bombers

MAN.INVE.000
v.1

SGO

Intervenció bàsica en incendis forestals

Manual Operatiu

Generalitat de Catalunya

Control de versions

Versió	
01	**Unitat redactora:** DGPEIS-ISPC
	Data de redacció de la versió: 01/02/2026
	Canvis: Redacció inicial del document

Índex

1. Introducció als incendis forestals 4
1.1. Evolució històrica dels incendis forestals 4
1.2. Una estratègia reactiva davant d'un problema estructural 6
1.3. La paradoxa de l'extinció 6
1.4. Generacions d'incendis forestals 6
1.5. El GRAF: una unitat clau del model d'incendis forestals a Catalunya 8
2. Coneixements bàsics sobre incendis forestals 9
2.1. Parts de l'incendi forestal 9
2.1.1. Cap 9
2.1.2. Flancs 9
2.1.3. Cua 10
2.1.4. Eix de propagació 10
2.1.5. Perímetre de l'incendi 10
2.1.6. Focus secundaris 10
2.2. Denominació dels sectors en un incendi forestal 10
2.2.1. Criteri de numeració: sistema de parells i senars 11
2.3. Classificació segons l'entorn de l'incendi 12
2.3.1. Incendi agrícola 12
2.3.2. Incendi forestal 12
2.3.3. Incendi d'interfície urbà-forestal (IUF) 13
2.3.4. Incendi de vegetació urbana 13
2.4. Classificació segons l'estructura del combustible 14
2.4.1. Focs de subsòl (o sotabosc latent) 14
2.4.2. Focs de superfície 14
2.4.3. Focs de capçades 15
2.5. Classificació en funció de l'afectació de l'incendi forestal 16
3. Valoració bàsica d'incendis forestals 16
3.1. Identificació del patró de propagació de l'incendi 16
3.1.1. Foc topogràfic 17
3.1.2. Foc de vent 17
3.1.3. Foc convectiu (de combustible) 18
3.1.4. Incendis forestals amb tempesta propera 20
3.1.5. Importància de la identificació del patró 20
3.2. Anàlisi bàsic: descripció de la columna de fum 21
3.2.1. Elements clau de la columna de fum 21
3.3. Sistema bàsic d'anàlisis d'incendis forestals (CPS) 24
3.3.1. Fonaments del sistema CPS 24
3.3.2. Les alineacions de forces 25
3.3.3. Procés de valoració en 5 passos: 25
4. Maniobres d'extinció en incendis forestals 27
4.1. Maniobres d'atac directe 27
4.1.1. Línia d'aigua amb estesa de mànegues 28

4.1.2. Eines manuals (batefocs, rasclet, pala forestal, motxilles d'aigua) 28
4.1.3. Extinció amb mitjans aeris 30
4.2. Maniobres atac indirecte 30
4.2.1. Maquinària pesada (buldòzers, tractors, etc.) 30
4.2.2. Foc tècnic 31
4.2.3. Ús de retardants o escumes 32
4.3. Helitransport de personal 33
4.4. Etapes en l'extinció d'incendis forestals 33
4.4.1. Etapa d'atac 33
4.4.2. Etapa de remat 33
4.4.3. Etapa de rereguarda 34
4.5. Fases d'un incendi forestal 34
5. Seguretat en incendis forestals 35
5.1. Una responsabilitat compartida: seguretat a tots els nivells 35
5.2. Riscos específics en incendis de vegetació i mesures de seguretat associades 35
5.3. La importància de la consciència de situació 37
5.4. El protocol LACES: l'estàndard en maniobres forestals 38
5.5. Maniobra d'autoprotecció en cas d'atrapament d'autobomba 39

En aquest text, per a les referències fetes a col·lectius, s'ha utilitzat el masculí amb valor genèric.

1. Introducció als incendis forestals

Aquest manual bàsic d'intervenció en incendis forestals té com a objectiu proporcionar una base sòlida de coneixement teòric i operatiu per als bombers de la Generalitat de Catalunya, amb una orientació clarament pràctica i aplicada.

L'experiència acumulada en desenes d'anys d'intervencions, sumada a l'evolució tècnica del Cos de Bombers, ha permès desenvolupar metodologies pròpies d'anàlisi i intervenció que avui són referents arreu. Aquest document recull aquests coneixements bàsics i els sistematitza per facilitar la transmissió interna i l'ús compartit.

La realitat dels incendis forestals ha canviat de manera profunda en els darrers anys. L'augment de la superfície forestal, l'acumulació de combustible degut a l'abandonament del món rural i els efectes del canvi climàtic han provocat una escalada en la intensitat i la velocitat dels incendis, amb episodis de propagació extrema i períodes de risc crític cada cop més amplis. Ja no ens enfrontem a incendis de mitja extensió i localitzats, sinó a fenòmens de gran escala que poden superar la capacitat de resposta del sistema, si no són gestionats amb anticipació i coneixement del comportament del foc.

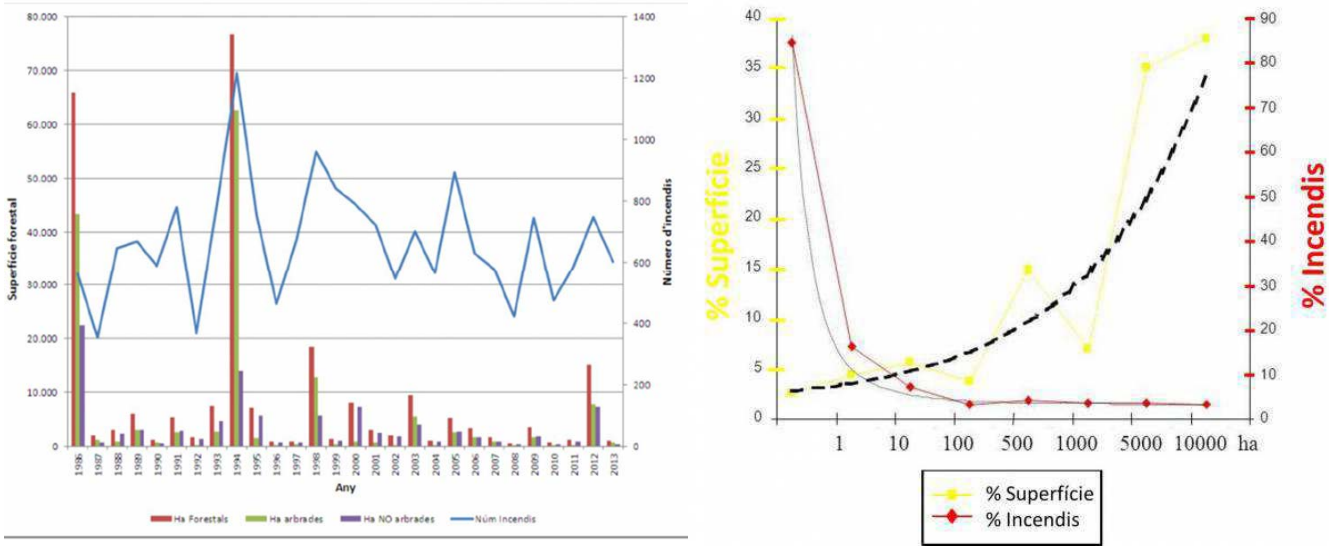
En aquest context, és fonamental dotar els equips operatius d'eines d'anàlisi bàsica que els permetin interpretar el foc sobre el terreny, identificar patrons de propagació, reconèixer situacions de risc i actuar d'acord amb els principis de seguretat i eficàcia. El sistema CPS, la lectura de la columna de fum i la comprensió de l'alineació de forces són conceptes clau per avançar-se al comportament del foc i aplicar maniobres adaptades a la realitat actual del territori i del risc. Aquest manual vol contribuir a reforçar aquesta mirada crítica, professional i proactiva davant un dels reptes operatius més grans del nostre temps.

1.1. Evolució històrica dels incendis forestals

La història recent dels incendis forestals a Catalunya no es pot entendre només des de la perspectiva de l'emergència i l'extinció. És el resultat d'una transformació profunda del territori, condicionada per factors socials, econòmics i ambientals que han alterat l'estructura dels paisatges i el seu comportament davant el foc.
A les darreres dècades, Catalunya ha experimentat una evolució paral·lela en dos sentits:

a) Una millora molt notable en la capacitat d'extinció i resposta operativa.
b) Una acumulació creixent de vegetació (combustible), causada principalment per l'abandonament progressiu del món rural.

Aquesta dualitat ha generat un escenari de gran complexitat, on els grans incendis forestals (GIF) poden superar en poques hores tota la capacitat operativa disponible. A més, els efectes del canvi climàtic estan tenint una gran afectació sobre els boscos de Catalunya, canviant les condicions meteorològiques i augmentant els períodes de risc, tant en duració com en intensitat.



Evolució nombre d'incendis forestals i superfície cremada (1986 a 2013)

Fites clau en l'evolució del sistema:

1982: Institucionalització del Cos de Bombers de la Generalitat
La restauració democràtica permet la creació del Cos de Bombers de la Generalitat com a servei públic estructurat. Es comencen a establir les primeres bases organitzatives, materials i doctrines pròpies, que progressivament incorporaran la lluita contra els incendis forestals com a eix central.

1986: Es cremen més de 65.000 ha – naixement de les ADF
Un estiu catastròfic revela la necessitat de millora en els recursos i coordinació en l'àmbit forestal. Aquesta crisi dona lloc a la creació de les Agrupacions de Defensa Forestal (ADF): entitats de voluntariat local amb l'objectiu de dur a terme tasques de prevenció forestal.

1994: Més de 76.000 ha cremades – creació programa Foc Verd
Una altra onada de grans incendis fa evident que cal anar més enllà de l'extinció. Es crea el programa Foc Verd, que incorpora la prevenció com a estratègia i promou actuacions de gestió forestal, tallafocs, franges i neteges. Malgrat això, el model continua sent principalment reactiu.

1999: Creació del GRAF (Grup de Recolzament d'Actuacions Forestals)
Amb l'acumulació de coneixement i la necessitat de maniobres especialitzades, neix el GRAF, una unitat tècnica d'alt nivell que introdueix l'anàlisi, el foc tècnic i la lectura del comportament del foc. És un punt d'inflexió en el pensament operatiu català.

2006: Regulació de l'ús del foc com a eina de gestió
Es legalitza i formalitza l'ús del foc tècnic com a eina de prevenció i maneig de combustible. Neixen les cremes prescrites com a pràctica de gestió planificada.

1.2. Una estratègia reactiva davant d'un problema estructural

Tot i els avenços, la resposta institucional ha tingut un patró clar: després de cada gran incendi, s'han creat més recursos, més unitats, més formació i millor equipament per extingir. Però no s'ha actuat amb la mateixa intensitat sobre el problema estructural de fons**:** l'augment descontrolat de la càrrega de combustible als boscos.

Aquest fenomen no és casual. És conseqüència de:

- L'abandonament agrícola i ramader.
- El declivi de la gestió forestal tradicional.
- La urbanització dispersa sense franges de protecció.

El resultat és un paisatge cada cop més continu i amb més càrrega de combustible**,** que incrementa exponencialment la probabilitat de patir grans incendis forestals.



Acumulació de combustible (any 1908 vs any 2001, Castellolí)

1.3. La paradoxa de l'extinció

L'evolució del sistema de resposta als incendis forestals ha comportat una gran eficàcia en l'extinció, on el 99% dels incendis afecten menys de 10 hectàrees. No obstant això, aquesta eficàcia també provoca una acumulació de combustible que incrementa el risc i la intensitat dels grans incendis forestals, responsables de més del 90% de la superfície cremada total. Això és el que es coneix com la paradoxa de l'extinció; com més eficaços som apagant incendis, els pocs que se'ns escapen són cada vegada més intensos, més potents i més destructius.

