La Prevenció dels Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi Tipus.

Pau Costa
Marc Castellnou
Asier Larrañaga
Marta Miralles
Daniel Kraus

FIRE PARADOX

bombers
Generalitat de Catalunya

EFI

La Prevenció dels Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi Tipus

Pau Costa Alcubierre
Marc Castellnou Ribau
Asier Larrañaga Otxoa de Egileor
Marta Miralles Bover
Paul Daniel Kraus

Realització:

Generalitat de Catalunya
bombers Generalitat de Catalunya
E F I
FIRE PARADOX

Primera edició: Març 2011.

Oficina Editora:
Unitat Tècnica del GRAF,
Divisió de Grups Operatius Especials.
Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments.
Departament d'Interior. Generalitat de Catalunya.

Contacte: utgraf@gencat.cat
Carretera de la Universitat Autònoma s/n, 08290
Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Espanya

Autor fotografia portada: Marcel·lí Fons. Navàs 2007, Catalunya. Espanya.

Descàrrec de Responsabilitat: Aquesta guia ha estat preparada pel projecte Fire Paradox dins el Sisè Programa Marc de la UE. El contingut d'aquesta publicació és únicament responsabilitat dels autors i no necessàriament reflexa la visió de la Unió Europea o de l'Institut Forestal Europeu (EFI).

Dipòsit Legal:B-17313-2011
ISBN: 978-84-694-1457-6

Certificat digital:
UT GRAF
Bombers de la Generalitat de Catalunya.
utgraf@gencat.cat

Autors

Pau Costa Alcubierre, Asier Larrañaga Otxoa de Egileor, Marc Castellnou Ribau i Marta Miralles Bover (Enginyers Forestals, Bombers de la Generalitat de Catalunya, GRAF); Paul Daniel Kraus, (Fire Ecologist, Fire Ecology Research Group, MPI Chemistry, Alemanya).

Agraïments

A tot el personal tècnic del Grup de Recolzament d'Actuacions Forestals (GRAF) dels Bombers de la Generalitat de Catalunya que ha participat directe o indirectament en l'elaboració d'aquesta Guia.

A totes aquelles persones i institucions que han facilitat desinteressadament il·lustracions i material divers relacionat amb l'elaboració d'aquesta Guia, especialment a Míriam Piqué (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya), Paulo Fernandes (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal), Josep Piñol (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, Catalunya), Eric Rigolot (Institut National de la Recherche Agronomique, França), Steve Gibson (Northumberland Fire and Rescue Service, Anglaterra), Mónica Bardají i Jaime Sendra (Departamento Medio Ambiente. Gobierno de Aragón, Espanya), Domingo Molina (Universitat de Lleida, Catalunya), Gerard Grau (Sapeur Pompiers de l'Aude, França), Teresa Cervera (Centre de la Propietat Forestal, Catalunya), David Meya i Carlos Miranda (Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya), Manuel Rainha (Grupo de Análise e Uso do Fogo da AFN, Portugal), Michaela Spielmann (EFI Central European Regional Office, Alemanya) , Steve Hawkins (Wallowa Whitman National Forest, USA), Luis Galiana (Universidad Autonoma de Madrid, Espanya).

Col·laboradors

Tim Green (European Forest Institute), Francisco Cano (Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya), Fernando Chico (Enginyer Forestal, Espanya), Antonio Salgueiro i Pedro Palheiro (Grupo de Análise e Utilização do Fogo da DGRF, Portugal), Eduard Plana (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya), Andreas Schuck (European Forest Institute, Central European Regional Office), Albert Alemany (Bombers de la Generalitat de Catalunya).

Edició

Jordi Vendrell (Geògraf, Bombers de la Generalitat de Catalunya), Edgar Nebot, Mariona Borràs i Helena Ballart (Enginyers Forestals, Bombers de la Generalitat de Catalunya)

Maquetació

Maria Luïsa Lopo i José Ignacio Solano (Periodistes de l'Àrea d'Informació i Comunicació dels Bombers de la Generalitat de Catalunya).

