragón 2012

6.2. Descripción del comportamiento del combustible al paso del fuego

Para comprender el comportamiento de un eventual incendio se hace imprescindible un amplio conocimiento de los combustibles existentes. Para poder sintetizar esta información, los combustibles se agrupan en “modelos”, definidos como “la caracterización de la vegetación bajo las pautas del comportamiento de la misma ante el fuego” (Rothermel, 1972).

En el año 2015 Aragón crea y caracteriza su propia clasificación (Gobierno de Aragón (2) 2015), consistente en 21 modelos de combustible, agrupados en las categorías Forestales, Agrícola e Incombustibles.

La zona afectada por el incendio está caracterizada por consumir un 76,62 % de forestal, según los modelos de combustible del Gobierno de Aragón. También existe un 23,37 % de superficie agrícola, esta se ubica principalmente la zona norte del incendio, en forma de mosaico.

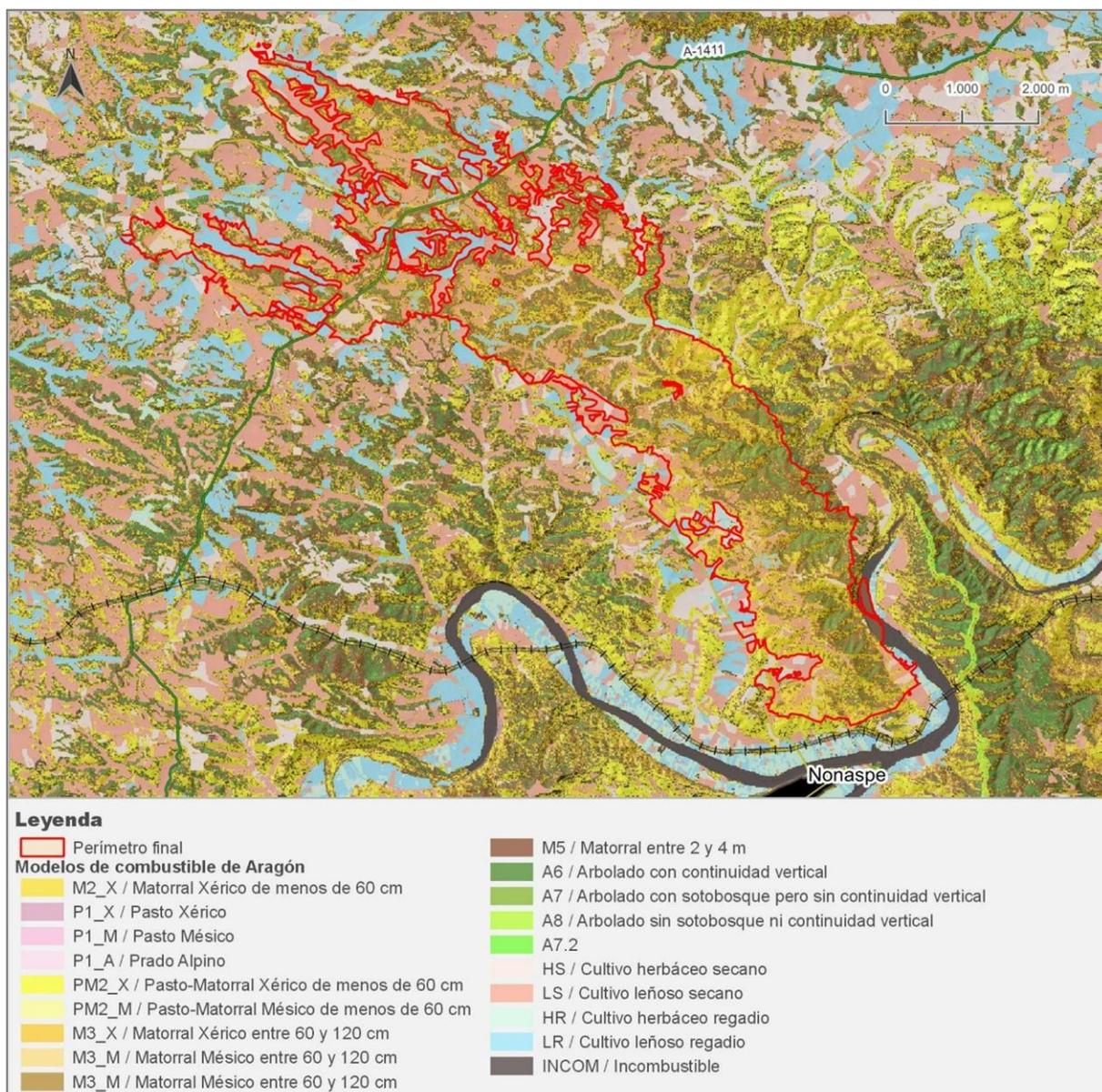


Figura 15: Modelos de combustible afectados por el incendio

Más de la mitad de la superficie afectada corresponde a zonas de arbustos matorrales y zona agrícola (54%), existiendo bastante dispersión en cuanto a modelos de combustible.

Tabla 18: Superficie afectada por modelo de combustible.

Tipo		Superficie (ha)	Superficie (%)
Pasto matorral	PM2_X / Pasto-Matorral Xérico de menos de 60 cm	349,36	17%
Matorrales bajos(249,69 ha, 12%)	M2_X / Matorral Xérico de menos de 60 cm	25,28	1%
	M3_X / Matorral Xérico entre 60 y 120 cm	224,41	11%
Arbustos y matorrales altos (543 ha, 27%)	M4 / Matorral entre 120 y 200 cm	173,66	9%
	M5 / Matorral entre 2 y 4 m	370,17	18%
Arbolado (284.1 ha, 14%)	A6 / Arbolado con continuidad vertical	249,85	12%
	A7 / Arbolado con sotobosque sin continuidad vertical	33,31	2%
	A8 / Arbolado sin sotobosque ni continuidad vertical	1,04	0%
Agrícola 555;7ha (27%)	HS / Cultivo herbáceo secano	129,32	6%
	LS / Cultivo leñoso secano	305,44	15%
	HR / Cultivo herbáceo regadío	17,00	1%
	LR / Cultivo leñoso regadío	103,71	5%
Incombustible	INCOM / Incombustible	53,67	3%



Fotografía 7: Modelos de combustible M3X, zona extensa de romero

Los modelos de combustible de matorrales en esta zona están constituidos principalmente por pino carrasco (*Pinus halepensis*) siendo la especie más afectada llegando a las 1.284,30 ha. Pies de pino carrasco de bajo porte acompañado de matorrales principalmente Romero (*Salvia rosmarinus*), pero con presencia de Aliagas (*Genista scorpius*), Coscoja (*Quercus coccifera*), etc. generando una continuidad y escalera óptima para la propagación del fuego.

Como se puede apreciar en la Fotografía 7, el comportamiento virulento del mismo al paso de las llamas. El humo negro nos indica la baja humedad que contenía el mismo haciendo que la combustión fuera completa.

El modelo de combustible que más quemó el incendio es el M5, correspondiente a **Matorral entre 2 y 4 m de altura**. Este modelo es el más desfavorable en cuanto a carga de combustible y capacidad de extinción. Gracias a su continuidad vertical y horizontal, así como a la distribución de cargas, el fuego corre por igual por todos los estratos, pero especialmente en los combustibles más gruesos. Tiene la más elevada ignitabilidad de todos los modelos, por la elevada carga de combustible fino muerto presente, y los combustibles medios y gruesos lo dotan de elevada combustibilidad. Con vientos moderados, en torno a 15 km/h, estaría fuera de capacidad de extinción



Fotografía 8: Detalle de modelos de combustible afectado. En primera línea LR, segunda M5 y detrás A6.

El cultivo leñoso afectado representa un 16% de la superficie, el cual fue una oportunidad para la extinción del incendio.



Fotografía 9: Modelos de combustible, primera línea HS, en el fondo M5 y A6

Otro factor importante que influye en la propagación en la actualidad de los incendios forestales son los cambios en la estructura y composición de la vegetación en los montes que se vienen produciendo en las últimas décadas, añadido a las nuevas infraestructuras instaladas en entornos forestales que pueden condicionar las labores de extinción.

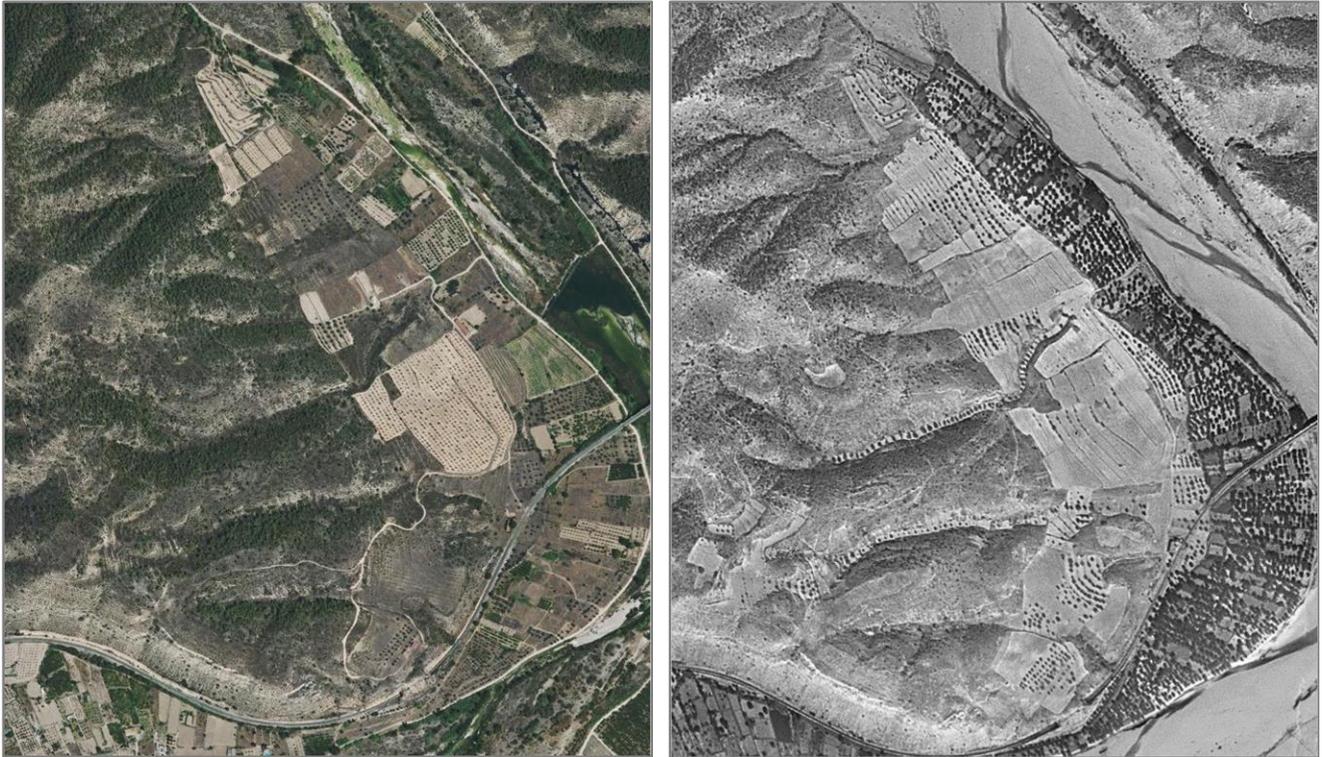


Figura 16 Comparativa zona de inicio entre ortofoto PNOA 2019 (izquierda) y vuelo americano 1956

Como se puede observar en la comparativa de imágenes, el abandono de los campos de labor propicia zonas de cultivos abandonados con vegetación de herbáceas o leñosas que favorecen la fácil propagación inicial.