1.4. Generacions d'incendis forestals

El concepte de generacions d'incendis forestals permet entendre com han evolucionat els focs al llarg del temps i com s'han anat complicant a causa de factors socials, climàtics i de

gestió del territori. Cada generació respon a unes característiques específiques que dificulten la capacitat d'extinció dels equips d'emergències.



Primera generació (anys 1950 a 1970):
Incendis alimentats per la continuïtat del combustible, com boscos densos o paisatges abandonats.
Solució principal: la creació de tallafocs i la sectorització del territori per trencar aquesta continuïtat.



Segona generació (1970-1980):
El problema principal és la gran velocitat de propagació dels focs. Aquests incendis poden avançar molt ràpidament, superant la capacitat de resposta inicial.
Solució: augment de recursos i desplegament immediat.



Tercera generació (1980-2000):
La intensitat dels incendis i la capacitat de generar focus secundaris a gran distància posen en risc la seguretat i dificulten el control.
Resposta: anàlisi tècnic del foc i ús de foc tècnic com a eina d'extinció.



Quarta generació (2000-2010):
Sorgeix la problemàtica de la interfase urbana-forestal. Els incendis amenacen directament habitatges i infraestructures.
Resposta: defensa de nuclis habitats i ús generalitzat de tecnologia per al seguiment i planificació.



Cinquena generació (2010):
Caracteritzada per la simultaneïtat de diversos grans incendis que poden afectar alhora diferents nuclis de població.
Resposta: gran coordinació interterritorial i ús del foc en la gestió forestal preventiva.



Sisena generació (a partir de 2016):
Els incendis són extremadament intensos, amb una dinàmica pròpia, ràpida i poc previsible. Tenen un gran potencial devastador i poden superar qualsevol capacitat de resposta convencional.
Clau: la prevenció, l'adaptació del territori i la resiliència col·lectiva.

Cada generació representa una fita en la complexitat dels incendis, i obliga a revisar constantment els protocols d'intervenció i les estratègies de prevenció. Reconèixer a quina generació pertany un incendi ajuda a anticipar els riscos i a decidir les accions més efectives.

1.5. El GRAF: una unitat clau del model d'incendis forestals a Catalunya

El Grup de Recolzament d'Actuacions Forestals (GRAF) és una unitat d'especialistes en incendis forestals creada l'1 de març del 1999 per la Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments, arran de la necessitat de reforçar la resposta operativa als grans incendis forestals que s'havien anat produint al país, especialment després del gran incendi de la Catalunya Central del 1998.



Des del seu origen, el GRAF no es va concebre només com un grup d'intervenció, sinó com una aposta estratègica per l'anàlisi, la prevenció i la innovació operativa en la lluita contra el foc.
Inspirats parcialment en models de fora de Catalunya, els GRAF van assumir des del primer moment un enfocament diferenciat, posant l'accent en el coneixement del comportament del foc, la lectura tàctica del territori i el desenvolupament de noves eines i procediments adaptats a la realitat forestal catalana.

Entre les seves funcions destaca:

- L'anàlisi tàctica i estratègica dels incendis forestals.
- L'ús de maniobres com les cremes d'eixamplament i els contrafocs.
- La introducció d'eines manuals (com la *pulaski*) en l'atac indirecte.
- La col·laboració en projectes de recerca com el *Fire Paradox*, *FIRE-RES i EWED*.
- El desenvolupament de projectes d'investigació propis.
- La formació interna i externa, a través de l'Institut de Seguretat Publica (ISPC), adreçada tant a bombers com a altres col·lectius.

Actualment, el GRAF està estructurat a partir d'una Unitat Tècnica central a Bellaterra, que actua com a cervell analític, i diverses unitats territorials desplegades en les diferents demarcacions del país. El seu model de treball s'ha convertit en un referent a nivell internacional, sent replicat o adaptat a altres regions europees.

L'aportació del GRAF ha estat clau per a l'evolució del model català de gestió d'incendis forestals, passant d'un enfocament reactiu a un model proactiu i estratègic, on la lectura del foc, l'anàlisi del territori i la gestió preventiva són tan importants com l'extinció.

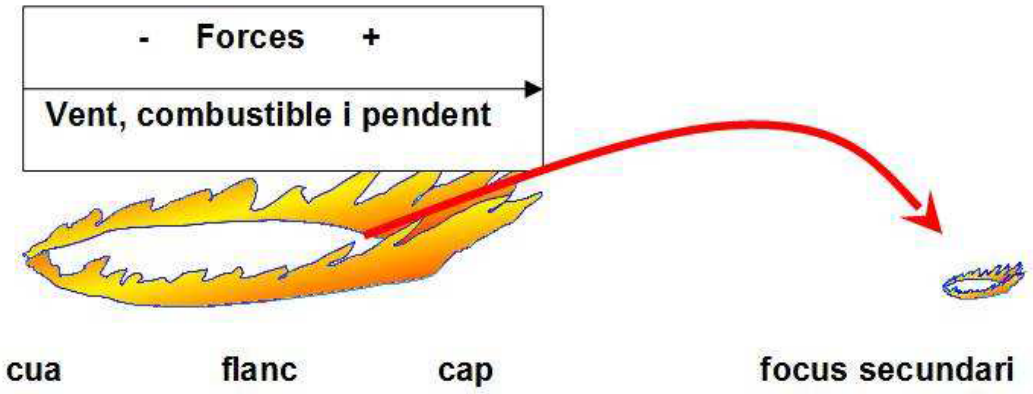
Aquest manual recull i sistematitza una petita part de l'experiència i la visió operativa que el GRAF ha contribuït a construir dins del Cos de Bombers de la Generalitat.

2. Coneixements bàsics sobre incendis forestals

Els incendis forestals poden adoptar formes molt diverses segons les condicions del medi on es desenvolupen. Conèixer la seva tipologia i classificació permet anticipar el seu comportament, adaptar la resposta i protegir eficaçment tant persones com infraestructures i ecosistemes.

2.1. Parts de l'incendi forestal

Comprendre l'estructura d'un incendi forestal és fonamental per identificar els punts crítics, planificar les maniobres d'extinció i avaluar el seu comportament. Tot incendi forestal es pot identificar en parts diferenciades amb funcions específiques en la propagació del foc.



Esquema parts d'un incendi forestal

2.1.1. Cap

És la part de l'incendi que avança més ràpidament i amb major intensitat, generalment empesa pel vent, el pendent i la disponibilitat de combustible. El cap concentra el màxim de radiació, convecció i velocitat de propagació.

- És la part més perillosa d'un incendi.
- L'actuació directa sobre el cap és molt arriscada i sovint no recomanable.
- Poden generar focus secundaris si la intensitat o l'orografia ho afavoreix.
- El control del cap es pot plantejar per confinament, maniobres indirectes o per accions des de flancs segurs.

2.1.2. Flancs

Són les parts laterals de l'incendi que s'estenen des del punt d'inici fins al cap. Normalment es diferencien en flanc dret i flanc esquerre mirant des del darrere de l'incendi cap al cap, tot i que també es poden anomenar segons la seva posició (flanc nord, flanc sud).

- Els flancs són zones on el foc avança a velocitats moderades.
- Sovint són els llocs escollits per fer maniobres d'atac directe o maniobres combinades.

2.1.3. Cua

És la part posterior de l'incendi, generalment la menys activa. Aquí el foc es propaga en direcció oposada al vent i al pendent, i amb menor intensitat.

- És l'únic lloc on, en incendis de baixa intensitat, es pot plantejar un atac directe segur.
- Malgrat ser la part menys activa s'ha de controlar, ja que pot augmentar d'intensitat si arriba a un punt de canvi de comportament.

2.1.4. Eix de propagació

És la línia imaginària que uneix el punt d'inici amb el cap de l'incendi. Ens ajuda a entendre la direcció principal de propagació i el seu potencial i afectacions.

- Determinar l'eix de propagació ràpidament permet predir per on evolucionarà el foc.
- És essencial per identificar quines zones poden esdevenir punts crítics.

2.1.5. Perímetre de l'incendi

És la línia tancada que engloba totes les zones afectades pel foc, incloent el cap, els flancs, la cua i qualsevol focus secundari que s'hagi incorporat.

- La definició del perímetre és clau per establir l'àrea de treball on es desenvolupen les operacions i entendre la seva magnitud.
- Pot evolucionar ràpidament amb els canvis de vent, pendent o alineació.

2.1.6. Focus secundaris

Són petits incendis separats del front principal, causats per projecció de brases o partícules incandescents. Poden aparèixer a centenars de metres del front actiu.

- Són un dels principals riscos de propagació ja que poden saltar discontinuïtats o maniobres.
- El seu control ha de ser prioritari, doncs poden esdevenir nous caps.
- Poden posar en risc l'estructura de resposta i comportar atrapament d'unitats.

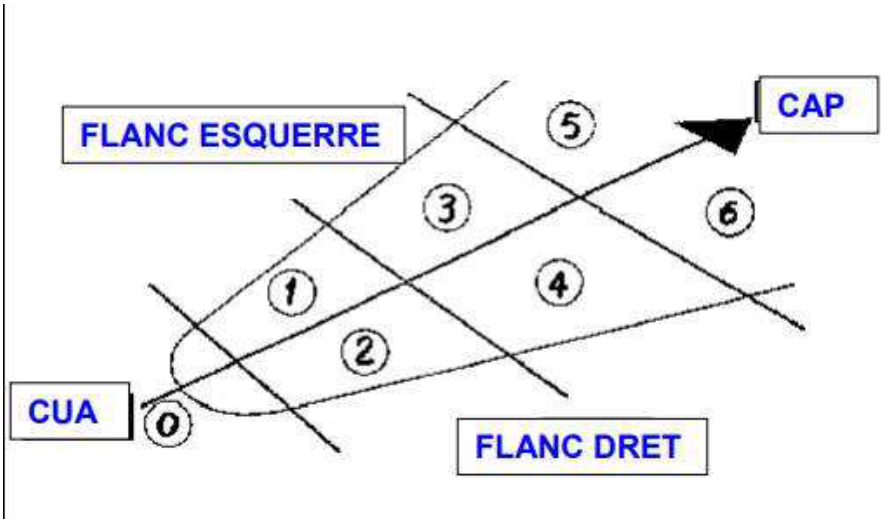
2.2. Denominació dels sectors en un incendi forestal

Quan un incendi forestal pren una certa dimensió o complexitat, és habitual dividir-lo en sectors geogràfics per facilitar la gestió i el comandament. Aquesta sectorització respon a criteris tècnics i tàctics, com la topografia, les vies d'accés, l'evolució del foc o les capacitats dels equips.

2.2.1. Criteri de numeració: sistema de parells i senars

En el model operatiu utilitzat pels Bombers de la Generalitat de Catalunya, s'aplica una metodologia basada en la denominació per sectors numèrics:

- Els sectors del flanc esquerre s'identifiquen amb números imparells (1, 3, 5...).
- Els sectors del flanc dret s'identifiquen amb números parells (2, 4, 6...).



Numeració dels sectors en un incendi forestal

Aquesta codificació permet:

- Facilitar la ràdio-comunicació per identificar les zones de l'incendi.
- Reduir errors de localització en situacions complexes.
- Definir els sectors amb un criteri comú de denominació.

Exemple: En un incendi amb una propagació activa cap al sud-est, el comandament divideix el flanc esquerre en els sectors 1 i 3, assignant-los a unitats terrestres, mentre que el flanc dret se sectoritza en 2 i 4, amb suport de mitjans aeris.

Tot i això, hi ha altres sistemes de denominació emprats internacionalment, com per exemple:

- França: Divideixen l'incendi en zones anomenades "*Zonage*", numerades o anomenades segons la topografia (exemple: *Zone Nord, Zone Sud*).
- Estats Units: El perímetre es divideix en divisions (*Divisions A, B, C...*), generalment assignades a lletres de l'alfabet en sentit horari (*exemple*: la part nord pot ser "Division A", l'est "Division B", etc).