Índex

Introducció a la guia..... *7*

Guia

1 Paradigma dels incendis forestals a Europa... *8*

1.1. Del foc com a eina de servei al gran incendi forestal com a problema... *8*

1.2. Canvi d'usos i paisatge com a motor de canvi en el fenomen dels grans incendis forestals..... *10*

1.3. Perquè ens superen els grans incendis forestals? La capacitat d'extinció.....*13*

2 Planificació per limitar la capacitat de propagació.....*14*

2.1. Reduint la capacitat de propagació. Gestió de combustible extensiva.... *14*

2.2. Retardant la propagació. Anticipant i preparant oportunitats.....*16*

2.3. Adaptació de la prevenció d'incendis forestals als GIFs actuals.....*17*

3 Implementació dels incendis tipus com a eina de suport a la gestió del paisatge.....*22*

3.1. L'Incendi tipus com a element de planificació. Escales i àmbits de treball.....*23*

3.2. Aportacions a la pre-extinció; Incendis de disseny i Punts estratègics de gestió (PEG).....*24*

3.3. Aportacions a la prevenció. Limitació de l'abast dels grans incendis forestals.....*25*

3.4. Aportacions a la gestió forestal.....*27*

4 Consideracions finals.....*28*

5 Referències.....*29*

Índex

Annexos

1) El foc com a eina de gestió del paisatge...*32*

1a) Ecologia del foc.....*32*

1a1) Caracterització dels règims de foc.....*33*

1a2) Vulnerabilitat d'estructures forestals.....*36*

1a3) Rotació Natural de Focs (Natural Fire Rotation) i Zones Homogènies de Règim (ZHR)..*38*

1b) Usos tradicionals del foc.....*40*

1b1) Antecedents i el model de convivència amb el paisatge.....*40*

1b2) Situació actual.....*42*

1c) L'ús del foc com a eina de gestió.....*44*

1c1) Paper del foc en les estructures forestals.....*44*

1c2) Foc com a eina de gestió. Cremes prescrites.....*45*

2) Generacions d'incendis forestals. Relació entre paisatges, usos, sistema preventiu-extintor i tipologia d'incendis. Exemple del territori de Catalunya.....*52*

3) Propostes d'actuació per a cada tipus de propagació.....*58*

3a) Exemple de desenvolupament i aplicació dels incendis tipus. Cas de Catalunya.....*58*

3a1) Metodologia.....*58*

3a2) Factors bàsics de propagació..*63*

3a3) Esquema de propagació de cada Incendi tipus.....*65*

3b) Propostes d'actuació per a cada incendi tipus.....*75*

3b1) Identificació dels PEG.....*75*

3b2) Creació dels PEG.....*75*

3b3) Propostes d'actuació per a cada tipus de propagació.....*76*

3b4) Validació d'oportunitats predefinides.....*79*

Glossari.....*83*

A Pau Costa Alcubierre,
que mai va deixar de lluitar pel somni que més estimava.
Sense el teu esforç aquesta guia no hagués vist mai la llum.

A Jaume Arpa, Jordi Moré, Ramon Espinet i David Duaigües,
per ensenyar sempre.

Introducció a la guia

Sota el títol La Prevenció de Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi tipus, aquesta guia pretén introduir la metodologia de treball dels incendis tipus com a eina de prevenció i pre-extinció. L'àmbit de la guia comprèn la integració i l'ús del foc en la planificació forestal i en la prevenció de grans incendis forestals.

Aquesta guia té l'objectiu de difondre coneixements per a la integració del foc en la planificació forestal i les tasques de prevenció d'incendis forestals, servint d'eina de suport a les polítiques forestals. La guia, de difusió europea, busca mostrar una visió de l'heterogeneïtat en quant a realitats socioeconòmiques, estructures de vegetació i règims d'incendis compresos al continent europeu.

L'estructura de la guia es basa en un text principal on es contextualitza el seu àmbit d'aplicació i en un seguit d'annexos on es troba informació més tècnica. A la primera part del document, s'estableixen els coneixements sobre l'estat actual dels boscos europeus i l'evolució dels incendis forestals associats, relacionant-la amb els canvis en els processos socioeconòmics de la segona meitat del segle XX. Es plantegen les causes de la proliferació dels grans incendis forestals, incidint en els canvis d'usos del sòl i les polítiques orientades a augmentar la capacitat d'extinció.

A la segona i la tercera part, es plantegen actuacions per minimitzar els efectes dels grans incendis forestals, per reduir la seva intensitat i augmentar la seguretat del personal dels serveis d'extinció. A la segona part es tracten els conceptes d'incendis tipus, patrons de propagació i determinació de l'incendi tipus detalladament. A la tercera part es treballen aquests conceptes i es descriu la seva aplicabilitat a l'hora de planificar actuacions al territori com a punts estratègics de gestió.