A esto hay que añadir el aumento de masa forestal continua y la pérdida de zonas de oportunidad o corte dentro del monte al perderse los cultivos entre vales y dentro del mismo.

6.3. Influencia de la meteorología en el comportamiento del fuego

Como se ha indicado anteriormente las condiciones meteorológicas son factor clave para la dispersión de los incendios. En este caso, la falta de precipitación de los dos meses anteriores, sumado a las altas temperaturas y las bajas humedades de esos días predisponen el escenario para la dispersión de un gran incendio.

La tarde de inicio del incendio aflora un viento de componente sureste ($V_m = 25 \text{ km/h}$) que determinó, sumado a las condiciones de humedad y temperatura, a la disponibilidad del combustible y a la orografía de la zona, una gran carrera y un el eje de propagación hacia NW.

La conjunción de todos estos factores meteorológicos favoreció la gran potencialidad de propagación que tenía el incendio. Esta situación se muestra en los radiosondeos y explicada el NAPIF del día 16 de junio, la atmósfera estaba en una situación muy inestable durante el día y por la noche se apreciaba una inversión térmica. Estos factores son los que hicieron que el incendio se comportara de una forma incisiva durante el día y se adormeciera durante la noche. El segundo y tercer día de incendio, no fue hasta pasadas las 12:00 horas cuando se empezó a reactivar teniendo varias reproducciones, momento que se vió agravado por el aumento de viento.



Fotografía 10: Izquierda flanco derecho día 16 a las 21 horas. Derecha, Pirocumulo formado por el incendio en la primera etapa día 16 a las 16 horas

El radiosondeo NOAA mostrado con un diagrama Skew-T Log-P, del día inicial muestra una clara inestabilidad de la atmósfera a las 17 horas. La humedad de la atmósfera es seca. Una vez llegado el ocaso la atmósfera se vuelve estable, generando una inversión térmica. También podemos apreciar que no se registran vientos en altura, siendo los más fuertes en superficie.

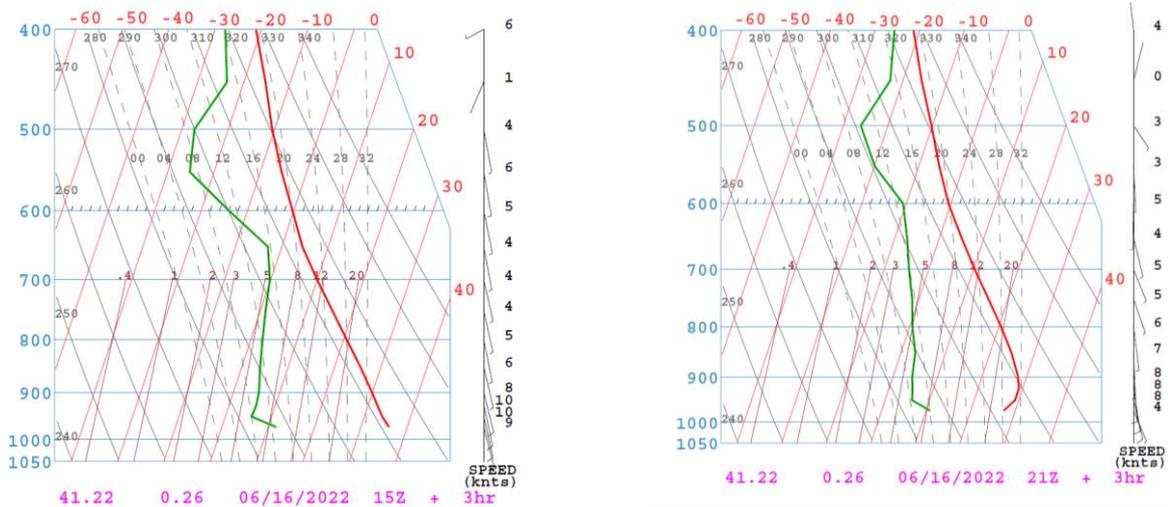


Figura 17: Radiosondeo del incendio día 16 Fuente NOAA

Durante el día 17 y el incendio amanece perezoso, hasta pasadas las 11 horas no se empiezan a reactivar los frentes activos. Se puede apreciar en el radiosondeo del NOA (Figura 18) que a partir de las 11 horas la atmósfera empieza a estar inestable. Por la noche vuelve a ocurrir de nuevo la inversión térmica apaciguando la virulencia del incendio.

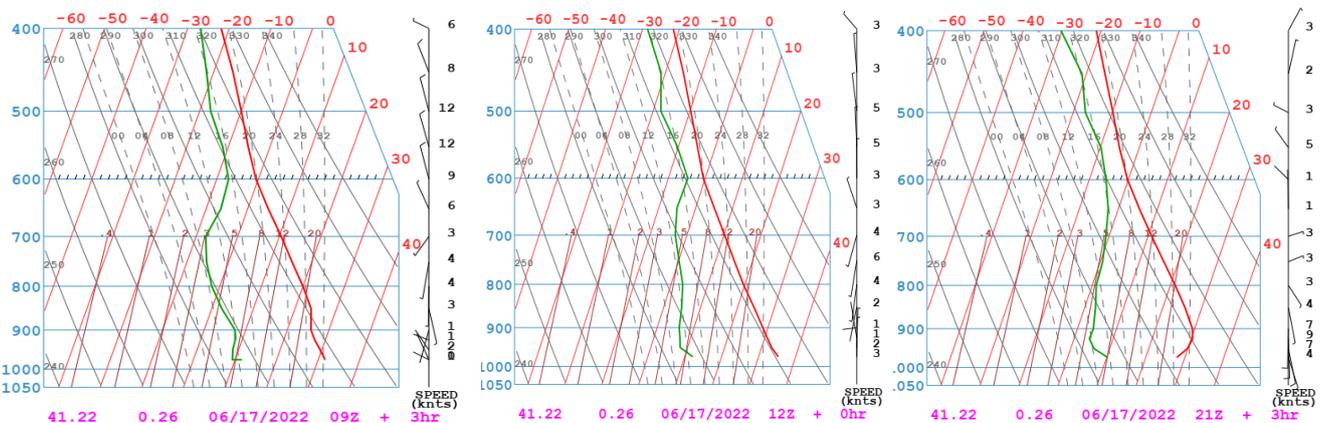


Figura 18: Radiosondeo NOAA día 17.

La afección de la meteorología se vió patente en este periodo provocando incendios que afectaron a la comunidad de Aragón en esas fechas. El día 13 se quemaron 25 ha en Rueda de Jalón, el día 14, 44 ha en Sierra de Luna. El día 15 se quemaron 16 ha en Valderrobres. Como se ha comentado en la introducción en días posteriores continuaron los incendios en la comunidad. El día 18 en Pradilla y Castelserás se calcinaron 55 y 43 ha respectivamente. Uno de los días críticos del mes fue el día 20 cuando se calcinaron 1.783,68 ha en Tornos, 50 ha en Sigüés y 22,50 ha en Bubierca.

Las afecciones por incendios forestales eran igual de malas o incluso peores fuera de la comunidad autónoma de Aragón. En el caso de Cataluña, comunidad autónoma cercana al lugar del incendio, se calcinó un total de 3.525 ha, en el mes de junio. Durante el día 16 tenían activos 3 grandes incendios, en Artesa de Segre, Castellar de la Ribera y Corbera d'Ebre con una afectación superior a las 1.100 hectáreas de terreno calcinado.

6.4. Influencia de la topografía en el comportamiento del fuego

La zona del incendio se sitúa en la parte más baja del Valle del Ebro aragonesa, los rangos de altitud varían poco encontrando estos entre 137 y 289 metros sobre el nivel del mar. A pesar de esta poca diferencia en rangos de altitud la pendiente media es alta, situándose en 20,37%, esto se debe a que la orografía en esta zona está bastante quebrada por pequeñas vales.

Las zonas del inicio del incendio tienen unas **pendientes elevadas**, factor que condiciona enormemente la evolución del fuego y condiciona las labores de extinción. En cuanto a la orientación divide el territorio casi en su totalidad en umbrías y solanas, existiendo más parte de umbrías.