2.3. Classificació segons l'entorn de l'incendi

Tot i que la major part de la doctrina operativa se centra en l'incendi forestal estàndard, és fonamental reconèixer que l'entorn on es produeix l'incendi condiciona profundament la seva propagació, la tàctica d'intervenció i el nivell de risc. Per això, és útil aplicar una classificació que distingeixi entre incendis agrícoles, forestals, d'interfície urbana-forestal i de vegetació urbana.

2.3.1. Incendi agrícola

Són incendis que afecten zones de cultiu, especialment camps de cereal sec (blat, ordi, civada...), restes agrícoles o cremes mal gestionades.

Característiques operatives:

- Alta velocitat de propagació, especialment en camps de cereal madur.
- Baixa i mitja intensitat, però potencial de gran superfície.
- Molt sensibles al vent, podent provocar canvis de direcció sobtats.
- Són una font freqüent de focs secundaris i poden esdevenir origen d'un incendi forestal si no són continguts a temps.



Incendi agrícola

2.3.2. Incendi forestal

És el tipus central del nostre manual. Afecta principalment masses vegetals contínues de caràcter silvestre, com ara bosc de fulla perenne o caduca, sotabosc i matollars, així com vegetació de ribera o barrancs en zona natural.

Característiques operatives:

- Pot tenir comportament molt variable: des de focs de superfície fins a focs de capçada.
- Alta càrrega de combustible acumulat.
- Difícil accés i necessitat de lectura tàctica acurada.
- Pot generar fenòmens convectius i patrons de propagació complexos.



Incendi forestal

2.3.3. Incendi d'interfície urbà-forestal (IUF)

Aquests incendis es produeixen a la franja de transició entre zona forestal i àrea habitada, sovint amb habitatges disseminats, urbanitzacions en entorn forestal o edificacions agrícoles.

Característiques operatives:

- Presenten risc altíssim per a persones i béns.
- Plantegen una doble prioritat operativa: control de la propagació i protecció de les persones i estructures.
- Poden implicar evacuacions o confinaments de població.
- Generen un escenari d'altíssima càrrega emocional i pressió mediàtica.



Incendi urbà-forestal

2.3.4. Incendi de vegetació urbana

Són incendis que afecten espais verds dins de nuclis urbans consolidats, com ara parcs i jardins, rambles o rieres amb vegetació densa, o solars amb herba seca o vegetació abandonada.

Característiques operatives:

- Poden tenir origen en l'incivisme, accidents o vandalisme.
- Proximitat immediata a edificis, vehicles o instal·lacions urbanes.
- Freqüència alta en època seca, especialment en dies de vent.



Incendi vegetació urbana

2.4. Classificació segons l'estructura del combustible

Els incendis forestals també es poden classificar en tres tipus segons el estrat de vegetació que crema, ja sigui de subsòl, superfície o capçades:



Imatges incendi de subsòl, de superfície o de capçades.

2.4.1. Focs de subsòl (o sotabosc latent)

Cremen la matèria orgànica situada sota la superfície del sòl: arrels, humus, restes vegetals acumulades, etc.

Característiques:

- Propagació lenta però persistent.
- Generen molt de fum i poden passar desapercebuts a simple vista.
- Dificultosos d'extingir, especialment en terrenys amb torba o matèria orgànica espessa.
- Pot continuar latent durant dies o setmanes si no es remata correctament.

Exemple: Després d'un incendi aparentment extingit en una zona boscosa amb molts anys de matèria orgànica acumulada, es detecta un focus reactivat dies després, degut a brases latents sota terra. L'equip ha de desenterrar punts calents i aplicar aigua directament.

2.4.2. Focs de superfície

Afecten la vegetació que es troba sobre el sòl: herbes, matolls, restes vegetals seques, fullaraca, troncs caiguts, etc.

Característiques:

- Són els més habituals i normalment accessibles per a maniobres amb eines manuals o amb línia d'aigua.
- Els focs de superfície es classifiquen segons la intensitat:
    - Els de baixa intensitat tenen flames menors d'un metre i es limiten a la vegetació baixa, fàcilment aturats per petits obstacles.

- Els de mitjana intensitat arriben fins a tres metres, poden saltar pistes i afectar puntualment matolls i capçades.
- Els d'alta intensitat superen els cinc metres, generen focus secundaris a llarga distància, poden saltar carreteres i arribar a estar fora de la capacitat d'extinció.



Imatges incendis de superfície baixa, mitja i alta intensitat.

Exemple: En una zona de camps abandonats amb matoll sec i vent moderat, un foc de superfície pot arribar a propagar-se a velocitats superiors a 1,5 km/h.

2.4.3. Focs de capçades

Els focs de capçades són incendis que avancen consumint la part superior dels arbres i es propaguen amb molta més rapidesa que els focs de superfície, dels quals sovint en deriven. El seu comportament depèn de la disponibilitat de combustible al sotabosc i a l'arbrat, així com de les condicions meteorològiques.
Els focs de capçades combinen gran intensitat, emissions de brases a llarga distància i un alt potencial de generació de focus secundaris, situant-los com un dels escenaris més complexos i perillosos de l'extinció.

Podem diferenciar en tres categories principals:

- Antorxeig: És aquell en què el foc arriba esporàdicament a les capçades, però sense propagar-se de forma contínua entre arbres. El foc s'alimenta principalment del sotabosc i de la càrrega vertical pròxima a l'arbre afectat.
- Foc de capçades passiu: És quan el foc propaga per la superfície i per les capçades simultàniament, i per tant el combustible superficial i les capçades cremen alhora.
- Foc de capçades actiu: És el més perillós. El foc es propaga de forma sostinguda per la capçada dels arbres, sovint independentment del foc de superfície. Aquest tipus de foc és capaç de recórrer grans distàncies amb gran rapidesa i intensitat.

Exemple: En una massa de pi blanc densa, amb baixa humitat ambiental i vent sostingut, el foc s'eleva des del matoll sec fins a les capçades. Es creen condicions per una propagació ràpida i intensa, independentment del foc de superfície.

2.5. Classificació en funció de l'afectació de l'incendi forestal

Per últim, també es poden classificar els incendis segons la seva extensió:

- **Conat d'incendi:** Incendi de vegetació que no supera una hectàrea d'extensió.
- **Incendi forestal**: Incendi de desenes o centenars d'hectàrees, però que poden ser controlats amb els recursos locals o regionals.
- **Gran incendi forestal (GIF)**: incendi que manté de forma sostinguda una velocitat, intensitat lineal i longitud de flama que supera la capacitat dels sistemes d'extinció, que pot afectar de forma important la població o que afecta més de 500 ha.

3. Valoració bàsica d'incendis forestals

Per actuar amb eficàcia i seguretat en un incendi forestal, és imprescindible avaluar correctament el seu comportament des del primer moment. Aquesta valoració bàsica permet identificar el patró de propagació, detectar possibles punts crítics i escollir la maniobra més adequada. La lectura de la columna de fum ens proporciona informació immediata sobre la intensitat, direcció i evolució del foc. Paral·lelament, el sistema CPS *(Campbell Prediction System)* ens ofereix una metodologia senzilla i efectiva per analitzar l'alineació de forces que condiciona l'avenç de l'incendi. Aquest capítol introdueix les eines fonamentals per interpretar el foc sobre el terreny i avançar-nos al seu comportament.

3.1. Identificació del patró de propagació de l'incendi

L'estudi dels patrons de propagació ens permet preveure el comportament d'un incendi forestal, identificar punts crítics i dissenyar maniobres d'extinció adequades. El foc no es propaga aleatòriament, sinó que segueix patrons influenciats per tres factors fonamentals i un condicional:

- Topografia
- Vent
- Combustible

A aquests patrons s'ha d'afegir un altre factor: si hi ha una tempesta propera, ja que en aquest cas afectarà de manera molt important l'evolució de l'incendi.



Incendi topogràfic, incendi de vent i incendi convectiu

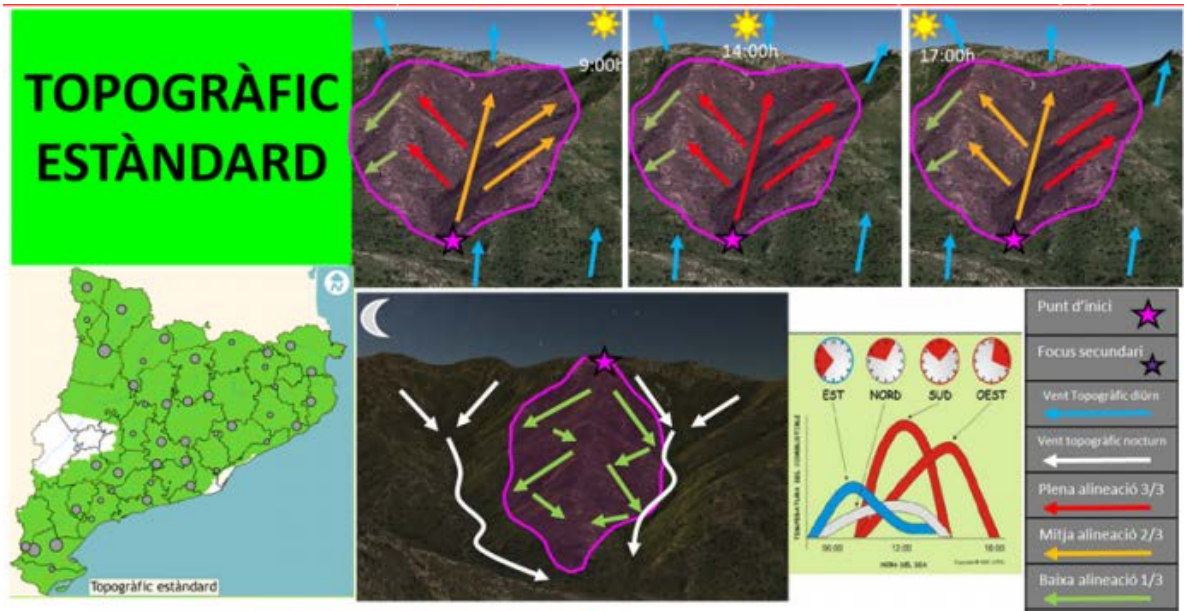
3.1.1. Foc topogràfic

Es tracta d'un incendi on el pendent, l'orientació i els vents topogràfics són els principals responsables de la propagació. L'aire calent tendeix a pujar, incrementant la temperatura i dessecant la vegetació per sobre del foc.

Característiques:

- Propagació ascendent ràpida.
- Increment notable d'intensitat amb més pendent.
- Són afectats pels vents topogràfics en funció de l'hora del dia (ascendents de dia, descendents de nit).

Exemple: En una vall profunda, un incendi comença a la base d'un vessant sud. A mesura que el sol escalfa el pendent, s'estableixen vents topogràfics i el foc s'accelera cap a les crestes.