Els annexos que completen la guia profunditzen en: (1) l'ús del foc com a eina de gestió del paisatge, a partir de la seva ecologia i de l'ús històric d'aquest element, (2) les estratègies de prevenció d'incendis forestals segons les generacions d'incendis i (3) les propostes d'actuació per a cada tipus de propagació.

Les referències bibliogràfiques s'han marcat amb números, mentre que les referències del glossari s'han marcat amb lletres.

1. Paradigma dels incendis forestals a Europa

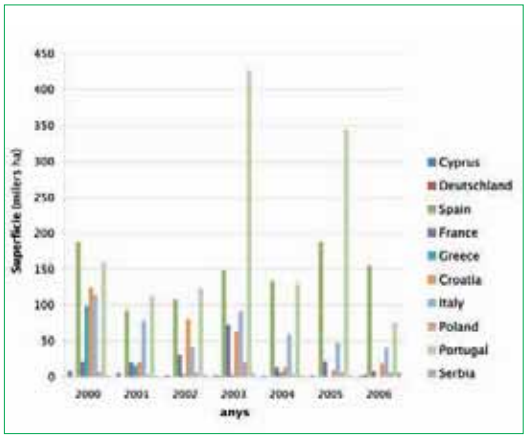
1.1. Del foc com a eina de servei al gran incendi forestal com a problema

En diverses àrees del continent europeu, i principalment als països mediterranis, les darreres dècades s'han caracteritzat per canvis dràstics en els usos del sòl. L'abandonament de camps de conreu i la reducció d'activitats com la pasticultura han comportat l'increment de la superfície forestal. Aquests canvis en el paisatge han conduït cap a una propagació més agressiva dels grans incendis forestals (GIF) a nivell europeu[18].

Actualment, a la regió mediterrània, els incendis superiors a 50 ha representen més del 75% de la superfície cremada, tot i que només representen el 2,6% del nombre total d'incendis forestals[24]. Durant els darrers anys, l'ocurrència d'episodis de GIFs amb comportaments extrems ha afectat diferents regions d'Europa: Portugal (2003 i 2005), sud-est de França (2003), Espanya (2006 i 2009), i Grècia (2000, 2007 i 2009)[8] *(Gràfic 1)*.

La resposta dels països europeus davant d'aquesta problemàtica ha estat el reforçament de les polítiques d'extinció[9], dirigides a augmentar la capacitat d'extinció. No obstant, aquests episodis de GIFs han posat de manifest les limitacions de la capacitat de control d'aquests sistemes d'extinció[20] de països tecnològicament desenvolupats, que s'han vist superats per fronts de foc d'intensitat i velocitat de propagació molt elevats. Els sistemes de prevenció i extinció amb més pressupost reconeixen que estan "morint d'èxit": les fortes inversions redueixen els focs de mitja i baixa intensitat, mentre que els incendis més intensos cremen lliurement el paisatge, quedant fora de la capacitat d'extinció. I és que la reducció de pertorbacions de baixa i mitja intensitat són paradoxalment garantia de l'existència d'incendis d'alta intensitat[6]. Es fa, doncs, una selecció negativa dels incendis.

Aquesta estratègia de millora i increment dels mitjans d'extinció ha donat com a resultat un escenari en què els valors de superfície cremada són continguts durant la majoria dels anys, però en què també hi ha anys negres amb molts milers d'hectàrees afectades pels GIFs. El problema, per tant, es concentra en anys amb sequeres i/o condicions meteorològiques adverses que generen combustions vegetals de comportament extrem.



Gràfic 1. **Superfície cremada (milers d'hectàrees) per grans incendis forestals durant el període 2000-2006 a diferents països europeus.** Font: European Forest Fire Information System (EFFIS).

Tot i que la inversió econòmica en extinció d'incendis forestals mai havia estat tan elevada, els incendis forestals esdevenen més grans, amb unes taxes de propagació més ràpides i intensitats més elevades[8] oferint poques oportunitats als sistemes d'extinció, *figura 1*.