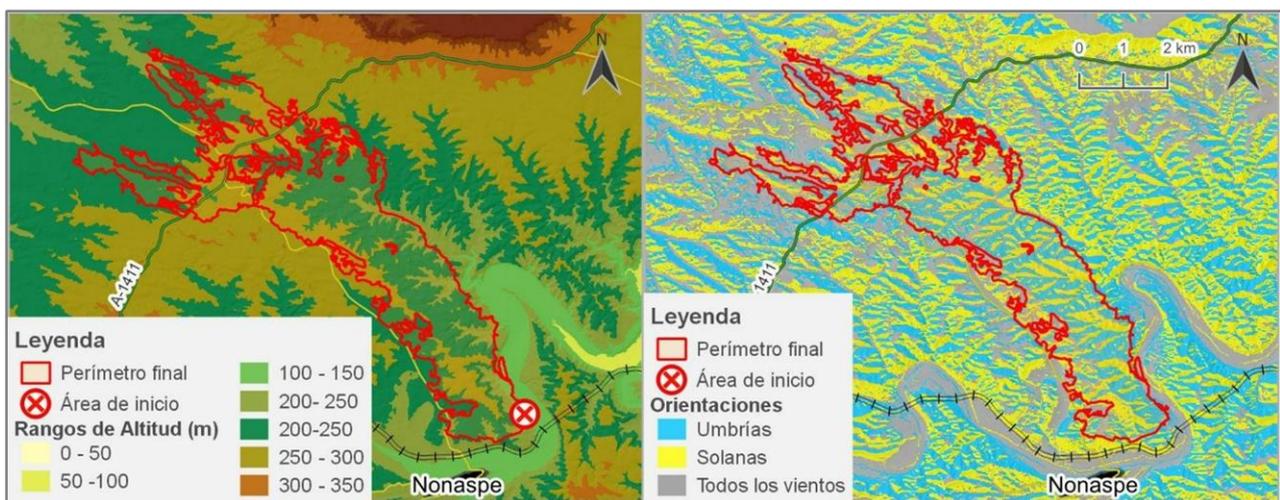


Figura 19: Rangos de altitud y orientaciones

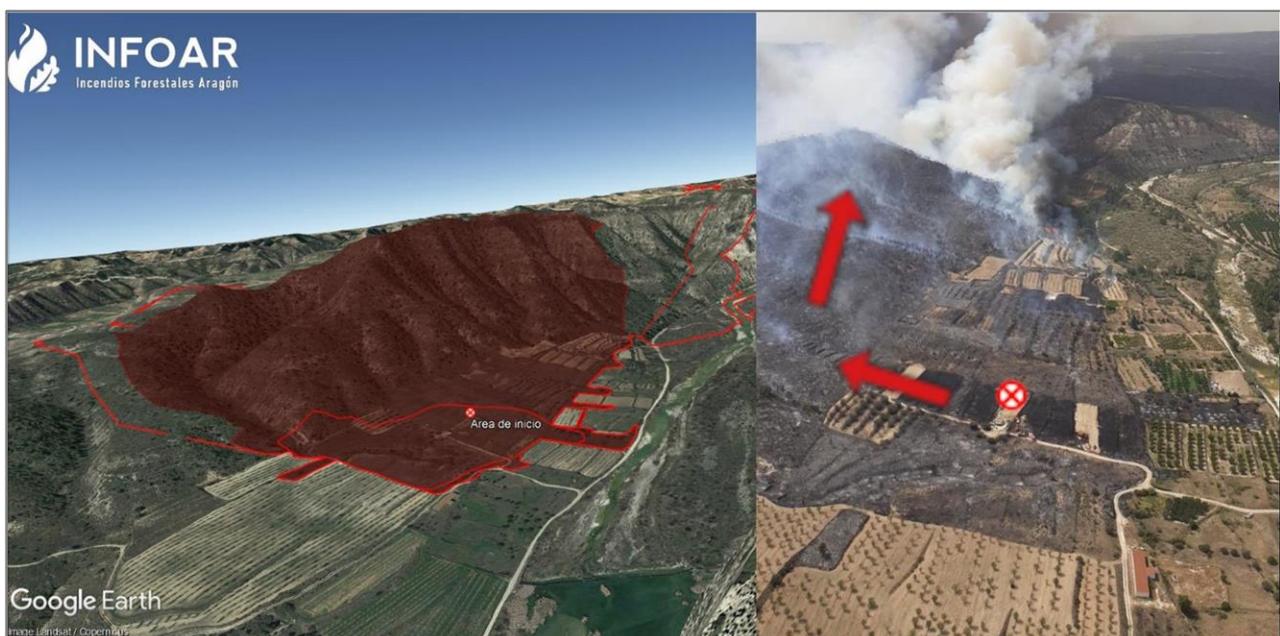


Figura 20: Evolución topográfica etapa 1, con visión de la etapa 2 con viento.

La primera etapa del incendio forestal viene condicionada principalmente por la topografía, factor que se puede observar en la Figura 20.

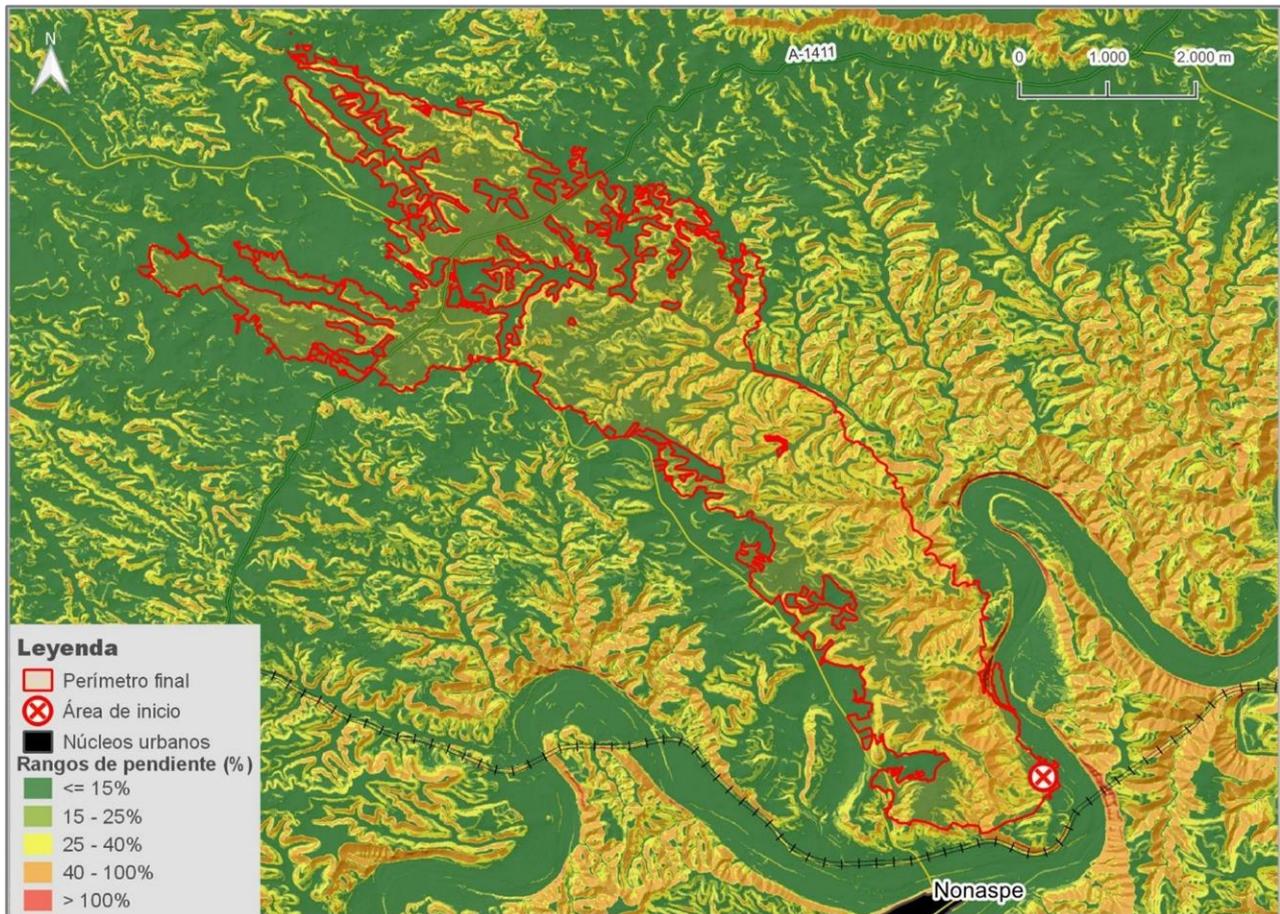


Figura 21: Rangos de pendiente en la zona del incendio

En la Figura 21 se puede apreciar las altas pendientes superiores al 40% en la zona este del incendio, factor que condiciona enormemente las labores de extinción. También se pueden apreciar la morfología de vales características de las zonas del valle del Ebro.

6.5. Influencias antrópicas en el comportamiento del fuego

La zona del Bajo Ebro Forestal tiene una parte forestal y otra agrícola muy diferenciadas, además de una tercera zona de una interfaz agrícola forestal un tanto difusa. El incendio empezó en una zona agrícola, rápidamente se extendió a zona forestal, finalizando en la interfaz agrícola-forestal antes nombrada.

Esta interfaz está caracterizada por tener pequeña infraestructura asociada a la misma, en algunos casos son pequeños almacenes de aperos, en otros la infraestructura más desarrollada como casetas de ocio. Como se aprecia en la Figura 20, en la parte norte del incendio hay bastante infraestructura de este tipo.



Fotografía 11: Incendio avanzando hacia infraestructura Agrícola

En la Figura 22 se puede apreciar el avance del incendio hacia infraestructuras agrícolas, estas estuvieron muy presentes en la labores de extinción, siendo un objetivo su defensa.

Existían infraestructura antrópica que limitó y ayudó al operativo de incendios forestales a parar la propagación de incendio, como es el caso de las carreteras. Un claro ejemplo es la carretera CV-923 paralela al eje de propagación del incendio, que limita la propagación del mismo en el flanco izquierdo. Otro caso diferente es el de la carretera A-1411 que el incendio la alcanzó de forma perpendicular a su eje, haciendo imposible cualquier defensa. También se encontró afectada la CV-15, carretera que se encontró afectada por el incendio en su tramo inicial.

En la zona del incendio esta la línea eléctrica de Valdepilas Almatret que dificulto las labores de extinción en su zona de actuación, ubicándolas en la cabeza del incendio. Limitando el uso de medios aéreos y los trabajos cercanos de los medios terrestres.

Debido a la afección a bienes y personas en el incendio se declaró el **nivel 2 de protección civil**. El día 17 en la reunión del CECOP se decide la evacuación de forma preventiva el camping Lake en Caspe, ante una posible evolución negativa del incendio. Por suerte el fuego quedó lejos del mismo y pudo ser realojado días después. También por el mismo motivo se cortó la N-211 desde el punto kilométrico 287 al 311.