	Dia				Nit							
Comportament	Segueix màxima pendent i vessants insolades afavorit per vents topogràfics				Segueix pendents descendents. Pot anar per sobre les carenes amb pendent negativa conduit per vents topogràfics nocturns, diem que baixa pujant.							
Punts Crítics	Fons de barranc, nusos de barranc				Colls							
Oportunitats	Vessant descendent i/o sense insolació				Foc en descendent o pèrdua de pendent.							
Hores màxima intensitat	14:00 h		20:00 h		1:00 h			5:00 h				
Època de l'any	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dec
Atents a la posició del foc a la topografia					Dinàmica dia i nit, vents topogràfics							

Característiques dels incendis topogràfics

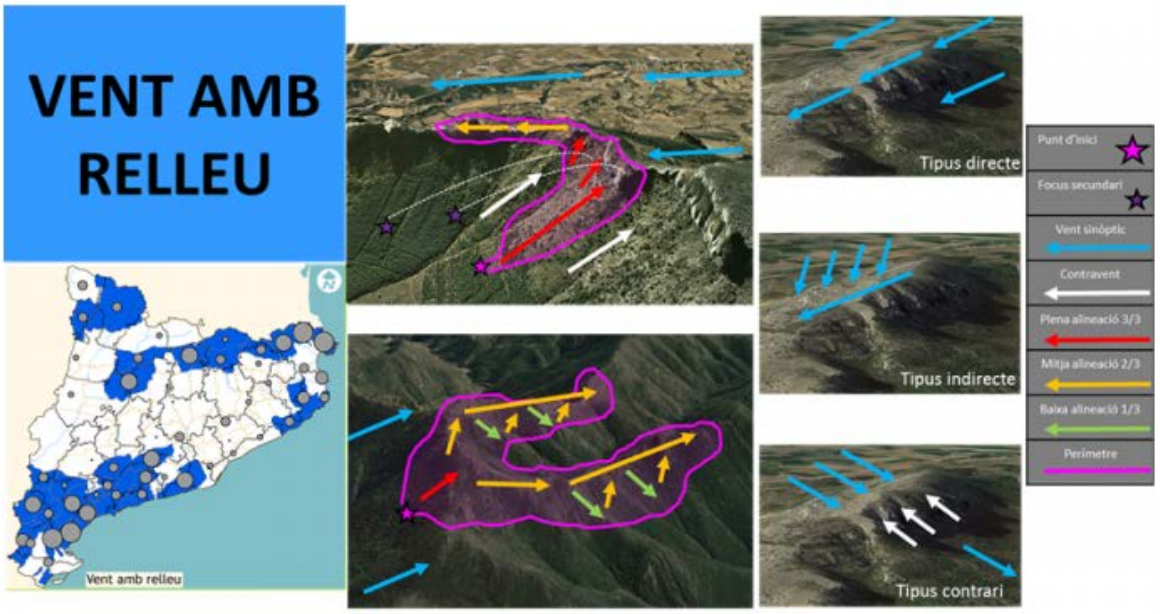
3.1.2. Foc de vent

És aquell en què el vent general és el principal motor de propagació. Aquests incendis poden avançar amb gran rapidesa, i sovint superen la velocitat de la maniobra.

Característiques:

- Velocitat elevada de propagació.
- Incendis molt allargats, amb flancs estesos i cua lenta.
- Gran capacitat per generar focus secundaris.

Exemple: Una jornada amb vent fort provoca que un incendi en una zona agrícola amb matoll sec travessi diversos camps i cremi més de 500 ha en menys de 2 hores. L'atac frontal és inviable i es treballa amb maniobres d'extinció en marxa i confinament del cap amb maquinària agrícola.



	Dia	Nit
Comportament	Segueix eixos de carena. Com més paral·lels a la direcció del vent més carreres en directe. Com mes perpendicular sigui la carena a la direcció del vent, més carreres de contravent. En tipus indirecte hi ha un flanc que es va obrint.	
Punts Crítics	Carenes paral·leles al vent, nusos de carena, colls, sortida de zona de contravent a vent directe.	
Oportunitats	Final de carena, zona de contravent	
Hores màxima intensitat	Mentre es mantinguin les condicions de vent	
Època de l'any	Gen Feb Mar Abr Mai Jun Jul Ago Set Oct Nov Dec	
Atents a nusos de carena, colls, zona límit vent-contravent; i inici, fi i canvi de direcció de carena		Estrènyer el con

Característiques dels incendis de vent

3.1.3. Foc convectiu (de combustible)

Aquest tipus d'incendi té lloc quan l'acumulació de combustible és tan gran que la intensitat del foc és capaç de generar el seu propi microclima, amb corrents d'aire i dinàmiques internes. Aquestes condicions poden derivar en comportaments extrems i amb canvis sobtats.

En els darrers anys, l'evolució dels incendis forestals ha fet que el patró convectiu es manifesti amb més freqüència, donant lloc a fenòmens de piroconvecció, com els pirocúmuls o pirocumulonimbus, que incrementen la intensitat i velocitat del foc i en

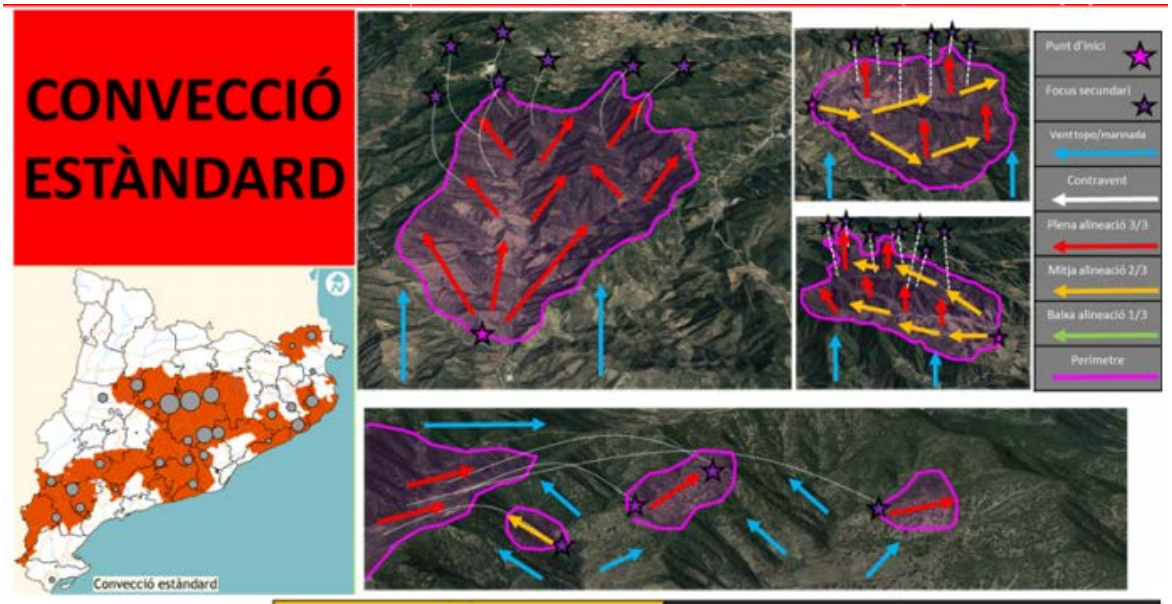
multipliquen la imprevisibilitat. Així, la formació del pirocúmul genera vents d'aspiració cap a ell (*indraft*), que acceleren el front de l'incendi de forma proporcional a l'alçada del pirocúmul (quan més alçada més velocitat). En el cas del pirocumulunimbus es pot donar un procés conegut com "desplom de columna" (*downdraft*), que genera forts vents descendents que poden ampliar el perímetre de forma sobtada i intensa en qualsevol direcció.

Aquestes situacions poden transformar un incendi inicialment gestionable en un episodi de comportament extrem fora de la capacitat d'extinció.

Característiques:

- Pot desenvolupar columnes convectives potents (núvols de fum verticals).
- Pot generar múltiples focus secundaris de manera simultània.
- La intensitat al cap supera la capacitat d'extinció directa.

Exemple: Un bosc afectat per sequera en un dia marcat per la inestabilitat, el foc comença lentament però, a mesura que progressa, l'energia alliberada crea una columna convectiva que accelera el front de foc i comença a llençar focus secundaris de forma constant saltant carreteres i camps.



	Dia					Nit						
Comportament	Segueix la interacció vent suau-macrotopografia, amb la caiguda massiva de focus secundaris seguint la macrotopografia. No llegeix les petites valls					Segueix la interacció vent suau-macrotopografia amb la dinàmica nocturna d'humitats relatives baixa una mica d'intensitat						
Punts Crítics	Fons de barranc, nusos de barranc amb accés a grans olles topogràfiques											
Oportunitats	Grans discontinuïtats de combustible					Zones on els flancs perden alineació, augment de % HR nocturn						
Hores màxima intensitat	11:00 h			20:00 h		Baixa d'intensitat = Oportunitat						
Època de l'any	Gen	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dec
Cua i eixos de confinament						Llançament massiu de focus secundaris						

Característiques dels incendis convectius

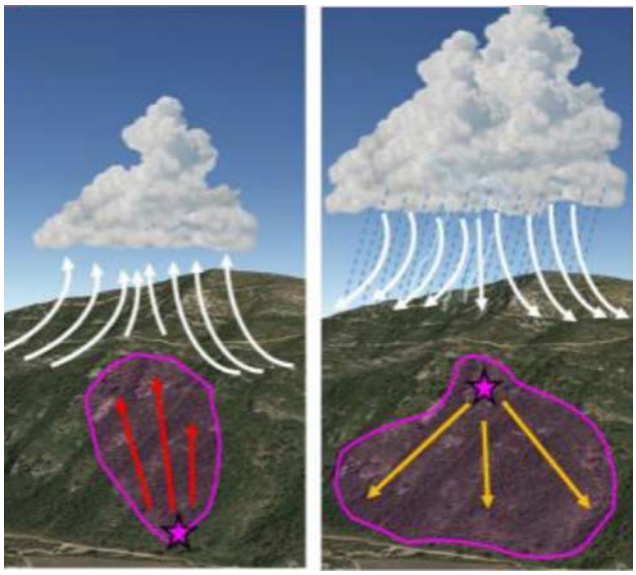
3.1.4. Incendis forestals amb tempesta propera

A més dels tres patrons identificats, cal tenir present que quan un incendi forestal es veu influenciat per una tempesta propera, el seu comportament pot experimentar canvis sobtats i amb una dinàmica de vents canviants.

Les tempestes generen corrents ascendents intensos quan s'està desenvolupant la tempesta i ventades irregulars associades als corrents descendents, quan descarrega la tempesta, capaços de modificar en pocs minuts la direcció i la intensitat de la propagació del foc.

Característiques:

- Quan la tempesta encara s'està formant, els vents tendeixen a entrar cap al nucli tempestuós, de manera que el foc pot ser "atret" cap a la tempesta.
- Quan la tempesta comença a descarregar, es produeixen corrents descendents que projecten els vents cap a fora, sovint en múltiples direccions, creant un escenari altament inestable i imprevisible.
- Aquests processos poden invertir la direcció i intensitat del foc, posant en risc línies de treball o les vies d'escapament.



3.1.5. Importància de la identificació del patró

Reconèixer el patró de l'incendi és un pas fonamental en l'avaluació inicial d'un foc forestal. El patró de propagació —sigui de vent, topogràfic o convectiu— ens indica quines són les forces principals que impulsen el comportament de les flames i, per tant, condiciona de manera directa la presa de decisions.

Identificar-lo correctament permet anticipar l'evolució del foc i escollir la maniobra més adequada. Finalment, aquest coneixement té un impacte directe en la seguretat dels equips operatius ja que permet reduir riscos, evitar situacions d'encerclament i treballar sempre amb un marge de seguretat suficient.