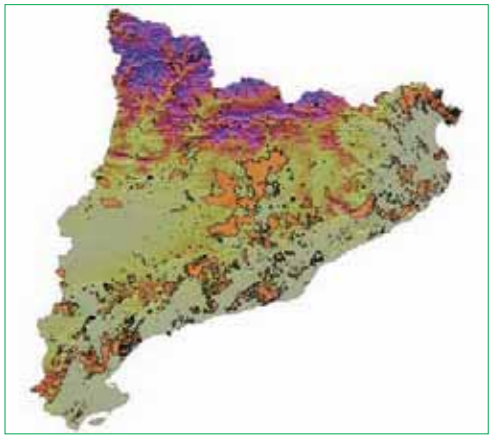


Figura 1. **La petjada dels incendis forestals en els últims 50 anys a Catalunya.** En taronja, la superfície cremada com a mínim una vegada en aquest període. El 94.6% de la superfície ha cremat en incendis de més de 100 ha[6]. Per tant, no solament el foc és el principal gestor de l'ecosistema, sinó que només es permet que les intensitats més altes gestionin l'ecosistema. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

La presència del foc als ecosistemes europeus no és nova, ha coexistit amb l'activitat antròpica des de sempre, *annex 1a*: les ignicions naturals de llamps provocats per tempestes seques o l'ús del foc com a eina de suport en l'activitat agrària i silvopascícola[9] - amb una arrel molt estesa en gairebé totes les regions europees - han cohabitat amb l'home durant anys.

La domesticació del foc es considera un dels assoliments més importants de l'espècie humana. L'ús del foc no és exclusiu de l'àmbit domèstic o industrial, sinó que s'ha usat tradicionalment amb finalitats agrícoles i forestals: reducció de restes vegetals, millora de pastures, eliminació de material vegetal sec o millora de la regeneració d'espècies vegetals que necessiten ambients oberts[16], *annex 1c*. No obstant això, com a conseqüència del despoblament rural durant la segona meitat del segle XX, la cultura del foc s'ha anat perdent i la percepció d'aquest element ha passat d'eina a perill[19]. A l'*annex 1b* es detalla informació relacionada amb els usos tradicionals del foc a Europa.

El foc és un element natural als ecosistemes mediterranis, i els GIFs no són una singularitat sinó una pertorbació de règim definit. Per tant, el repte que s'ha d'afrontar conjuntament des de l'àmbit de la prevenció i l'extinció d'incendis forestals és anticipar i reduir la capacitat de propagació dels GIFs que vindran, així com els seus danys a persones, béns i usos del paisatge.

Aquest serà, doncs, el punt de vista d'aquesta guia: buscar eines per reduir la capacitat de propagació. S'analitzaran els factors que permeten comportaments de foc tan extrems i quina ha de ser l'estratègia de prevenció davant d'aquests factors.

1.2. Canvi d'usos i paisatge com a motor de canvi del fenomen dels grans incendis forestals

Per determinar l'arrel del problema cal analitzar la transcendència de cada un dels paràmetres que intervenen en el comportament del foc forestal: topografia, meteorologia i combustible (biomassa).

Factor topogràfic

En l'escala temporal que s'analitza (<100 anys), el factor topogràfic es pot dir que es manté inalterat i, per tant, té una transcendència baixa.

Factor meteorològic

El factor meteorològic es troba, segons els experts en clima, en un procés de canvi relativament ràpid degut a l'activitat antròpica relacionada sobretot amb l'emissió de gasos d'efecte hivernacle. L'augment de temperatura en els darrers 50 anys (0.13ºC [0.10ºC – 0.16ºC] per dècada)[15] reflecteix una realitat poc afavoridora en el context dels incendis forestals, però no explica la totalitat del problema.

L'existència d'anys secs i calorosos durant la primera meitat del segle XX no estava relacionada amb incendis forestals catastròfics. Molt al contrari, actualment, una campanya d'aquestes característiques posa a prova amb quasi tota probabilitat qualsevol servei d'extinció. Estudis conclouen que el nombre i l'àrea dels incendis forestals va augmentar entre el 1968 i el 1994 a causa del canvi climàtic[22]. No obstant això, no només es pot fer aquesta afirmació en base a les dades meteorològiques, ja que la incidència dels incendis forestals depèn de molts altres factors.