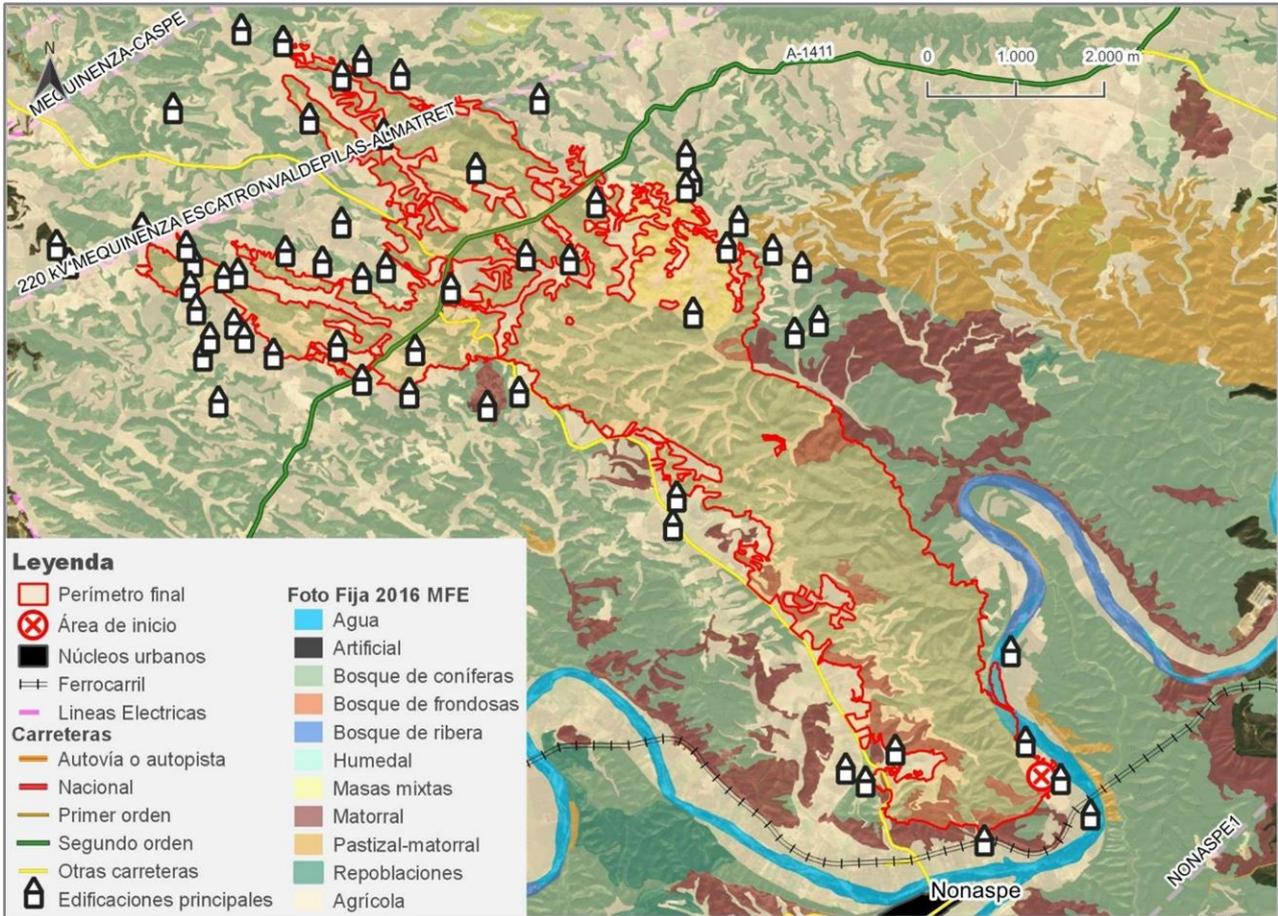


Figura 22: Infraestructura antrópica del incendio

7. Teledetección, huellas del fuego, severidad

El mapa de severidad de incendio (grado de daño sobre la vegetación) ha sido calculado a partir de imágenes del satélite Sentinel-2 de la UE. Se utilizaron imágenes del día 14/06/2022 y del 29/06/2022 como pre y post incendio. El índice de severidad representado es el RdNBR. Para el cálculo de dicho índice se ha seguido la metodología indicada en el apartado 10.1.

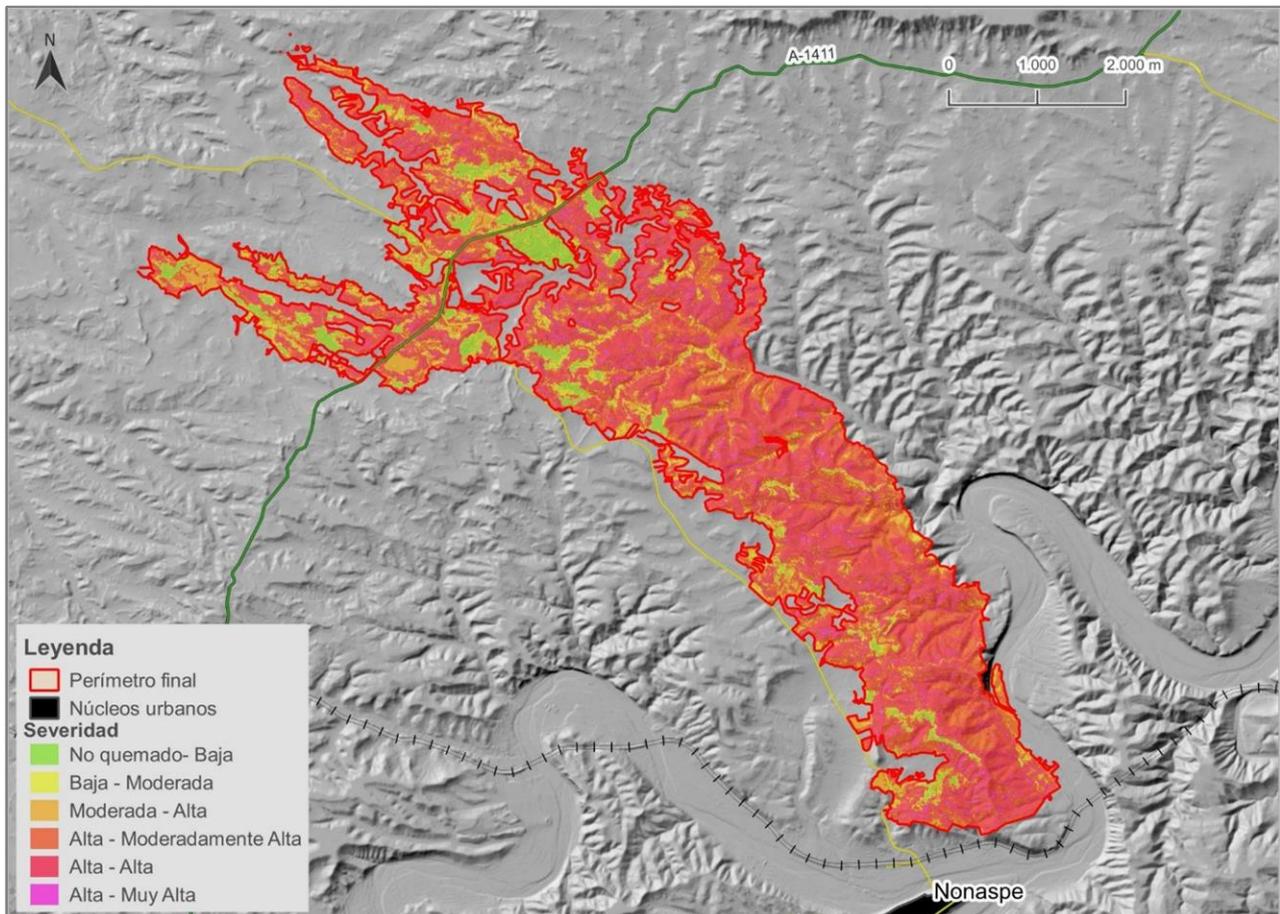


Figura 23: Grados de severidad del incendio

Como se puede apreciar en la Figura 23 y en la Tabla 19, la mayor parte del incendio quemó en severidad Alta y moderada-Alta, esto se corresponde principalmente con la zona descrita con el modelo de combustible M5. En la parte norte del incendio la severidad es menor, en gran medida por la existencia de parcelas de cultivo trabajadas, alguna de ellas de frutales las cuales estaban desprovistas de vegetación.



Figura 24: Izquierda imagen de satélite 3/21/2021. Derecha imagen satélite 11/10/2022 Fuente: Google earth. Zona de severidad Alta

En la Figura 24 se puede observar el grado de severidad mediante la comparación de ortofotos en una zona de severidad alta. Se aprecia la desaparición de la cubierta vegetal en las zonas de matorral bajo y la calcinación total de las masas arbóreas.

Por otro lado, las zonas de cultivo, afectadas en algunos pies e infraestructuras han sido reparadas por los propietarios.

Tabla 19: Superficie por grados de severidad del incendio

Categoría de Severidad (RdNBR)	Superficie (ha)	Superficie (%)
No quemado- Baja	128,27	6,30 %
Baja - Moderada	139,27	6,84 %
Moderada - Alta	241,14	11,84 %
Alta - Moderadamente Alta	541,65	26,60 %
Alta - Alta	928,68	45,61 %
Alta - Muy Alta	57,20	2,81 %

8. Datos de la extinción

Desde el instante que el Gobierno de Aragón a través del INFOAR tuvo conocimiento del incendio, dada la importancia forestal, las condiciones meteorológicas reinantes y la época de máximo peligro en la que sucedieron los hechos, se movilizaron los recursos tanto terrestres como aéreos más cercanos a la zona del incendio, para realizar un primer ataque y tratar de contener la propagación del mismo (Gobierno de Aragón 2014). A la llegada de los primeros medios aéreos tras el intento de contener el incendio en un primer ataque y ver que no era posible, se ejecutó un ataque ampliado con más medios y recursos, de tal modo que permitiera el control del incendio.

8.1. Infraestructura

En cuanto a las infraestructuras para la extinción de incendios la dividimos en tres grupos. Disponibilidad de agua, accesibilidad y zonas de oportunidad.