Patró	Factor dominant	Propagació típica	Risc principal
Topogràfic	Pendent, orientació i Vents topogràfics	Ascendent, moderada	Acceleració sobtada en vessant ascendent
De vent	Vent general	Ràpida i extensa	Focs secundaris
Convectiu	Combustible acumulat	Múltiple focus, a pulsacions	Foc que genera les seves condicions meteorològiques pròpies, alta intensitat fora de capacitat d'extinció, col·lapse de la columna.
Tempesta	Tempesta propera	Canvis sobtats de direcció	Canvi sobtat de la direcció i intensitat

Taula comparativa amb patrons de propagació

3.2. Anàlisi bàsic: descripció de la columna de fum

Una de les primeres eines d'anàlisi que pot utilitzar qualsevol bomber arribant a un incendi forestal és l'observació de la columna de fum. Aquesta columna conté molta informació sobre el comportament actual del foc i la seva potencial evolució. A través de la seva inclinació, color, concentració i nombre de focus, es poden extreure indicis útils per determinar:

- El tipus de foc (de vent, topogràfic o convectiu).
- La intensitat de la combustió.
- El grau de convecció i risc de focus secundaris.
- La humitat del combustible.
- Les condicions de propagació
- Eix de propagació

3.2.1. Elements clau de la columna de fum

Inclinació: És l'angle que forma la columna de fum respecte a la vertical. Indica la força i la direcció del vent que actua sobre el front de foc.

- Una columna vertical indica que l'efecte del vent és escàs.
- Una columna inclinada marcarà el vent dominant i l'eix de propagació de l'incendi.
- Una columna partida, pot indicar vents canviants o la presència d'inestabilitat atmosfèrica (com pot ser una tempesta propera).

Exemple: si veiem una columna fortament inclinada és probable que es tracti d'un foc de vent.

Concentració: Fa referència a la densitat i cohesió de la columna de fum. Relaciona la convecció generada amb la quantitat i intensitat de la combustió.

- Columna compacta i definida: molta energia, foc intens, elevació convectiva forta.
- Columna difusa i poc definida: foc feble

Exemple: una columna blanca, espessa i que puja ràpidament indica un foc intens.

Color: El color de la columna dona pistes sobre el tipus de combustible i la seva humitat.

- Blanca: combustió de matèries verdes o humides, vapor d'aigua.
- Grisa: combustió parcial, humitat mitjana.
- Negra: combustió intensa de materials secs, molt disponibles, senyal de risc elevat.

Exemple: si una zona d'interfase genera una columna negra i opaca, pot estar cremant amb força estructures o combustible dens com arbustos o pins ressecs.

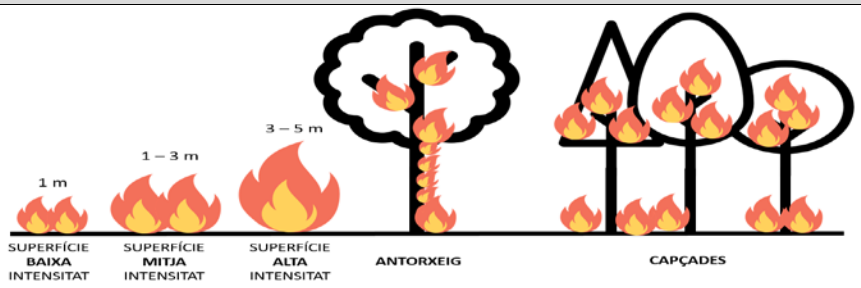
Nombre i dispersió de focus: L'existència de diverses columnes separades pot indicar la presència de focus secundaris, repunts de foc o dispersió per projecció de brases.

- Una sola columna: foc concentrat.
- Diverses columnes petites: ignicions múltiples o propagació erràtica.

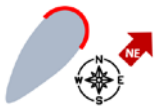
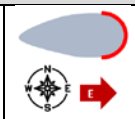
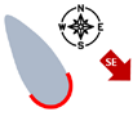
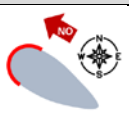
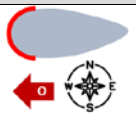
Exemple: en dies de fort vent, veure diverses columnes alineades pot indicar que el foc genera focus secundaris lluny del front principal.

ANÀLISI DE L'INCENDI FORESTAL

TIPUS D'INCENDI: Incendi de…



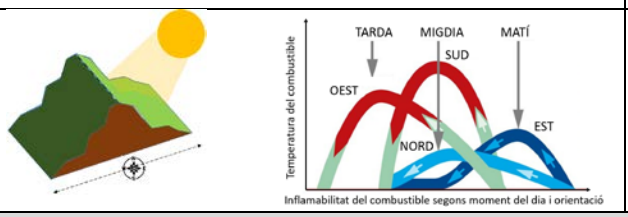
PROPAGACIÓ: Propagant en direcció…

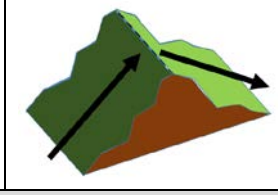
							
NORD	NORD-EST	EST	SUD-EST	SUD	NORD-OEST	OEST	SUD-OEST

SUPERFÍCIE: Amb superfície aproximada de… **Equivalència:** 1 hectàrea (ha) = 10.000 m²

ALINEACIONS: Afavorit per...(identificar el factor clau)

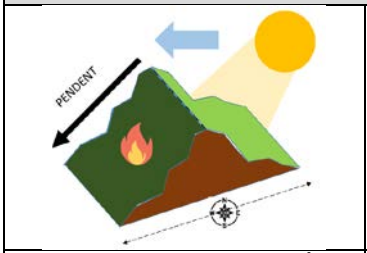
ORIENTACIÓ	PENDENT	VENT



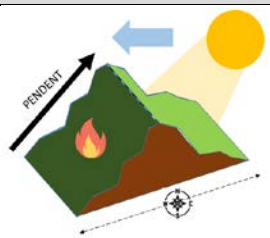




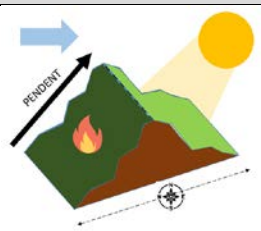
El foc està en...



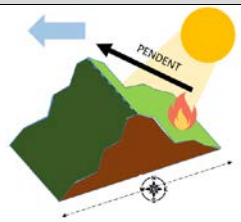
0/3 FORA D'ALINEACIÓ



1/3 POCA ALINEACIÓ



2/3 MITJA ALINEACIÓ



3/3 PLENA ALINEACIÓ

EVOLUCIÓ: Amb una evolució cap a...	...MILLOR/PITJOR	CANVIS ALINEACIÓ	FER PREDICCIÓ

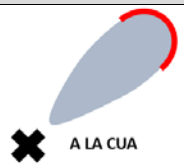
ELEMENTS VULNERABLES: Amb afectació a (entre altres) ...

Carretera X, km X	Urbanització	Nucli urbà	Via fèrria	Càmping	Pista forestal	Casa aïllada	Benzinera

CONTROL: Controlable amb...

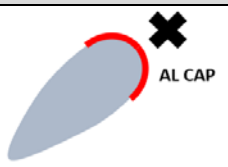
...els recursos actuants.	...els recursos en trànsit.	...X recursos addicionals (...quants?)

TREBALL: Comencem a treballar a...









...amb...

Línia d'aigua	Línia d'aigua + Eines manuals	Línia aigua + MAER	Doble instal·lació d'aigua	Altres...

ALTRES ELEMENTS: validesa de l'observació, detectar lloc i moment en què pot superar el límit de control

3.3. Sistema bàsic d'anàlisis d'incendis forestals (CPS)

El *Campbell Prediction System* (CPS), també conegut com a sistema d'alineació de forces, neix als Estats Units a finals dels anys 80 com una proposta del bomber i instructor Doug Campbell, membre del U.S. Forest Service. que va tenir una llarga experiència en incendis forestals al llarg de l'oest americà, va desenvolupar aquest sistema com una eina per ajudar els bombers a interpretar i anticipar el comportament del foc sobre el terreny.

L'impuls per crear el CPS va sorgir de la constatació que molts accidents greus i víctimes en incendis forestals es produïen perquè els equips no tenien eines senzilles i aplicables per entendre l'evolució del foc en temps real. En lloc de sistemes de modelització complexos, Campbell proposa una eina basada en tres elements observables sobre el terreny: el vent, el pendent i la radiació solar.

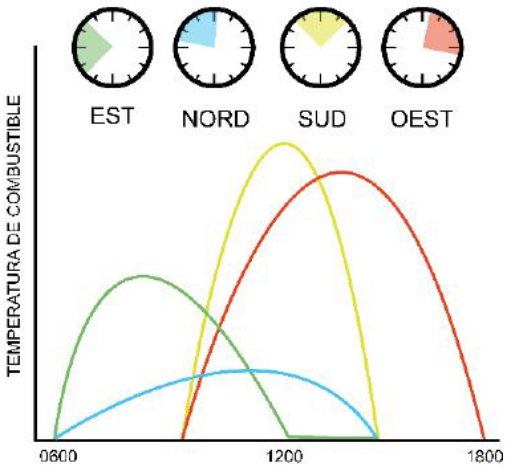
La seva senzillesa, aplicabilitat i capacitat de predicció han fet del CPS una peça clau en la lectura de l'incendi i la presa de decisions operatives.

3.3.1. Fonaments del sistema CPS

Els tres factors principals que s'analitzen són:

Orientació: Defineix la posició del combustible en el pendent respecte del sol i la seva radiació i informa quan serà fred o calent, més temperatura del combustible, més inflamable i, per tant, més perillós. Per fer aquesta valoració es fan servir les corbes horàries, per saber si és una orientació calenta o freda en funció del moment del dia en què som.

→ Quan l'orientació és "calenta" (solell, especialment al migdia), +1.



Esquema corbes d'inflamabilitat segons l'orientació del pendent i l'hora del dia

Pendent: És una força important perquè afavoreix l'ascens a velocitat elevada del front de foc i posa els materials combustibles més a prop de la radiació necessària.

→ Quan el foc puja per un pendent, +1.

Vent: Igual que el pendent, és un accelerador de la velocitat del foc, tant pel seu efecte sobre la radiació, l'empenta i l'oxigenació del foc, com en el dessecament dels combustibles.

→ Quan bufa a favor del front, +1.

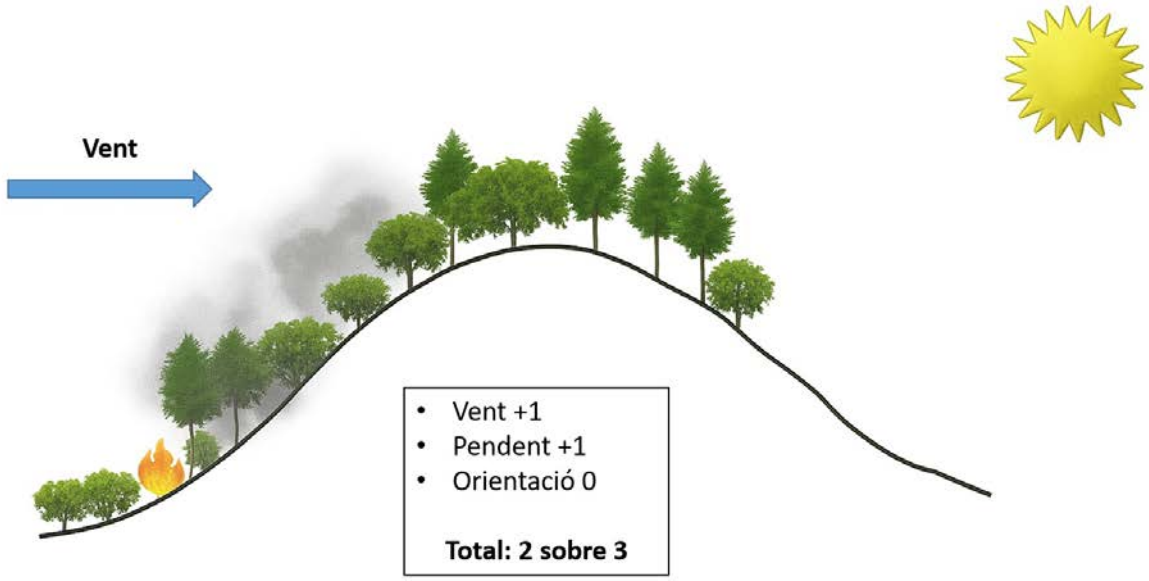
Cada factor pot tenir valor **0** (no afavoreix) o **1** (afavoreix), sumant-se de **0/3 a 3/3**.