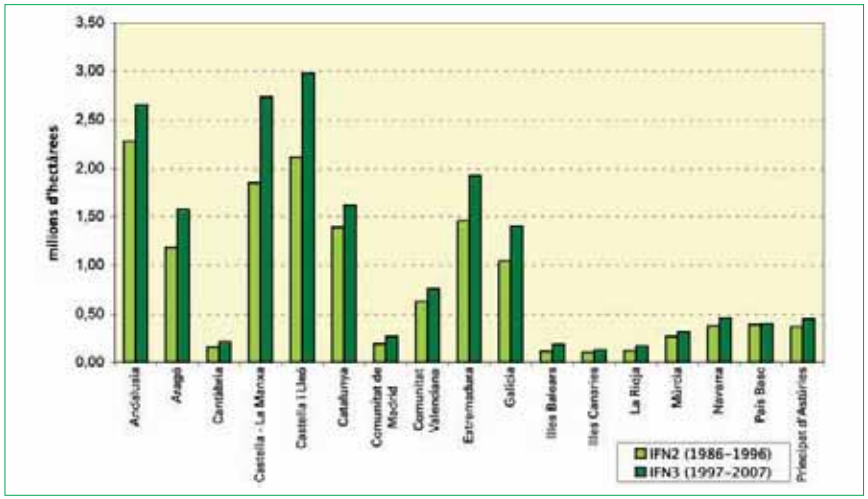
En qualsevol cas, el paper del clima en la proliferació d'episodis meteorològics adversos (sequera i altes temperatures) és rellevant en episodis de GIFs, sobretot en un context en què, segons la major part dels models, els escenaris futurs són més desfavorables que els actuals.

Factor combustible (biomassa)

Però deixant de banda la incidència relativa del clima i els seus canvis en l'explicació dels episodis de GIF, també el factor combustible (o millor dit, de biomassa) s'ha modificat, influint en la proliferació d'incendis de comportament extrem[17]:

- el canvi principal s'ha donat en la quantitat de biomassa disponible per cremar que acumulen actualment les masses forestals respecte els boscos de la primera meitat del segle XX. L'acumulació de combustibles fins permet focs ràpids que llancen focus secundaris a distància per davant del front.
- l'increment de la continuïtat de la superfície forestal arran de l'abandonament de camps de conreu i terrenys de pastures permet que els perímetres es facin més llargs i inaccessibles. Aquest fenomen és comú a totes les regions que han patit processos de despoblament rural, afectant bona part de les àrees rurals dels països de la UE que en l'actualitat pateixen el problema dels GIF, *gràfics 2 i 3*.

El model actual condueix a una extensió, càrrega i continuïtat forestal creixent, amb una elevadíssima densitat d'arbres de poc diàmetre i masses estancades, forçant el sistema cap als GIFs. L'acumulació de biomassa ha augmentat la continuïtat horitzontal a nivell superficial, així com la continuïtat vertical i la tangència de capçades. Aquestes noves estructures poden cremar a molt alta intensitat[6].



Gràfic 2. **Evolució de la superfície forestal per a cada comunitat autònoma de l'Estat espanyol entre el 1980 i el 1990, en percentatge.** Font: Inventario Forestal Nacional (IFN), 2 i 3.

Gràfic 3. **Evolució de la superfície forestal a França entre el 1825 i el 2005, en milions d'hectàrees.** Font: Cinotti (1996)[14].

Així doncs, la continuïtat de les masses forestals arbrades, juntament amb l'elevada acumulació de combustible, ha portat a l'aparició dels GIFs, amb focs de capçades i focus secundaris massius. Altres aspectes que han contribuït a l'evolució d'aquest paisatge, i que han afavorit un escenari amb més incendis forestals de comportaments extrems són:

- les polítiques d'extinció total, que han reduït fins la pràctica desaparició del foc de baixa i mitja intensitat al paisatge, permetent l'acumulació de combustible: és la paradoxa de l'extinció[9, 23]
- la regressió de l'activitat agroforestal causada per l'allunyament de l'home del medi i vida rurals, que ha conduït a la conversió de terrenys agrícoles i de pastures en zones forestals
- el domini dels incendis d'alta intensitat en l'afectació de superfície cremada són també responsables de la homogeneïtzació del paisatge i de les estructures forestals actuals
- el context socioeconòmic i polític que envolta al sector forestal amb una disminució generalitzada de gestió forestal, *figures 2 i 3*.