Disponibilidad de agua

Respecto a la disponibilidad de agua, hay una gran cantidad de balsas que se utilizan para el regadío de los cultivos del entorno. Las dimensiones y la cercanía al incendio de estas balsas de riego hacen idónea la utilización de helicópteros para la extinción, obteniendo cadencias de descarga bajas para el incendio. La carga de los hidroaviones se derivó al embalse de Mequinenza por cercanía y amplitud.

Esta cercanía de balsas y la cantidad de medios aéreos (20 mmaa) se consumió en 1.224 descargas de bambis de helicóptero y 159 descargas con FOCAs, lo que se tradujo en aproximadamente 2 millones de litros de agua utilizados con medios aéreos. A pesar de esta disponibilidad de agua hay que contar con la efectividad de las mismas. Con los datos meteorológicos registrados, la tipología y disponibilidad del combustible las descargas de medios aéreos no fueron lo efectivas que se pretendían.

Respecto a puntos de agua aptos para la carga de autobombas, se utilizó en un primer momento la carga en los hidrantes del propio pueblo de Nonaspe, siendo apoyados a lo largo de los días por varios vehículos nodrizas de la Diputación Provincial de Zaragoza (DPZ) posicionadas estratégicamente para evitar tiempos de desplazamiento para la carga de agua.

Accesibilidad

Respecto a las vías de comunicación la zona está bien comunicada por todas las vertientes con carretera, pero al tratarse alguna de carreteras comarcales hubo que tener en cuenta la ruta de entrada al incendio de ciertos equipos de maquinaria pesada para no tener problemas en las vías.

En la zona también existe una densidad aceptable de pistas en la que se pueden transitar los recursos terrestres.

La estrechez del perímetro permitió la fácil movilización de recursos entre flancos, al igual que la CV-105 sirvió de vía de contención y de entrada ágil para los recursos al incendio.

Por último, la zona no dispone de zonas creadas de forma explícita para la defensa de incendios forestales, pero la apertura reciente de una pista forestal cruzando de oeste a este toda la masa forestal ayudó a las labores de reconocimiento, posicionamiento, seguridad y logística.

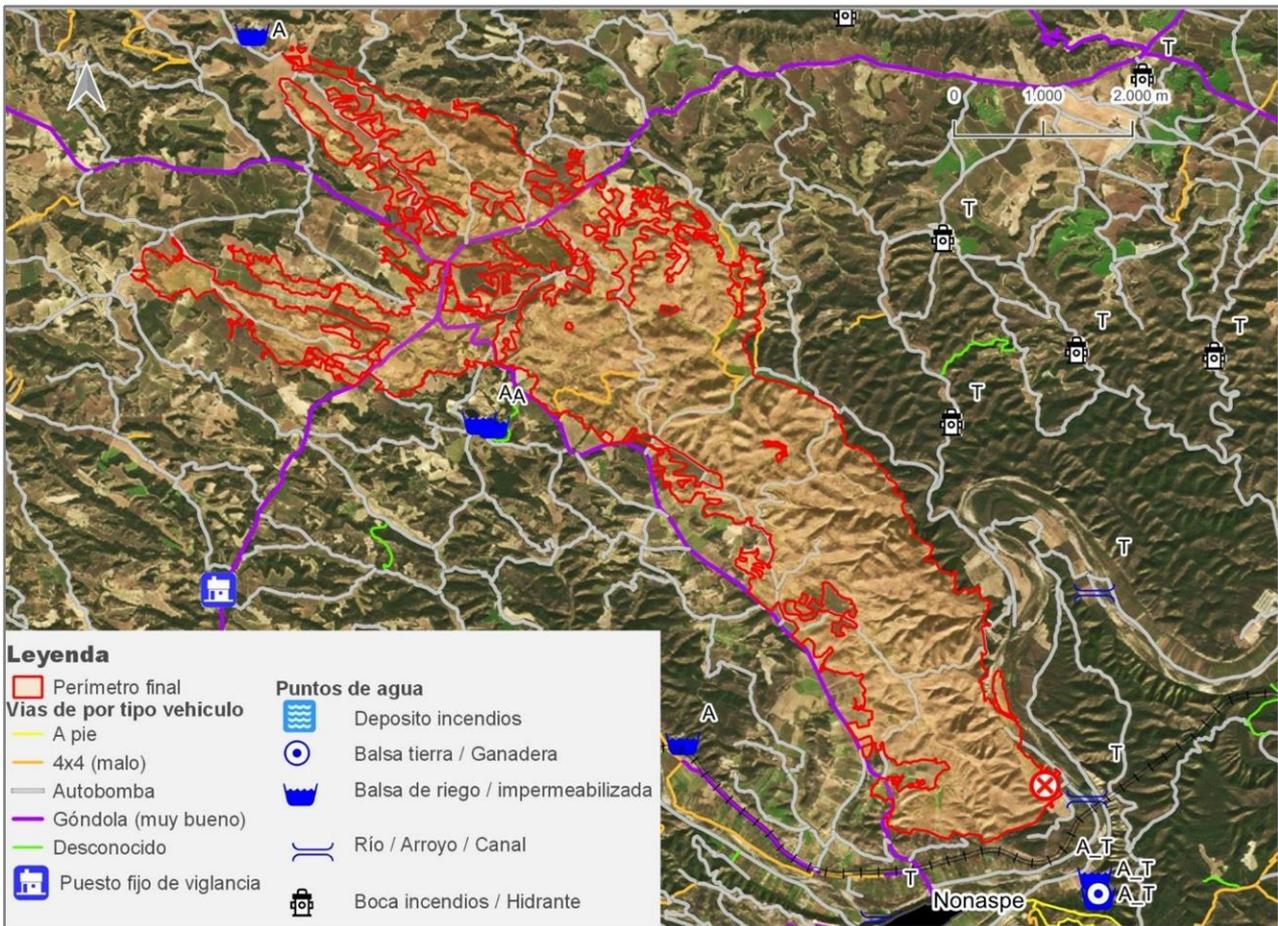


Figura 25: Infraestructura de extinción

Zonas de oportunidad

Como zonas de oportunidad antrópicas para el control del incendio se utilizaron; en flanco izquierdo la CV-105 unida a la tesela de cultivos agrícolas anexos, y el cauce del río Matarraña y los fondos de los vales cultivados en el flanco derecho.

Las pistas forestales, en perpendicular al eje de propagación al incendio, sirvieron de acceso y zona de comienzo de operaciones, pero nunca de contención directa del frente.

8.2. Cronología medios

Desde el momento del aviso se activaron los medios de forma ordinaria desde el Centro Provincial Operativo (CPO) de Zaragoza y el Centro Regional Operativo (CRO). Este consistió en Cuadrilla terrestre (Romeo 80) y Autobomba (Bravo 80) ubicados en Fabara, debido a la zona compleja para la extinción, seguidamente se activó el equipo compuesto por la cuadrilla helitransportada (Romeo 50) y el helicóptero de extinción (Lima 3) con base en Peñalba. A los pocos minutos de llegar los primeros medios, se tuvo constancia en CPO y CRO de la gravedad del incendio, se realizó un ataque ampliado con una cuadrilla terrestres, autobomba, cuadrilla helitransportada con un helicóptero. En menos de 4 horas ya había 15 medios trabajando en las labores de extinción del incendio, medios que continuaron durante la noche.

Desde el primer momento (15:00) se movilizó al Director Técnico de Extinción, con la implementación de todas las secciones de gestión de la emergencia (planificación y operaciones) con el soporte del Grupo de Apoyo al Director de Extinción (GADEX) y con el despliegue del Puesto de Mando Avanzado (PMA). La sección de logística de INFOAR también se activó esa misma tarde creando un Centro de Recepción de Medios (CRM) para la gestión de las necesidades de avituallamientos y materiales de los intervinientes desplegados.

Una de las pautas que se ha seguido en Aragón a lo largo de los últimos años es apoyo al trabajo de los medios aéreos a través de su coordinación, por ello desde el inicio del ataque ampliado hasta el cuarto día de extinción se movilizó al equipo de Coordinación de Medios Aéreos (CMA) embarcados en Hotel 0, sumado a la colaboración del ACO del Ministerio o el helicóptero de la UME.

Al día siguiente se reforzó el operativo superando los 30 medios durante el día y a 15 durante la noche.



Fotografía 12: Medios del INFOAR trabajando en el incendio , Izquierda R09 Derecha R50

El tercer día se dosificaron los esfuerzos a lo largo de la mañana y la tarde. Por último, el día 20 se realizaron labores de consolidación y vigilancia de una gran perimetro. Desde el cuarto día empieza una desescalada de medios de extinción que finaliza el día 22. Como se ha nombrado anteriormente los días 18 y 20 surgen otros incendios en Aragón, esto hace que medios aéreos se asignen a estos nuevos incendios.