3.3.2. Les alineacions de forces

Parlem d'alineació de forces en funció dels tres factors; així, en funció dels números resultants, tenim les alineacions següents:

Alineació	Valoració
0/3	Fora d'alineació
1/3	Poca alineació
2/3	Mitja alineació
3/3	Plena alineació

Exemple: si tenim un foc a la base d'un pendent, orientat al sud a les 12 del migdia i amb vent del sud, tenim plena alineació perquè el foc pot ascendir (+1) a favor de vent (+1) i sobre un combustible calent (+1), és a dir 3/3. En canvi, si fos a orientació nord, i amb el vent topogràfic en contra, estaríem parlant d'1/3 (com es pot veure en la imatge següent).



Exemple factors d'alineació de forces

3.3.3. Procés de valoració en 5 passos:

El *Campbell Prediction System* no només serveix per classificar incendis, sinó que també proporciona una metodologia estructurada per prendre decisions tàctiques sobre el comportament del foc. Aquesta metodologia s'articula en 5 passos consecutius, que es poden aplicar ràpidament sobre el terreny a partir de l'observació directa i el coneixement local.

1) Identificar la tipologia d'incendi

El primer pas és determinar quin factor domina la propagació del foc en aquell moment. Aquesta classificació inicial ens ajuda a contextualitzar el comportament del foc i entendre quins elements tindran més pes:

- **Foc de vent:** el vent general és el principal motor de propagació (flames llargues, columna inclinada, focus secundaris).
- **Foc topogràfic**: el pendent, vent i orientació dominen la propagació (especialment en zones de relleu pronunciat).
- **Foc convectiu o de combustible:** gran càrrega de vegetació acumulada genera una columna pròpia i comportament intens, sovint inestable.

2) Determinar l'alineació de forces actual

Es tracta de valorar quants dels 3 factors afavoreixen simultàniament la propagació del foc al front actiu: vent, pendent i orientació.

Per a cada factor afavoridor, assignem un punt (1). La suma total ens dona un valor entre **0/3 i 3/3:**

- **0/3**: fora d'alineació – és el comportament mínim d'aquell incendi.
- **3/3**: alineació màxima – és el comportament màxim per aquell incendi.

3) Localitzar els punts de canvi d'alineació

En aquest pas, cal identificar aquells llocs del territori on el foc canviarà la seva alineació de forces:

- **Canvi a millor (pels bombers):** el foc entra en una zona amb menys pendent, més ombrívola o protegida del vent → el comportament s'afeblirà.
- **Canvi a pitjor (pels bombers):** el foc entra en una zona amb més exposició solar, pendent positiva o vent frontal → risc de salt, capell o flameig sobtat.

4) Interpretar l'efecte del canvi (a millor/pitjor)

Una vegada identificat els punts on es produirà un canvi d'alineació, cal avaluar com respondrà el foc quan arribi a aquesta zona, bàsicament plantejant-nos si augmentarà la seva intensitat o passarà a tenir algun factor més en contra del seu desenvolupament.

Al final és identificar de manera molt senzilla si l'incendi, en arribar a aquell punt, anirà a millor o anirà a pitjor per als equips d'extinció.

5) Planificar l'actuació en funció del comportament previst

Amb tota la informació anterior, es defineix quina maniobra és la més adequada, on i quan:

- Actuar allà on el foc es debilitarà (oportunitat).
- Defensar o replegar-se allà on s'intensificarà (punt crític).
- Tenir temps per avaluar, decidir i actuar (finestra d'actuació).

Per últim, l'observació del comportament del foc amb unes condicions determinades ens indica com es comportarà aquell incendi quan es tornin a donar aquelles condicions, fet que permet anticipar què passarà quan l'incendi entri de nou en una zona similar a la d'origen (ex: una altra carena amb alineació 3/3).

4. Maniobres d'extinció en incendis forestals

La selecció de la maniobra d'extinció és una de les decisions tàctiques més rellevants durant la lluita contra un incendi forestal, ja que en depèn tant l'eficàcia de l'actuació com la seguretat dels equips. Aquesta decisió no és mai arbitrària, sinó que es fonamenta en diversos factors:

- El comportament del foc, ens indica la seva intensitat, velocitat i punts crítics.
- La configuració del terreny, pot afavorir o dificultar la propagació.
- Els recursos disponibles, humans i materials.
- Els objectius operatius, poden anar des d'estratègies de contenció del perímetre a altres de supressió total de les flames.

En termes generals, les maniobres d'extinció es classifiquen en dues grans categories:

- **Atac directe,** quan es treballa sobre el front de flames, mitjançant aigua, eines manuals o mitjans aeris.
- **Atac paral·lel o indirecte**, quan s'actua sobre el combustible (la vegetació no cremada) per frenar l'avanç del foc.

Exemple: mitjançant línies de defensa, foc tècnic o ús de maquinària.

4.1. Maniobres d'atac directe

Són aquelles que s'apliquen directament sobre el front de flama o la zona de combustió activa. L'objectiu és aturar la propagació del foc en aquell moment i lloc. És la metodologia d'actuació més habitual en els primers moments d'un incendi i es fan servir quan:

- La intensitat del foc ho permet.
- Hi ha accés segur a la zona.
- Es busca una resposta ràpida i localitzada.



Atac directe amb línia d'aigua



Atac directe



Maniobres d'atac directe.

4.1.1. Línia d'aigua amb estesa de mànegues

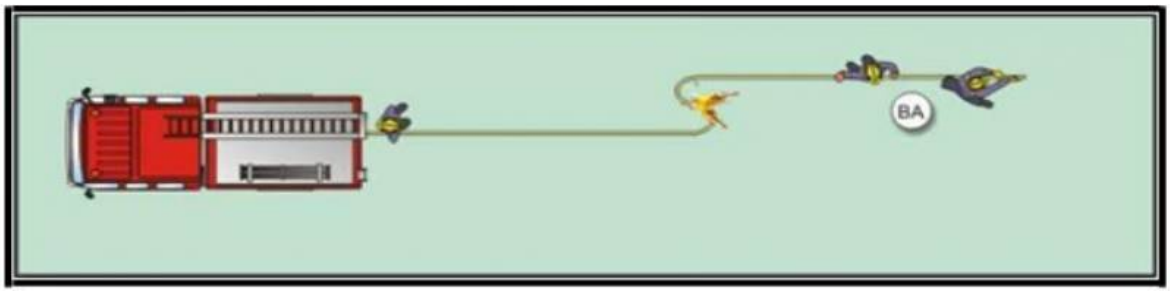
L'estesa de mànegues és una de les maniobres més utilitzades i consolidades al Cos de Bombers de la Generalitat, que ha estat pioner en l'impuls del treball en alta pressió per a incendis forestals. Aquesta tècnica consisteix a desplegar línies de mànegues des del vehicle autobomba fins al front de foc i aplicar aigua directament sobre les flames o les zones calentes. L'ús de l'alta pressió permet una major capacitat de penetració i eficiència en l'extinció, reduint el consum d'aigua i millorant el control del foc en escenaris de vegetació densa.

Característiques:

- Ràpida efectivitat sobre flames baixes i focs de superfície.
- Requereix accés amb vehicle o llargues línies de mànega.

Maniobres associades:

- Atac directe sobre flama baixa.
- Rebaixar la intensitat abans de fer la maniobra amb eines manuals.
- Refrescament i remat de zones calentes.



Esquema bàsic maniobra línia d'aigua des d'autobomba.

4.1.2. Eines manuals (batefocs, rasclet, pala forestal, motxilles d'aigua)

Les eines manuals són una de les primeres i més importants eines d'extinció en incendis forestals. La seva aplicació permet construir línies de defensa, eliminar combustible i reduir la intensitat del foc de manera directa i immediata. Es basa en el treball combinat de diferents eines, que van des del refredament, la sufocació fins a l'extinció.

Característiques:

- Especialment útil en focs de baixa intensitat i zones de difícil accés.
- Rellevant en la creació de línies de contenció o defensa.
- Pot complementar-se amb aigua per fixar resultats.

Maniobres associades:

- Atac directe amb eines manuals: Consisteix a actuar directament sobre les flames amb batefocs, motxilles d'aigua o gorgui/pulaski/pala, i posteriorment escombrar les brases cap a l'interior de la zona ja cremada per evitar reignicions. És una maniobra senzilla i ràpida, adequada per a focs de baixa intensitat (fins a un metre de longitud de flama i a velocitats de propagació inferiors a 1 km/h aproximadament). Si es disposa del suport de mitjans aeris que facin descàrregues per davant, es poden afrontar longituds i velocitats superiors.
- Obertura de caixa: Es crea una obertura lineal dins la massa forestal eliminant el matollar i part de l'estrat arbori, normalment amb motoserra, Pulaski, podall o desbrossadora. Serveix per reduir la càrrega de combustible i establir un espai de tall que faciliti el control del foc.
- Condicionament d'espais oberts: És una maniobra complementària que consisteix a crear o ampliar clars o zones obertes a partir de l'eliminació del combustible. Redueix la continuïtat vegetal i ajuda a millorar l'eficàcia d'altres maniobres o la seguretat de punts concrets.
- Línia de defensa: Té per objectiu crear una obertura lineal i contínua fins a sòl mineral, eliminant tot el combustible en superfície. Requereix coordinació i treball en cadena amb diferents eines manuals i mecàniques, i és una maniobra fonamental en incendis d'intensitat baixa i mitja.



Posicions maniobra d'extinció amb eines manuals

4.1.3. Extinció amb mitjans aeris

L'extinció amb mitjans aeris es basa en la descàrrega d'aigua o de productes retardants des d'aeronaus com avions i helicòpters, i constitueix una eina essencial però sempre complementària a les maniobres terrestres. Aquests mitjans permeten actuar amb rapidesa sobre punts estratègics del foc, reforçar línies de defensa prèviament construïdes o frenar la propagació en zones d'accés difícil per als equips terrestres. Els helicòpters ofereixen gran precisió en les descàrregues, mentre que els avions permeten abocar grans volums d'aigua o retardant en poc temps. Tot i la seva espectacularitat, l'eficàcia real depèn de la coordinació estreta amb els equips de terra, que han d'aprofitar immediatament les descàrregues per consolidar-les amb maniobres amb eines manuals o línies d'aigua.

Característiques:

- Molt útil per reduir intensitat o frenar la propagació en zones inaccessibles.
- Té efecte temporal: necessita seguiment i rematada terrestre.

Maniobres associades:

- Atac puntual sobre zones calentes o caps.
- Protecció de zones sensibles (infraestructures, nuclis habitats).
- Suport a línies d'aigua o eines manuals (baixar intensitat per permetre accés terrestre).

4.2. Maniobres atac indirecte

Aquestes maniobres es realitzen a distància del front de foc, creant franges de seguretat o zones de contenció per aturar o redirigir la propagació. Són especialment útils en incendis d'alta intensitat, on el foc pot no ser abordable directament.



Maniobres d'atac indirecte.

4.2.1. Maquinària pesada (buldòzers, tractors, etc.)

L'ús de maquinària pesada, com buldòzers o tractors amb eines forestals, és una de les tècniques més efectives per obrir línies de defensa àmplies i contínues en incendis forestals de gran intensitat. Aquests equips retiren ràpidament la vegetació i deixen el sòl mineral exposat, creant barreres que dificulten l'avanç del foc i serveixen com a punts d'ancoratge segurs per a maniobres posteriors amb eines manuals o foc tècnic.