Figura 2 (esq) i Figura 3 (drt). **Comparació de dues imatges de la mateixa zona (1908-2001) on s'observa l'acumulació de combustibles fruit de l'abandonament de l'activitat agroforestal.** Masia Can Tardà (Castellolí, Catalunya) Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Relacionant aquests dos factors esmentats (meteorològic i biomassa), podem concloure que els GIFs es generen en situacions de gran disponibilitat de combustible i situacions meteorològiques adverses.

1.3. Per què ens superen els grans incendis forestals? La capacitat d'extinció

Davant l'alarma d'un incendi forestal, l'estratègia aplicada per l'àmplia majoria de serveis de prevenció i extinció es basa en la ràpida i contundent reacció d'atac a totes les ignicions, en totes les localitzacions territorials i situacions meteorològiques. L'eficàcia d'aquesta estratègia és alta i aconsegueix limitar la major part de les ignicions a focs de mida petita. En canvi, quan l'equilibri entre la força extintora i la de comportament de foc és clarament favorable a la segona, el sistema col·lapsa demostrant ser poc eficient, obrint-se la finestra del GIF.

En aquest context, es pot definir un GIF com aquell incendi que manté de forma força sostinguda una velocitat, intensitat i/o longitud de flama que supera la capacitat del sistema d'extinció, i que per tant, ofereix escasses oportunitats d'extinció.

Existeixen diferents comportaments que superen la capacitat d'extinció en funció del tipus de paisatge:

- Ratis de creixement de la longitud de perímetre superiors a la capacitat de les línies de contenció, degut a la continuïtat del paisatge.

- Velocitat de foc superior a la d'extinció. La velocitat de desplegament de mitjans al llarg del perímetre és inferior a la velocitat de creixement del perímetre de l'incendi. Això inclou des de la velocitat d'emplaçament de mitjans, al subministrament de recursos a aquests mitjans, com a la velocitat en què la informació de canvis de comportament o canvis de plans circula per la cadena de comandament. Exemples: Sardenya (Italia) 2007, Catalunya (Espanya) 1986 i 2000 o Northumberland (Anglaterra) 2006.

- El sistema d'extinció no pot executar maniobres eficaces en la mateixa proporció que en circumstàncies normals a causa de l'alta intensitat del foc. L'alta intensitat lligada a focs de capçades supera el límit d'extinció, i cap mitjà terrestre o aeri no pot enfrontar-s'hi. Exemples: Espanya 1994 o 1998.

- L'afectació a béns immobles i persones, incrementant les necessitats de mitjans d'extinció per a protegir-los. A les zones d'interfase urbana es genera un procés de retroalimentació negativa que es tradueix en un descens relatiu del nombre de mitjans destinats a contenir el foc forestal davant del nombre de mitjans destinats a protegir béns i persones. En aquesta situació, cada bé és en una emergència. Exemple: Catalunya 2003 i 2007, Grècia 2009.

- Simultaneïtat de GIFs, reduint encara més el nombre de recursos disponibles. Exemple: Califòrnia 2003, Portugal 2003, Grècia 2007.

2. Planificació per a limitar la capacitat de propagació

A mesura que es dóna resposta als incendis que van apareixent i el paisatge evoluciona, els incendis canvien cap a nous comportaments, cap a noves generacions d'incendis forestals, *annex 2.* Per exemple, l'èxit de la inversió en l'extinció de focs que s'escapen per velocitat a Catalunya (1986-1993) acabà en el període 1994-1998 amb GIFs que s'escapaven ja per focs de capçades.

Mentre no es modifiqui la càrrega i la distribució del combustible del paisatge, es repetiran els incendis fora de capacitat d'extinció, que no es podran ni evitar ni aturar. El problema es presenta a llarg plaç.

A curt plaç, l'única solució serà retardar (que no aturar) la propagació de l'incendi, preparant les oportunitats on l'extinció pot redirigir, modificar i endarrerir la propagació del foc.

2.1. Reducció de la capacitat de propagació. Gestió de combustible extensiu

Quina càrrega i distribució de combustible del paisatge permet focs dins de capacitat de control? Com s'hauria de reduir o redistribuir aquesta càrrega? La possibilitat de control per part del sistema extintor d'un incendi forestal resta condicionada a la capacitat d'estabilització que es desenvolupi al llarg del perímetre. Per tant, cal explicitar els comportaments d'aquest perímetre que estan fora de capacitat d'extinció, *figura 4*.