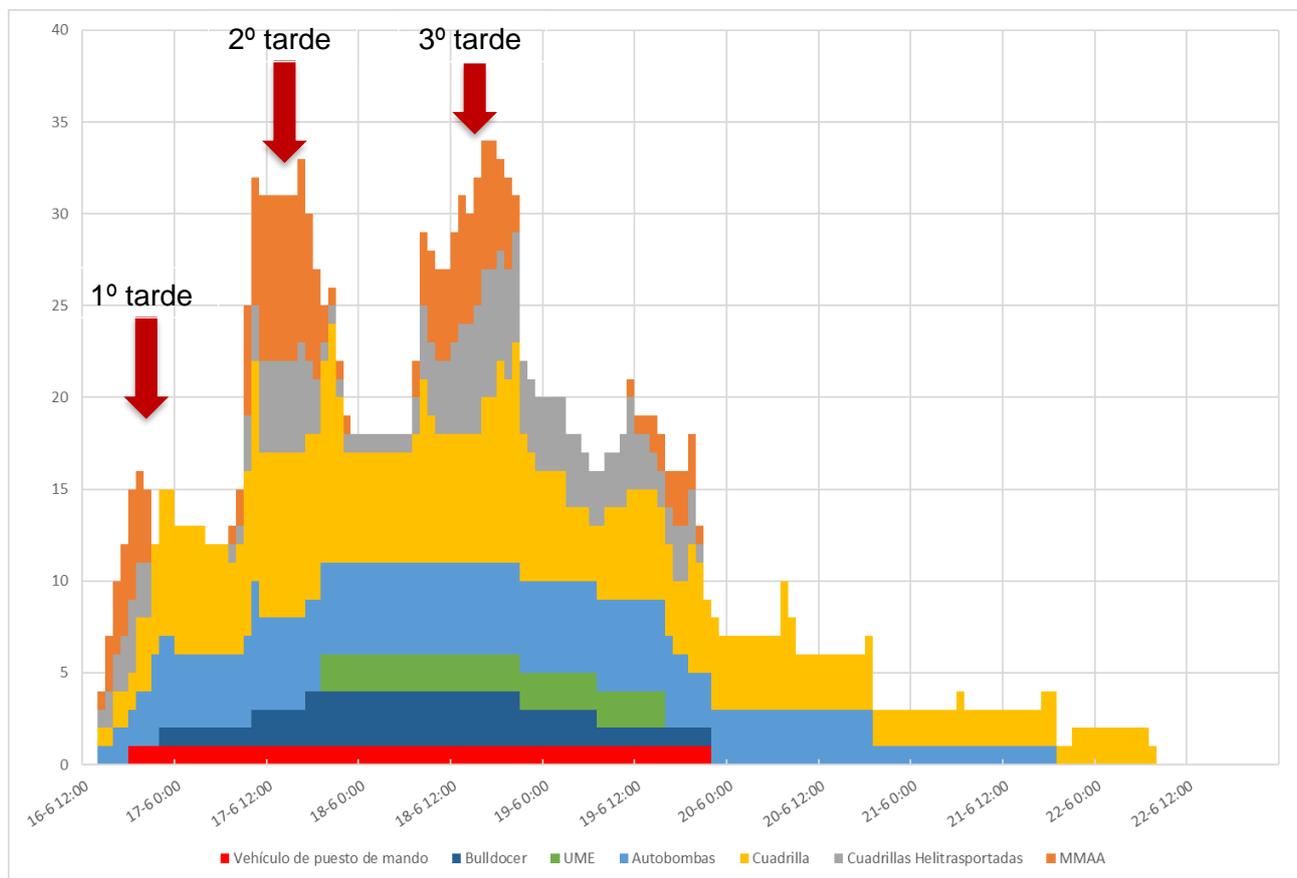


Figura 26: Gráfica de evolución horaria de medios de extinción

Hay que destacar que en este incendio se activó a la Unidad Militar de Emergencias para las labores de apoyo a la extinción, la cual estuvo trabajando durante 48 horas con dos secciones de forma ininterrumpida. Además de las secciones trabajaron con dos bulldozer y dos helicópteros del BHELEME II. Las unidades de la unidad militar de emergencias procedían principalmente del IV Batallón ubicado en Zaragoza y del III Batallón ubicado en Bétera (Valencia).

Además de los medios de extinción nombrados anteriormente también estuvieron en las labores de extinción desde el primer día bomberos de la Diputación de Zaragoza, proporcionando servicio de vehículo nodriza para la recarga de autobombas. Además de dos autobombas forestales y varios vehículos de mando.

Por otro lado, se activaron 4 buldócer ya que el terreno era bastante favorable para el desempeño de su función.

También hay que sumar los medios aportados por la asociación de Protección Civil del Bajo Aragón Caspe, los Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado en los Agentes de la Guardia Civil, los miembros y trabajadores de la entidades locales y comarcales y la colaboración muchos vecinos de los pueblos afectados.

Tabla 20: Turnos y número de recursos por tipo de medios en la operativa de la extinción

Recurso	Tipo de medio	Turnos o Número	
Director de Extinción	APN/Técnico Servicio Provincial Zaragoza	12 turnos	
GADEX	Técnicos de SP de Zaragoza, Huesca y Dirección General	14 turnos	
TCOPMA	Técnicos Apoyo PMA	8 turnos	
Técnicos prácticas	Técnicos SP Zaragoza	4 turnos	
APN (sin cuadrilla)	GLB, PMA o APN	20 turnos	
Medios Aéreos	LIMA. Helicóptero tipo 3 (bambi < 1000 l)	5 ud	68:10 h
	MIKE. Helicóptero tipo 2 (bambi 1000 a 3000 l)	2 ud	30:00 h
	MIKE. Helicóptero tipo 2 (BRIF Daroca y Prado)	4 ud	61:54 h
	MIKE. Helicóptero tipo 2 (Super Puma UME)	1 ud	02:00 h
	HOTEL. Helicóptero Coordinación (2 técnicos CMA)	1 ud	21:02 h
	Helicóptero Coordinación UME (1 técnico CMA)	1 ud	05:30 h
	FOCA: 1 ud Matacán, 1 ud Zaragoza, 1 ud Torrejón, 1 ud Málaga y 1 ud Talavera la Real	5 ud	46:25 h
	ACO. Avión de coordinación Muchamiel	1 ud	15:15 h
Medios Terrestres	R3. Brigada terrestre tipo 3 (5 ud + APN)	53 turnos	
	B1. Brigada helitransportada tipo 1 (16 ud + Tec) BRIF Daroca y Prado	4 turnos	
	B2. Brigada helitransportada tipo 2 (9 ud + APN)	4 turnos	
	B3. Brigada helitransportada tipo 3 (5 ud + APN)	13 turnos	
	Vehículo Puesto de Mando Avanzado (VPMA)	1 ud	
	Sección Logística	27 turnos	
Autobombas	C2. Dotación autobomba tipo 2 (1.000 -5.000 l)	45 turnos	
	C2 Dotación autobomba tipo 2 DPZ	2 ud	
	C1.Dotación autobomba tipo 1 (>5.000 l) Nodriza DPZ	2 ud	
Maquinaria Pesada	P. Equipo de maquinaria pesada	4 ud	
UME	2 secciones del IV batallón	92 ud 12 ATB 2 bulldozer 2 nodrizas	
Otros	Personal y vehículos ligeros y de mando de Bomberos de DPZ, Protección civil, Guardia Civil y Voluntarios.		

8.3. Tareas de extinción

Abordar las tareas extinción de un GIF es una tarea compleja donde cada incendio tiene sus peculiaridades que marcan los trabajos de contención por parte del operativo. El incendio forestal de Nonaspe se podría definir por estas particularidades:

- Primer GIF año 2022 y primero en Aragón desde Perdiguera en julio de 2019.
- Incendio forestal a finales de primavera. La primera vez según la serie registrada que tenemos un GIF en esas fechas en Aragón.
- Condiciones meteorológicas extremas prolongadas en el tiempo para los intervinientes y los medios. La exposición a altas temperaturas y humedades mínimas influyen en la operatividad de los recursos.
- Ubicación del incendio. La localización del incendio en la franja más oriental de la provincia de Zaragoza hace que la llegada de recursos sea más paulatina y estos tengan que recorrer más trayecto antes de llegar al incendio.
- Simultaneidad. Varios incendios en Aragón y en otras CCAA limítrofes condiciona la disponibilidad de recursos.

Con estas particularidades sumadas a las condiciones meteorológicas del día del incendio (viento SE, Temperatura elevada y Humedad relativa baja) que fomentaron la propagación, las tareas de contención del operativo se estructuraron de la siguiente manera.

Etapa 1 Ataque Inicial

No hubo opción de contener el incendio en su primera etapa, debido a la tipología y disponibilidad del combustible (cultivos abandonados), que generaron una rápida propagación por los campos y su llegada a las laderas expuestas con topografía favorable y vientos locales. Así a la llegada de los primeros recursos se encuentran con un incendio que tiene que pasar directamente de un ataque inicial a un ataque ampliado.

Etapa 2 Inicio Ataque Ampliado

Una vez que el incendio alcanza la etapa 2, las opciones de contención se reducen. La entrada de viento de SE, con módulos constantes de 25 km/h y rachas de 40 km/h, hace que el perímetro aumente rápidamente y entre en una fase de fuera de control. El replanteo de la situación dirige que los trabajos de los recursos se centren en defender infraestructuras y bienes, y comenzar los trabajos de contención desde unas líneas de control siempre ancladas.

En el flanco izquierdo se fija como estrategia que el incendio no cruce la carretera CV-923, fijándola como línea de control del flanco con el apoyo de los campos de cultivo mantenidos. Para el flanco derecho, se fija como estrategia la estabilización de la cola y evitar la apertura del flanco derecho en el val de la Sotonosa. La cabeza en esos momentos propaga libre, hasta tener ventana de oportunidad con la llegada a la zona de cultivos o la caída de la noche.

Durante la primera tarde se implementó y consolidó el despliegue del sistema de manejo de la emergencia con las diferentes secciones de intervención. También para la mejor gestión de los recursos y

estructuración de la emergencia **se sectoriza** el incendio, en recursos y en comunicaciones. Durante la primera tarde se sectoriza el incendio en cuatro sectores, dos por cada flanco. Llegando a organizar cinco sectores a durante el día 17 como se muestra en la Figura 27. El puesto de mando se situó en Nonaspe, zona estratégica y segura que permitió coordinar de una forma eficiente las actuaciones en el incendio.