El seu avantatge principal és la velocitat i la capacitat de treball en grans extensions, tot i que requereixen una planificació acurada, ja que depenen de l'accessibilitat del terreny i comporten riscos associats a la seva maniobra en zones abruptes o amb poca visibilitat.

Característiques:

- Molt eficient en grans extensions i línies perimetrals.
- Ràpida execució en terreny favorable.
- Pot actuar també com a ancoratge per altres maniobres manuals o de foc tècnic.

4.2.2. Foc tècnic

Són maniobres d'alta especialització en què s'utilitza el foc de manera controlada per lluitar contra l'incendi amb diverses finalitats.

En supòsits d'incendi de vegetació, el Cos de Bombers de la Generalitat de Catalunya pot fer ús del foc com a mitjà per a estabilitzar, extingir, redirigir, confinar o disminuir la intensitat de l'incendi. Aquest ús implica, mitjançant la utilització dels diversos tipus de cremes d'eixamplament o contrafocs, la crema de les zones que amb una previsió normal de l'evolució de l'incendi, poden ser consumides per l'incendi.

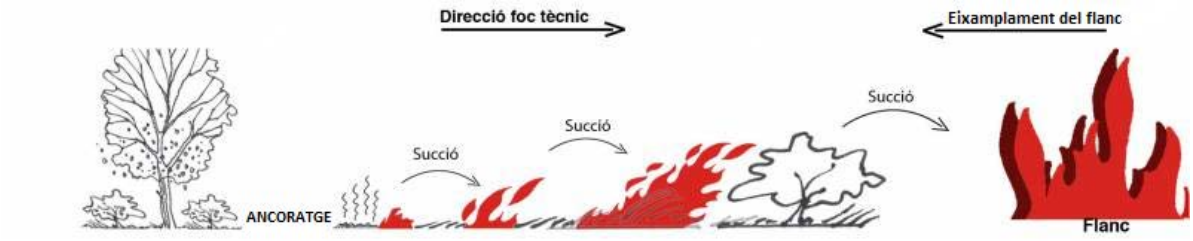
Característiques:

- Requereix alt nivell de coneixement i condicions favorables.
- Pot ser extremadament eficient per contenir focs de gran intensitat.
- Ha de ser executat únicament per personal format en foc tècnic i amb validació del cap d'intervenció.

Maniobres associades:

- Maniobra de definició de perímetre: S'utilitza per simplificar i assegurar el perímetre d'un incendi amb perímetres sinuosos. Consisteix a eliminar amb foc tècnic el combustible existent entre el front actiu i ancoratges sòlids (naturals o construïts), amb l'objectiu de transformar un perímetre irregular en una línia més recta, curta i fàcil de defensar.
- La crema d'eixamplament és una maniobra de foc tècnic que té per objectiu eliminar, mitjançant foc controlat, el combustible situat entre un ancoratge i el front de l'incendi. D'aquesta manera es redueix la càrrega de combustible disponible i s'aconsegueix confinar el foc dins d'un perímetre segur, provocant la seva extinció per manca de material combustible.
- Contrafoc: És una maniobra de foc tècnic que consisteix a encendre un nou front de foc perquè avanci contra l'incendi principal, de manera que tots dos competeixin pel mateix combustible i redueixin la intensitat del foc original. Quan els fronts es troben, les columnes es neutralitzen i el foc perd capacitat de propagació. Tot i això, és una

maniobra complexa i de risc, ja que genera altes intensitats, sacrifica el terreny entre fronts i només es pot executar en finestres d'actuació molt petites.



Esquema efecte de succió del foc tècnic en crema d'eixamplament

4.2.3. Ús de retardants o escumes

Són substàncies químiques que s'apliquen per reduir la inflamabilitat de la vegetació o per reforçar una línia de defensa.

- Els retardants són productes químics (principalment fosfats amònics) que, afegits a l'aigua, en potencien les propietats extintores i mantenen part de la seva eficàcia fins i tot després de l'evaporació. Apliquen una capa protectora sobre la vegetació, reduint la intensitat de les flames i frenant la propagació, i per això s'utilitzen especialment des de mitjans aeris per reforçar línies de defensa.
- Els escumògens, en canvi, tenen un efecte de curta durada: barrejats amb aigua, generen una escuma que envolta el combustible, l'aïlla de l'oxigen i afavoreix l'absorció d'humitat. Això permet una millor penetració i refredament dels combustibles, redueix el consum d'aigua i facilita la tasca tant de mitjans aeris com terrestres.

En ambdós casos, són eines complementàries que incrementen l'eficàcia de les maniobres d'extinció i milloren la seguretat de l'operació.

Característiques:

- S'utilitzen principalment amb mitjans aeris, tot i que també es poden aplicar per terra.
- Tenen una persistència més gran que l'aigua, mantenint part de l'efecte encara després de l'evaporació.
- Generen una barrera protectora que redueix la intensitat del foc i dificulta la propagació.

Aplicacions habituals:

- Protegir infraestructures i zones sensibles, com urbanitzacions, línies elèctriques o centres de transformació.
- Crear línies de reforç combinades amb altres maniobres indirectes per assegurar el perímetre i guanyar temps a l'extinció.

4.3. Helitransport de personal

L'helitransport de personal és una tècnica que permet el desplaçament d'unitats ràpid, mitjançant helicòpter fins a les zones més properes al foc, sovint en terrenys de difícil accés. Aquests equips estan entrenats per actuar amb gran rapidesa i precisió, aprofitant el suport simultani dels mitjans aeris d'extinció. La seva especialització en maniobres d'atac directe els converteix en un recurs altament eficaç durant les primeres fases d'un incendi forestal, quan la rapidesa en l'actuació pot ser decisiva per contenir el foc abans que evolucioni cap a un gran incendi.

Característiques principals:

- Transport ràpid i segur fins a punts estratègics mitjançant helicòpter.
- Equips reduïts per facilitar la mobilitat i l'eficàcia en atac inicial.
- Especialització en maniobres d'atac directe, sovint en coordinació amb descàrregues aèries.
- Ús preferent en incendis de llamp o en punts crítics d'accés difícil.

4.4. Etapes en l'extinció d'incendis forestals

L'actuació en un incendi forestal es divideix operativament en tres etapes consecutives que defineixen els objectius, les maniobres i els recursos aplicats a cada moment. Conèixer i respectar aquestes etapes ajuda a optimitzar els esforços i evitar errors tàctics.

4.4.1. Etapa d'atac

L'objectiu principal d'aquesta etapa és frenar la propagació activa del foc (estabilitzar) i aconseguir punts d'ancoratge que permetin limitar-ne l'expansió. És l'etapa més crítica i decisiva ja que el foc encara avança amb força i la velocitat d'actuació pot marcar la diferència entre un incendi controlable i un gran incendi forestal.

Les maniobres d'aquesta etapa es caracteritzen per la ràpida execució, sovint amb estratègies directes o combinades: línies d'aigua, eines manuals, maquinària pesada i suport de mitjans aeris. També és el moment de definir les línies d'ancoratge, els PEV i les línies de defensa, així com d'organitzar l'incendi en sectors i zones per garantir una resposta coordinada.

4.4.2. Etapa de remat

Un cop el foc ja està controlat comença l'etapa de rematada, que té com a objectiu eliminar tots els focus calents i restes actives dins del perímetre per assegurar que l'incendi no es reactivi. Aquesta etapa és més lenta i minuciosa, però no menys important: és la que garanteix la consolidació definitiva del control.

La rematada requereix una revisió exhaustiva del perímetre, especialment en zones de sotabosc, racons ombrívols o àrees amb acumulació de matèria orgànica. Es combinen diferents tècniques segons el terreny i la intensitat del foc: aplicació d'aigua, treball amb eines manuals o fins i tot maquinària pesada per retirar restes. Una rematada deficient és la causa més habitual de represes.

4.4.3. Etapa de rereguarda

És l'últim pas i té com a finalitat assegurar que el foc no es reactivi, i extingir les brases o punts calents latents. És una etapa que pot durar hores o fins i tot dies, segons l'extensió cremada, les condicions meteorològiques i la quantitat de combustible residual.

Aquesta vigilància s'efectua amb patrulles mòbils distribuïdes al llarg del perímetre i amb capacitat de resposta immediata davant qualsevol represa. La comunicació fluida amb el comandament és essencial per adaptar els recorreguts de control i reforçar aquelles zones més exposades a canvis de temperatura, vent o insolació.

Aquesta etapa finalitza quan l'incendi es dona per extingit.

4.5. Fases d'un incendi forestal

Paral·lelament a les etapes en l'extinció, un incendi es pot trobar en quatre fases que reflecteixen el seu grau de perillositat i la situació operativa.



Fases de estat de l'incendi forestal (Pla INFOCAT).

Mentre que les etapes en l'extinció descriuen *què fan els equips operatius*, les fases de l'estat descriuen *com es troba el foc* en aquell moment.

5. Seguretat en incendis forestals

5.1. Una responsabilitat compartida: seguretat a tots els nivells

La seguretat en incendis forestals al Cos de Bombers es basa en la combinació de mesures individuals i organitzatives que busquen minimitzar els riscos derivats de la falta d'equipament, de comunicació o de coordinació, així com d'una consciència insuficient del que està passant al nostre entorn. Aquesta estratègia inclou l'ús correcte d'EPI, l'aplicació del protocol LACES amb consciència de situació constant, l'organització jeràrquica temporal del comandament i l'ús de maniobres d'autoprotecció en escenaris crítics.

Tot i aquestes mesures, hi ha escenaris de gran complexitat i incertesa —com els accidents a Horta de Sant Joan, Yarnell o els grans incendis a Portugal i Grècia— on les decisions dels bombers van per darrere de l'evolució del foc, provocant situacions de col·lapse. L'experiència internacional mostra que en escenaris dinàmics i incerts no es poden eliminar completament els errors, però sí que es poden reduir mitjançant un enfocament sistèmic, anticipant senyals de perill i construint resiliència.

Aquesta perspectiva ha fet evolucionar la doctrina del Cos de Bombers cap a una seguretat integrada en tots els nivells operatius, tàctics i estratègics, que van des de la definició d'un pla d'acció per establir on i quan actuaran les unitats, fins a la responsabilitat individual d'usar correctament el seu EPI o respectar altres pautes de seguretat.

Nivell	Funció
Seguretat global de l'incident	L'anàlisi de riscos globals, zones d'exclusió, i l'organització de sectors.
Pla d'acció	Defineix l'estratègia, objectius i recursos. Cal preveure punts crítics.
Aplicació tàctica	Maniobres amb mètodes segurs: límits clars, zones segures, vigilància.
Responsabilitat individual	Ús correcte de l'EPI, coneixement de la maniobra, atenció a l'entorn, LACES.

5.2. Riscos específics en incendis de vegetació i mesures de seguretat associades

Els incendis forestals presenten riscos característics que poden posar en perill la integritat física del personal d'extinció. Aquests riscos no només deriven del foc en sí, sinó també del comportament canviant de l'incendi, el medi natural, i la pròpia dinàmica operativa. En aquest apartat es recullen de manera molt resumida els riscos més destacats, així com les mesures de seguretat i les bones pràctiques associades.

Canvis bruscos en el comportament del foc
Els incendis de vegetació poden evolucionar ràpidament a causa de factors com el vent, la topografia o l'alineació de forces. Això pot provocar situacions de sobtat empitjorament, amb canvis en la intensificació del foc, canvis en la direcció, o generació de focus secundaris.

Mesures: mantenir l'observació contínua de la columna de fum, identificar punts de canvi, evitar maniobres en zones tancades o sense rutes d'escapament, aplicar LACES de forma estricta.

Atrapaments
El risc d'atrapament es dona especialment en escenaris amb canvis ràpids de direcció del vent, zones amb vegetació densa o en maniobres indirectes sense control de les vies de sortida.