Figura 4. **GIF del Solsonès al 1998 travessant una vessant en descendent, 200 metres de camp segat i una carretera.** Els GIFs es caracteritzen per l'enviament de focus secundaris a llargues distàncies i/o amb capacitat d'interactuar entre ells, i sovint per la creació d'ambient de foc[(a)]. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Capacitat d'extinció

La parametrització d'un GIF és complexa perquè el fet que un incendi es descontroli no depèn únicament del comportament del foc, sinó de la capacitat d'extinció present (tipus d'eines d'extinció, llargs perímetres inicials per la manca d'accessos, recursos invertits en protecció de béns i persones, etc.).

Si es comparen diferents cossos d'extinció, es poden marcar uns llindars de comportament, uns llindars de velocitat de propagació i intensitat de front a partir dels quals els sistemes d'extinció actuals comencen a tenir problemes seriosos per controlar les ignicions. Cada sistema extintor ha de conèixer els seus llindars de capacitat d'extinció determinant el límit tecnològic que permet fer front a les flames i apagar-les, *taula 1*.

Els paràmetres claus que limiten aquesta capacitat d'extinció són la intensitat de front i la velocitat de propagació. Els dos factors estan sovint relacionats, però es poden tractar de forma independent.

Limitació de la intensitat de front de foc en grans incendis forestals

Els incendis que generen problemes per l'alta intensitat estan, en la major part dels casos, relacionats amb estructures arbrades. Per estabilitzar fronts de foc capaços de mantenir focs de capçades passius i actius de forma sostinguda en l'espai i el temps, les possibilitats d'implementar maniobres d'atac (indirecte, paral·lel o directe) són decreixents i inversament proporcionals a la disponibilitat de combustible, meteorologia adversa i paisatge continu en combustible.

Taula 1. **Límit tecnològic dels sistemes d'extinció catalans.**

Paràmetres del GIF	Limitacions del sistema d'extinció català
Longituds de flames	Superiors a 3 m
Velocitats de propagació de l'incendi	Superiors a 2 km/h
Activitats de capçades igual o major a foc de	Capçades passiu

En aquest context de límit tecnològic davant fronts de focs inabastables per l'alta implicació de les capçades, és necessari disminuir les càrregues totals de combustible i modificar la distribució de les càrregues entre els diferents estrats del dosser arbori.

Per aconseguir estructures forestals que presentin resistència a la propagació, que desenvolupin focs amb intensitats assolibles pel sistema extintor, és necessari implementar una gestió forestal que contempli itineraris silvícoles per cada tipus d'estructura que siguin capaços de minimitzar la possibilitat de desenvolupar focs de capçades.

Per a que l'efecte sigui plausible a l'escala d'afectació dels GIF, la implementació d'orientacions de gestió que integrin el pas del foc ha de ser general i no local, fent així que esdevingui una aposta amb garanties d'èxit.

Limitació de la velocitat de propagació

Que la velocitat de propagació superi la d'extinció està relacionat amb diferents factors segons el tipus de propagació de l'incendi:

- en focs topogràfics i de convecció, la velocitat vindrà determinada per la distància de caiguda-llançament de focus secundaris. A més distància, major capacitat d'implicar més superfície en menys temps, i per tant, major velocitat de propagació. La capacitat convectiva del foc està relacionada amb la quantitat de combustible que crema; per tant, tractaments de rebaixa de càrregues limitaran la capacitat convectiva, que a la vegada limitarà la quantitat i la distància de caiguda-llançament de focus secundaris, que per últim, reduirà la velocitat de propagació. En resum, per a focs de convecció, una gestió forestal orientada pot ser suficient per limitar la velocitat de propagació.

- en focs conduits per vent, la velocitat d'aquest tindrà influència directa i principal en la velocitat de propagació general de l'incendi. En aquest cas, els tractaments de combustible limitaran la intensitat però en menor mesura limitaran la velocitat de propagació.

És necessària doncs, l'aposta per una gestió forestal orientada a limitar la propagació dels incendis en aquelles àrees que ho requereixin, però els efectes beneficiosos de la seva aplicació es podran observar a llarg termini. Cal, doncs, implementar i desenvolupar alternatives que permetin millorar les capacitats del sistema preventiu i extintor.