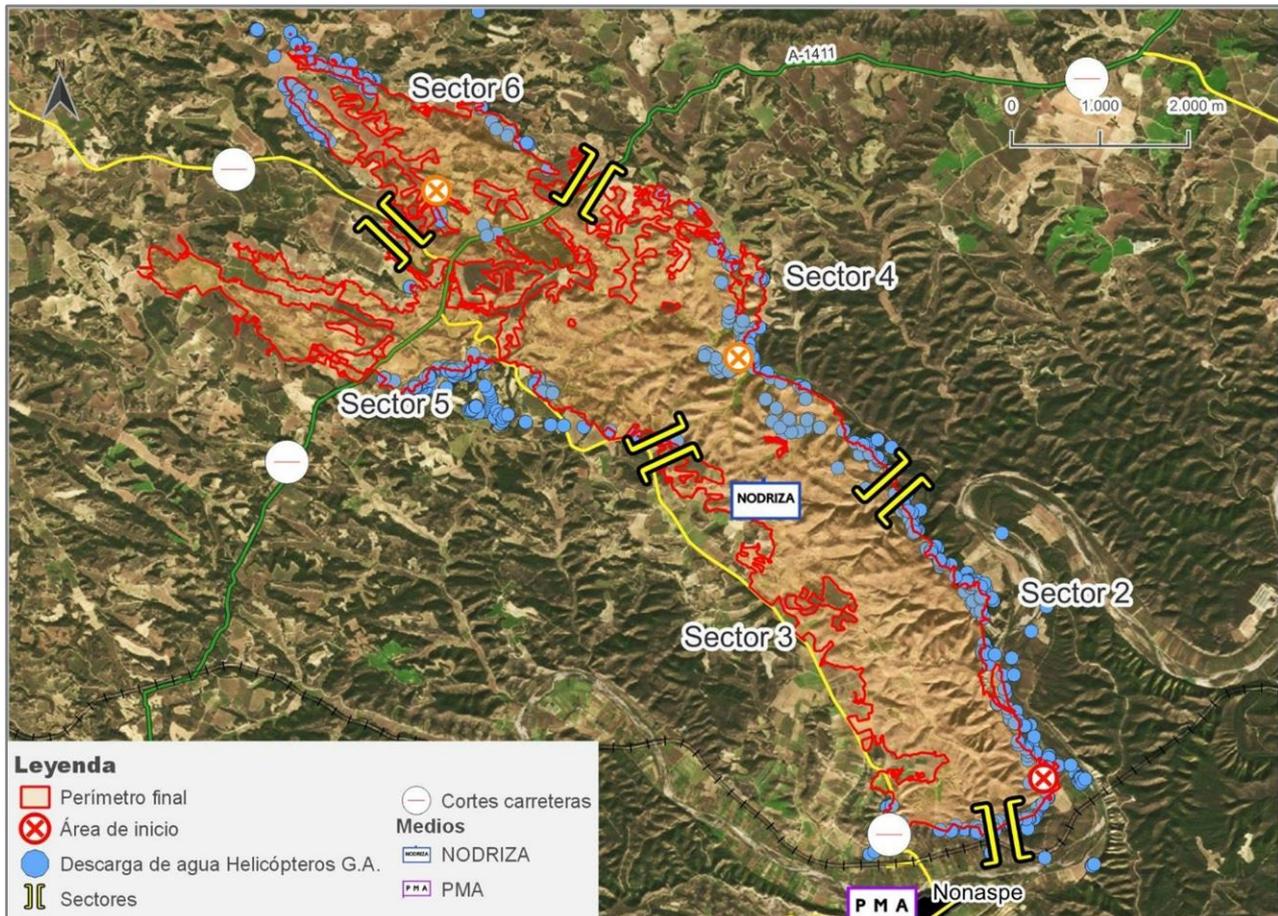


Figura 27: Sectorización del incendio en el día 17, con la distribución de medios y descargas de los helicópteros durante toda la emergencia.

Etapas 3 Reproducciones

Durante la primera noche, la intensidad de fuego disminuyó, lo que propició que se pudiera avanzar en la contención del perímetro. A primera hora del día 17 amaneció con poca agresividad y con inversión térmica lo que dificultó el trabajo de los medios aéreos que se prepararon a primera hora. Con la entrada prevista del viento de SE y el amplio perímetro sin consolidar, se dieron varias reactivaciones de la cabeza del incendio que hicieron que avanzara descontrolado durante las horas centrales del día, condicionando toda la estrategia de extinción para ese día.

Durante la siguiente noche se pudo volver a ampliar el trabajo de consolidación del perímetro. Teniendo el día 18 una dinámica muy parecida a la del día 17, pero menos abundante en reproducciones. A excepción de una reactivación en el perímetro favorecido por la entrada de viento de SE. Condiciono la estrategia de extinción, pero esta vez con menor amplitud por la reducción de perímetro no contenido.



Fotografía 13: Día 17 a las 7:49, fuente L4, con la inversión térmica que reduce las posibilidades trabajo MMAA.

El segundo día los medios aéreos se fueron escalonando, siendo su labor más eficiente, pudiendo contener la reproducción del día 18.

Etapa 4 Consolidación

El cambio de las condiciones meteorológicas y el trabajo nocturno del día 18 al 19 fueron la clave para lograr la estabilización del incendio. Los días 19 al 22 fueron labores de vigilancia, consolidación y de extinción de algún punto caliente. Finalmente, el día 21 se da por controlado y el día 22 por extinguido.

En todas las acciones realizadas se tuvo en cuenta la seguridad de los intervinientes. Siendo una de las notas a destacar del incendio, las altas temperaturas sufridas en las horas centrales del día que afectó a los combatientes de primera línea con diferentes afecciones sobre ellos mismos y los materiales.



Fotografía 14: Daños en materiales durante la labores de extinción

9. Acciones post-incendio

Las actuaciones en materia de restauración post-incendio engloban trabajos destinados a minimizar los impactos negativos del fuego, así como la rehabilitación ecológica de la zona quemada. El suelo y la vegetación se ven altamente afectados siendo muy vulnerables al paso de las llamas, tanto por los efectos directos, como por los procesos erosivos que origina.



Fotografía 15: Fajinas realizadas en acciones post incendio

Aquí se plasma un resumen de los trabajos realizados hasta la fecha en los montes gestionados por la administración forestal autonómica, que fueron afectados por el incendio forestal.

- Eliminación de la madera quemada. En el MUP 270 “Blanco de Matarraña” perteneciente al término municipal de Nonaspe se ha extraído la madera calcinada de, al menos, **39,22 ha**, mediante la adjudicación de un aprovechamiento forestal.
- Actuaciones de restauración hidrológico forestal. A través del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia (MRR) dentro del componente 4 “Conservación y restauración de ecosistemas y su biodiversidad” del Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, se han realizado **112,89 ha** de preparación de madera quemada y construcción de fajinas en el MUP 270 “Blanco de Matarraña” perteneciente al término municipal de Nonaspe, que fue ejecutado por con los retenes de incendios R63 “Bajo Ebro” y R80 “Bajo Matarraña”.
- Seguimiento fitosanitario y colocación de trampas de perforadores. Se realizaron visita y seguimiento de la Sección de Sanidad Forestal, concluyendo que no era necesaria ninguna actuación en este sentido, ya que no se observaban afecciones importantes.
- Nuevas infraestructuras contra incendios. Construcción de un depósito de agua en el MUP 90 “Val de Batea Alta y Baja” para carga de autobombas y medios aéreos con una capacidad de 400 m3.

10. Bibliografía y fuentes

ÁLVAREZ LAMATA, E., ESPEJO GIL, F., CORTÉS RABINAD, J.C., LAFRAGÜETA PÉREZ, C. y SERRANO NOTIVOLI, R., 2011. Caracterización sinóptica de los procesos convectivos en el interior del nordeste peninsular. Nota técnica nº3 de AEMET [En línea]. s.l.: Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. pág. 150. NIPO: 784-11-008-8. Disponible en: http://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/sinoptica.

CACHO NERÍN, C. , SENDRA FERRER, J. , SANZ ARAUZ, G , BUISÁN SANZ, S. , CANTÓN TOBAJAS, D., JULVE DEL VAL, J. , MIRALLES FRANCÉS, F., CORTÉS RABINAD, F., LAFRAGÜETA PÉREZ, C., (2009) Análisis meteorológico y del comportamiento del fuego del gran incendio forestal de Zuera (Zaragoza) de 5 de agosto de 2008. In: "5º Congreso Forestal Español", 21 a 25 de septiembre de 2009, Avila (España). ISBN 978-84-936854-6-1.

CASTELLNOU, M; PAGÉS, J; MIRALLES, M y PIQUÉ, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. In: "5º Congreso Forestal Español", 21 a 25 de septiembre de 2009, Avila (España). ISBN 978-84-936854-6-1

Gobierno de Aragón (1), Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2015. ANÁLISIS DEL RÉGIMEN DE INCENDIOS Y ELABORACIÓN DE LOS ESCENARIOS METEOROLÓGICOS POR ZONA DE METEOALERTA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN. [En línea] [Consulta: 2023] https://www.aragon.es/documents/20127/674325/2015_ANALISIS_REGIMEN_INCENDIOS.pdf/8919acc0-c7f5-cda8-07a4-9bafdfbd26bf.

Gobierno de Aragón (2) Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2015. Cartografía de modelos de combustible de Aragón [raster y shapefile]. Gobierno de Aragón.

Gobierno de Aragón, Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Gobierno de Aragón, 2020. Catálogo de Montes de Utilidad Pública (INAMUP), 2022. Versión 1.2.8. [En línea] <https://aplicaciones.aragon.es/inamup/>.

Gobierno de Aragón, Departamento de Política Territorial e Interior, 2014. Plan de protección Civil de Aragón (PLATEAR) [en línea]. Zaragoza : Gobierno de Aragón. pág. 111. [Consulta: 2023]. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/planes-de-proteccion-civil-en-aragon>

Aguirre Briones, Felipe, Gobierno de Aragón, Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón, 2006, manual de formación de incendios forestales para cuadrillas. [Consulta: 2023]. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/MANUAL_INCENDIOS_CUADRILLAS.pdf/7a477952-318e-3110-a2df-94692725ab98

Gobierno de Aragón, Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, Gobierno de Aragón. INFORME PRELIMINAR DEL INCENDIO DE PERDIGUERA DEL 23 DE JULIO DE 2019. septiembre 2019. [Consulta: 2023]. Disponible en: <https://www.aragon.es/documents/20127/2556250/Informe+incendio+forestal+Perdiguera+23.07.2019+%28preliminar%29.pdf/397a8996-e40a-eaf8-7f0d-1e248a561196?t=1571317544553>

Gobierno de Aragón (3), Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Gobierno de Aragón. Informe técnico incendio de Luna de 04/07/2015, 2015. [Consulta: 2023]. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/INFORME_INCENDIO_LUNA-2015.pdf/d2a4f6ca-d012-6fec-bc77-f6b3d04eb1d8

Gobierno de Aragón, DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y MEDIO AMBIENTE, Gobierno de Aragón, INFORME TÉCNICO DEL INCENDIO FORESTAL DE CALCENA DE 27 DE AGOSTO DE 2012 (4.674,11 has), 2012. [Consulta: 2023]. Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/Calcena_27_08_2012_v12.pdf/3f055b0a-567a-10fd-a871-f44ddedec658

Martínez Lapesa, Seguimiento de la Humedad del Combustible Forestal Vivo Ligerero (HCFVL) en *Rosmarinus officinalis* en la provincia de Teruel: Aplicación a un sistema de prealertas Autor(es): E. J. Martínez i Ibarz y F. Lapesa Lázaro N° 119 Año 2015

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), 2009. Mapa Forestal de España 1:50.000 (MFE50) (1997-2006) [cartografía en línea]. [Consulta: 2023]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe50.aspx>.