Mesures: mantenir sempre una ruta d'escapament clara i reconeguda, identificació de zones segures i comunicar posicions i direccions de progressió.

Caiguda d'arbres o branques
Els arbres cremats, afectats per fongs o amb estructures inestables poden col·lapsar sobtadament, especialment després del pas del front de foc, per efectes del vent, o com a conseqüència de descàrregues dels mitjans aeris.

Mesures: evitar romandre sota arbres danyats, identificar perill d'arbres morts, utilitzar casc sempre.

Càrrega de treball física i estrès tèrmic
Els entorns forestals, amb altes temperatures, pendents, exposició solar i equipament pesat, poden afavorir la deshidratació, la fatiga i el col·lapse tèrmic.

Mesures: pauses programades, relleus freqüents, consum regular d'aigua, reconeixement dels símptomes de cop de calor o fatiga extrema, vigilància mútua dins l'equip.

Ús de mitjans aeris
Les operacions amb helicòpters o avions poden comportar riscos per a les brigades de terra, especialment per descàrregues imprevistes, mala comunicació o manca de coordinació.

Mesures: respectar les zones de seguretat, evitar treballar en línia amb trajectòries de descàrrega, mantenir comunicació clara entre els comandaments i els mitjans aeris.

Condicions del terreny i riscos naturals
Despreniments de roques i pedres, despreniments, caigudes per desnivells, o picades d'animals (serps, vespes...) també formen part del conjunt de riscos específics en entorns forestals.

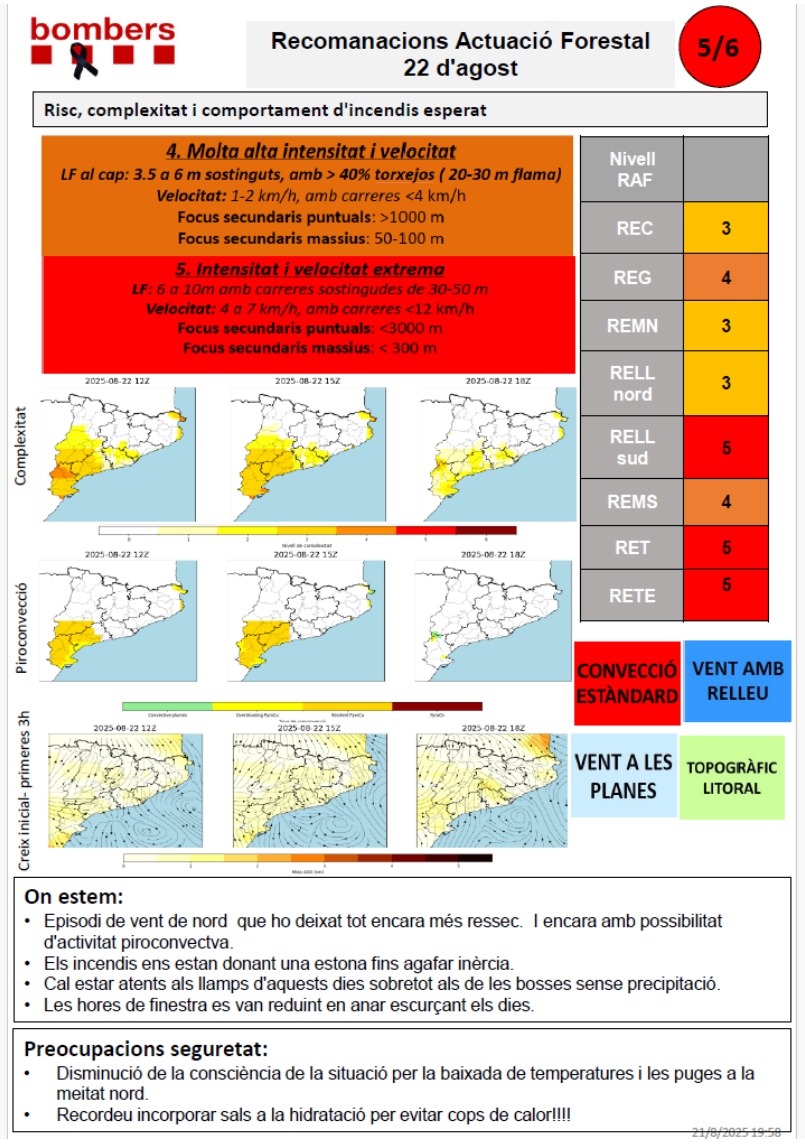
Mesures: avaluar el terreny abans d'entrar-hi, ús correcte de les botes i la roba de protecció, mantenir el grup cohesionat i amb visibilitat mútua.

5.3. La importància de la consciència de situació

En incendis forestals, la consciència de situació és un element clau per a la seguretat operativa i la presa de decisions. Es construeix a partir de la informació prèvia i diària que proporciona la guàrdia de suport —com ara l'anàlisi de condicions meteorològiques, els episodis de risc esperats i les lliçons apreses d'incendis històrics o internacionals— i es concreta en documents com el RAF (Recomanació d'Actuacions Forestals) que es publica diàriament durant la campanya forestal.

Aquesta informació ajuda a identificar riscos, fonts d'incertesa i canvis potencials en el comportament del foc, i constitueix la base d'una lectura comuna entre tots els operatius. No és casualitat que, després de diversos accidents, la lletra A del LACES hagi evolucionat d'"Ancoratge" a "Ancoratge i Awareness" (consciència de situació), posant en relleu la necessitat d'una observació i comunicació constants.

El Cos de Bombers aposta fermament per reforçar aquesta capacitat, promovent la formació en l'anàlisi bàsic del foc, de manera que cada bomber/a i cada equip puguin interpretar i anticipar el comportament del foc i adaptar les seves maniobres en conseqüència. La consciència de situació és, doncs, una eina col·lectiva i alhora individual que marca la diferència entre una intervenció segura i una situació de risc.



Exemple document Recomanació d'actuacions Forestals per al dia 22.08.2025

5.4. El protocol LACES: l'estàndard en maniobres forestals

El protocol LACES (acrònim de *Lookout, Anchor point, Awareness, Communications, Escape routes, Safety zones*) o OACEL en castellà, és un model universalment reconegut que estableix els 5 paràmetres per a la seguretat en qualsevol maniobra forestal:

L – Lookout (guaita)
En tota intervenció s'ha de designar una persona que actuï com a observador permanent del comportament de l'incendi. La seva funció és mantenir una visió clara i contínua del front de foc, de la columna i de l'equip de treball i de la zona segura, i avisar immediatament si es produeix qualsevol canvi en la dinàmica. Aquest observador ha d'estar ben posicionat per tenir una perspectiva global, ja sigui integrat dins l'equip o situat a distància.

A – Anchor Point (punt d'ancoratge)
Qualsevol maniobra d'extinció ha de començar des d'un punt d'ancoratge segur, és a dir, un lloc que el foc no pugui superar. Aquests punts poden ser infraestructures (carreteres, tallafocs, rius) o zones ja cremades, i serveixen com a base per construir línies de defensa estables. Un bon punt d'ancoratge redueix el risc que el foc sobrepassi l'equip i aporta més seguretat a l'operació.
Awareness (consciència de situació), representa el nostre estat d'alerta i coneixement vers els riscos de l'escenari on estem desplegant la maniobra. Ens servirà per anticipar perills i problemes abans no passin i és necessari que sigui comú amb la resta de membres de l'equip.

C – Communications (comunicacions)
La comunicació eficaç és essencial per a la seguretat. Tot el personal ha de disposar de canals clars i provats, i verificar que els missatges siguin rebuts i compresos. És necessari establir protocols i codis comuns, incloent-hi els avisos d'emergència, per garantir que la informació circuli de manera ràpida i sense ambigüitats en un entorn canviant i d'alta pressió.

E – Escape Routes (rutes d'escapament)
Cada membre de l'equip ha de conèixer per endavant les rutes d'escapament que permetin abandonar la zona de treball ràpidament si la situació empitjora. Aquestes rutes han d'estar planificades, senyalitzades i dimensionades d'acord amb la distància al front i la velocitat de propagació prevista. A més, és imprescindible avaluar si ofereixen prou temps per evacuar amb seguretat.

S – Safety Zones (zones de seguretat o refugi)
Les zones de seguretat són espais físics on el personal es pot refugiar sense necessitat de protecció addicional. Exemples habituals són superfícies ja cremades, afloraments rocosos o clars sense vegetació. Aquestes zones han de tenir la mida suficient en relació amb la intensitat prevista del foc, assegurant que tots els membres de l'equip hi puguin romandre

corregit · DGPEIS 10/2026 sense risc. Com a norma aquesta zona cal que tingui un radi igual a 4 vegades l'alçada de flama esperada.

5.5. Maniobra d'autoprotecció en cas d'atrapament d'autobomba

Tot i que la formació, l'entrenament i tot el procés de planificació de resposta a un incendi forestal tenen per objectiu evitar completament situacions d'atrapament, cal acceptar que pot arribar un moment en què una unitat es veu sorpresa per l'evolució del foc i sense sortida immediata. En aquest cas, es posa en marxa una *maniobra d'autoprotecció* com a últim recurs.



Maniobra en cas d'atrapament d'autobomba

La maniobra d'autoprotecció en incendi de vegetació és un conjunt d'accions planificades i pautades que permeten minimitzar el risc d'atrapament per foc forestal i, en cas que aquest sigui inevitable, maximitzar la capacitat de supervivència de la dotació. Es basa en maniobres passives i actives d'autoprotecció i es desenvolupa en tres fases principals: prèvia o preventiva, amb vehicle com a eina de protecció, i situació crítica amb sortida del vehicle.

Fase prèvia o de prevenció (situacio 1): Aquesta fase inclou totes les accions dutes a terme abans de l'atrapament per assegurar que el vehicle i la dotació estiguin preparats. Al parc, cal comprovar el correcte funcionament de les finestres i conductes d'aire de la cabina, així com els ruixadors de cabina. En moviment per zones forestals, és essencial fer un seguiment continu del foc, identificar zones segures accessibles i planificar rutes i zones segures.

Fase amb vehicle com a eina de protecció (situació 2): Quan es detecta que no es pot sortir de la zona amb seguretat, el comandament localitza la zona segura més propera. El vehicle s'emplaça de manera que la cabina quedi a l'ombra del foc, amb una orientació de 45º a 60º respecte al front de flames, amb línia de 25 mm pressuritzada, la llança a la zona d'ombra, i materials que obstaculitzin el pas d'aire calent per sota. La dotació es manté
corregit · DGPEIS 10/2026 agrupada a la cabina i activa els ruixadors de protecció quan s'acosta el front de foc. El cap de la UBI comunicarà per emissora la situació d'atrapament en zona d'emergència fent servir la marcació d'alarma del terminal "CODI VERMELL".

Fase crítica i sortida del vehicle (situació 3): Aquesta fase entra en acció quan les condicions a l'interior del vehicle es tornen insostenibles i s'ha de sortir de la cabina, o quan la dotació és sorpresa pel foc i no ha pogut executar les accions de la fase anterior. En

aquest cas, el vehicle s'atura en el lloc més ampli i lliure de vegetació possible, deixant espais adequats per al refugi del personal.

Els bombers despleguen línies de protecció a l'ombra del vehicle i cobreixen els baixos del camió. Si l'aigua és insuficient o s'esgota, la dotació es col·loca a terra amb els EPI i els aïllants per minimitzar l'exposició a la calor. Un cop estabilitzada la situació, es comunica immediatament a la sala de control l'estat del personal, del vehicle i del material, donant finalització a la fase crítica. El cap de la UBI comunicarà, fent servir la marcació d'alarma del terminal, "CODI VERMELL, dotacions atrapades en fase crítica".

corregit · DGPEIS 10/2026