LÁZARO PALACIOS, M.A., CORTÉS RABINAD, F.J., HERNÁNDEZ VILLAMALLOR, R., LÓPEZ DEL RÍO, R. y MARTÍN MARTÍN, V., 2016. Meteorología sinóptica y comportamiento del fuego en Aragón. Guía metodológica para la comprensión de la meteorología sinóptica y el comportamiento de los incendios forestales en Aragón. [En línea] Consulta: 2023] Disponible en: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/METEOROLOGIA_SINOPTICA_FUEGO.PDF/baa45b79-7d23-9995-3fe2-6263ef78d014.

LÓPEZ MARTÍN, F., M., CABRERA MILLET, M. y CUADRAT PRATS, J., 2007. Atlas Climático de Aragón [en línea]. Zaragoza : Servicio de Información y Educación Ambiental, Dir. Gral. de Calidad Ambiental y Cambio Climático, Dpto. de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón, pp. 222. [Consulta: 2023]. ISBN: 978-84-8380-071-3. Disponible en: <https://www.aragon.es/-/atlas-climatico-de-aragon>.

Rothermel, R.C., 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. USDA Forest Serv. Res. Pap. INT-115.

10.1. Metodología cálculo de la severidad de incendio

El mapa de severidad para este incendio (grado de daño sobre la vegetación) se ha calculado a partir de imágenes del satélite Sentinel 2 de la ESA, utilizando las bandas B08 (10 m de resolución de píxel) y B12 (de 20m, resampleada a 10 m), corregidas atmosféricamente con el software SNAP de la ESA, mediante el plug-in Sen2Cor. El índice de severidad representado es el RdNBR, reclasificado a partir de umbrales calibrados para evaluación inicial de la severidad en monte mediterráneo. La formulación matemática del RdNBR es la siguiente:

Siendo el NBR = $(\rho\text{NIR} - \rho\text{SWIR}) / (\rho\text{NIR} + \rho\text{SWIR})$.

NIR: (Infrarrojo Cercano).

SWIR: (Infrarrojo Onda Corta).

Descripción de las distintas categorías de severidad calculadas:

- Severidad baja: en el caso del arbolado, las copas han quedado inalteradas en su mayor parte, y por tanto permanecen verdes casi en su totalidad. El dosel arbustivo presenta signos de chamuscado, pero las manchas de quemado no son predominantes.
- Severidad moderada: en el arbolado, más de la mitad del área cubierta por las copas está chamuscada, pero se conservan las hojas o acículas, por lo que predomina el color marrón. El matorral aparece calcinado en su mayor parte, pero la ceniza que se observa es predominantemente de color negro.
- Severidad alta: en el arbolado, las copas están completamente consumidas en más del 50% del área cubierta, sin que queden hojas o acículas ni elementos finos, por lo que predomina el color negro. El matorral se observa completamente carbonizado, quedando solamente los elementos más gruesos. La ceniza presenta tonos grises o blanquecinos de forma predominante.

En el caso particular de este incendio, el porcentaje de superficie con severidad alta era tan elevado, que se decidió reclasificar esta categoría en 3 estratos para evitar la saturación, moderada-alta, alta, y muy alta. Para esta estratificación, se distribuyó la población de píxeles de alta severidad en 5 partes de menor a mayor valor del índice, asignando la primera parte a la categoría de “moderada-alta”, las tres siguientes a la categoría de “alta” y la última parte a la de “muy alta”, generando así una distribución en “campana de Gauss”.

Tabla 21: Rangos severidad incendio

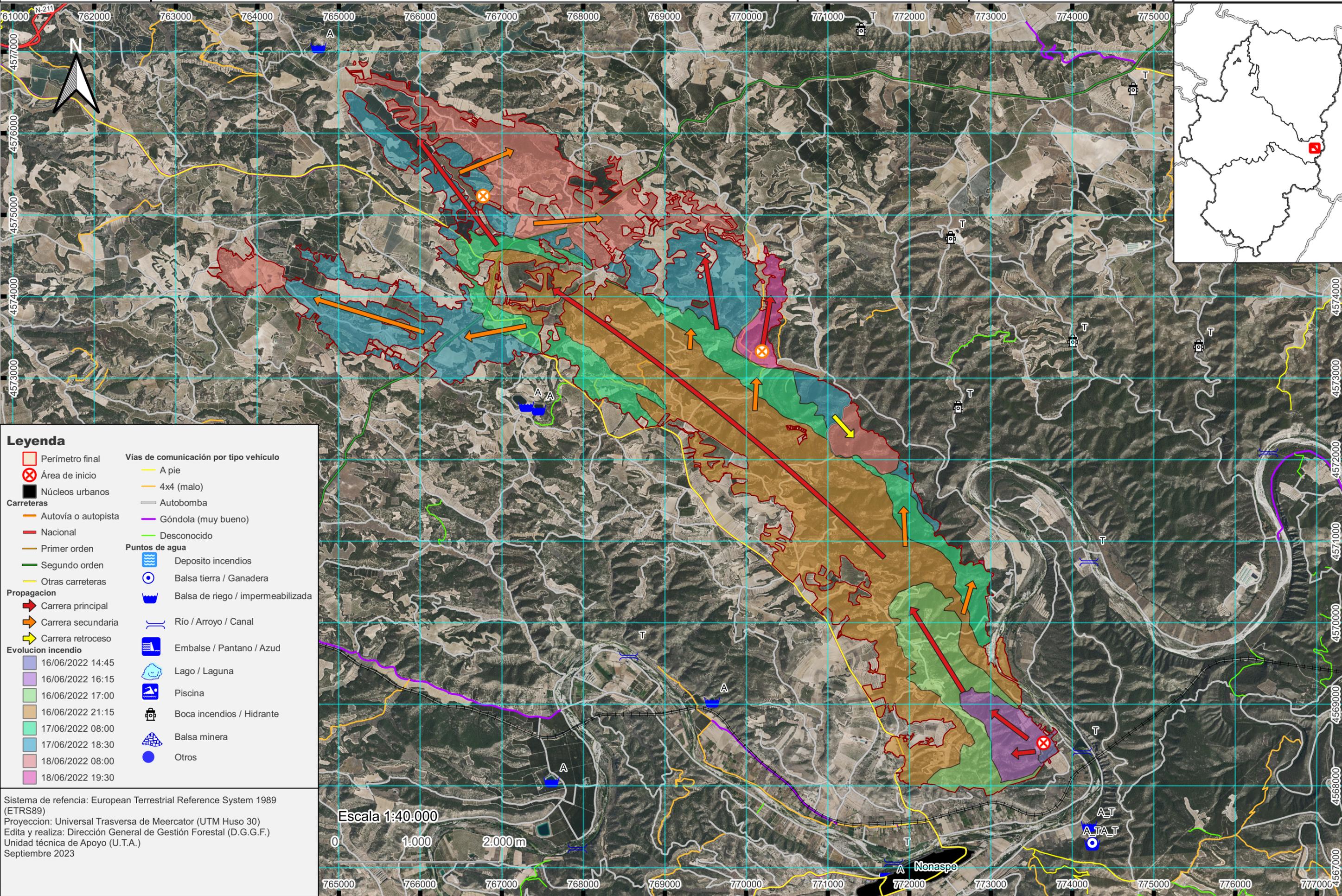
Categoría de Severidad (RdNBR)	Rango
No quemado- Baja	<230
Baja - Moderada	230-475
Moderada - Alta	475-835
Alta - Moderadamente Alta	835-1.568
Alta - Alta	1.568 - 3.767
Alta - Muy Alta	>3.767

10.2. Autores y agradecimientos

Como se ha indicado en el prólogo esta obra está elaborada por varias personas participantes en el operativo de incendios forestales. Es una obra colectiva resultante del compendio de todos sus participantes. De los cuales cabe destacar por su alta participación al equipo de técnicos de coordinación operativa del Puesto de Mando Avanzado, redactor principal Rodrigo Mur Arizon, Meteorología Francisco José Cortés Rabinad, teledetección Santiago Noguera Font. Además, el personal del Gobierno de Aragón en acciones post incendio a Alberto Milian Lahoz. Coordinación de los informes y revisión a Alberto Sartaguda Pardos.

Agradecer la colaboración de todos los recursos INFOAR, sin ellos este documento sobre el incendio forestal de Nonaspe no se hubiera podido elaborar. Entre los cuales destacamos los Agentes de protección de la Naturaleza (APNs), Técnicos de Gestión de los Servicios Provinciales, Técnicos de Sección de IIFF, Técnicos de Puesto de Mando Avanzado, GADEX, Coordinadores de medios aéreos, Directores de Extinción, técnicos MITECO y el personal de los Centro Provinciales Operativos. Con un especial agradecimiento a Ignacio Alastuey Rivas (Tito) por toda la aportación de información, comentarios y correcciones que ha realizado.

Anexo 1 Plano evolución del incendio.



Legenda

Perímetro final	Vías de comunicación por tipo vehículo
Área de inicio	A pie
Núcleos urbanos	4x4 (malo)
Carreteras	Autobomba
Autovía o autopista	Góndola (muy bueno)
Nacional	Desconocido
Primer orden	Puntos de agua
Segundo orden	Deposito incendios
Otras carreteras	Balsa tierra / Ganadera
Propagación	Balsa de riego / impermeabilizada
Carrera principal	Río / Arroyo / Canal
Carrera secundaria	Embalse / Pantano / Azud
Carrera retroceso	Lago / Laguna
Evolucion incendio	Piscina
16/06/2022 14:45	Boca incendios / Hidrante
16/06/2022 16:15	Balsa minera
16/06/2022 17:00	Otros
16/06/2022 21:15	
17/06/2022 08:00	
17/06/2022 18:30	
18/06/2022 08:00	
18/06/2022 19:30	

Sistema de referencia: European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89)
Proyección: Universal Transversa de Meercator (UTM Huso 30)
Edita y realiza: Dirección General de Gestión Forestal (D.G.G.F.)
Unidad técnica de Apoyo (U.T.A.)
Septiembre 2023



765000 766000 767000 768000 769000 770000 771000 772000 773000 774000 775000 776000 777000

4573000 4574000 4575000 4576000 4577000 4578000 4579000 4580000 4581000 4582000 4583000 4584000 4585000 4586000 4587000 4588000 4589000 4590000