2.2. Retardar la propagació. Anticipant i preparant oportunitats

L'augment del nombre de recursos d'extinció, tant aeris com terrestres, o l'ús de mitjans aeris més grans, no permet enfrontar-se directament als comportaments de foc superiors a la capacitat d'extinció del propi sistema. Ara per ara, només podem retardar (que no evitar) la propagació de l'incendi, preparant les oportunitats on l'extinció pot redirigir, modificar i endarrerir la propagació del foc.

Davant cadascuna de les generacions, diferents estratègies de resposta de l'extinció s'han demostrat útils. Això ens servirà de guia a l'hora de plantejar algunes eines de pre-extinció per a endarrerir la propagació:

- xarxa viària per accedir als massissos (per a generacions de GIF de continuïtat)
- distribució en xarxa de vigies, punts d'aigua, recursos terrestres i aeris, adaptada al risc i amb un programa de cremes per a poder adquirir experiència per a l'ús del foc en extinció (per a generacions de GIF per velocitat)
- mesures d'autoprotecció, cèl·lules i eines logístiques (per a GIF creuant interfície urbana)
- l'anticipació d'oportunitats d'extinció, per a totes les generacions d'incendi. El concepte de l'anticipació explica com un tenista professional és capaç de restar el servei de l'adversari encara que superi els 200 km/h, basant-se en la previsió de trajectòria que descriurà la pilota. Anticipa aquest moviment ubicant-se en el lloc òptim i en les condicions suficients per poder restar.

Per desenvolupar aquesta capacitat d'anticipació els sistemes extintors han hagut de desenvolupar eines de predicció del comportament del foc com són:

- Patrons de propagació que permeten identificar el factor dominant dels incendis i per tant quins tipus de canvis generaran oportunitats (desenvolupats a la primera meitat del segle XX).
- Simuladors estàtics de comportament de foc de superfície (Behave)[1] o simuladors espacials de comportament de foc[11], que permeten anticipar zones de menor intensitat.
- Simuladors basats en el temps mínim de recorregut, que permet localitzar oportunitas[12,13].
- L'anàlisi CPSL (Campbell Prediction System Language) per predir a on canviarà el comportament[3].
- Els incendis de disseny[5], gran incendi esperat en cada massís, i províncies de foc[4].
- La planificació basada en el foc-problema "problem fire", vinculat a la conca de foc o fireshed[2].

Els simuladors necessiten molt de temps, dades de models de combustible precisos i un coneixement precís de la interacció de meteorologia (principalment vent) i topografia a petita i a gran escala. La seva aplicació està limitada en l'extinció ja que els incendis habitualment presenten una durada inferior a 48h (la majoria dels que esdevenen a l'Europa mediterrània).

En la planificació, els simuladors ens permeten preveure moviments generals i aproximats, sempre que es compti amb una font d'informació de la interacció de vent i paisatge, ajustant el comportament en base a incendis històrics de la zona[2,4, 11].

2.3. Adaptació de la prevenció d'incendis forestals als grans incendis forestals actuals

Sembla clar que les eines d'interpretació del foc per sí mateixes no són suficients per intentar plasmar sobre el territori una planificació acurada que respongui dues qüestions bàsiques per a l'anticipació:

- Probabilitat de tenir un GIF en una zona concreta.
- Moviment esperat del GIF en la zona.

Per dur a terme aquest pas és necessari implementar una eina que permeti classificar, organitzar i tipificar els possibles incendis que es poden donar en un àrea concreta.

Es parteix de la premissa elemental basada en l'observació que davant la mateixa topografia i meteorologia el foc propagarà de la mateixa manera[5,10] canviant només la seva intensitat en funció de la disponibilitat de combustible en aquest dia (major estrès hídric acumulat, acumulació de combustible, etc.).

La disponibilitat del combustible depèn de la forma o gruix del combustible i de la humitat, el temps de retard[b] relaciona aquests dos conceptes.

L'aproximació qualitativa als patrons de propagació dóna una identificació clara de l'existència dels patrons clàssics sobre el territori (topogràfic, conduït per vent i convectiu), però aquests presenten singularitats i diferències geogràfiques d'ocurrència. Això pot induir a pensar que cada incendi és diferent i que no hi ha patrons. En canvi, adoptant una perspectiva global, es comprova que la realitat és ben diferent, i fins i tot permet simplificar el seu estudi arribant a un conjunt de focs tipus.

Incendis tipus

L'estudi dels incendis històrics permet observar que davant la mateixa topografia i meteorologia (situació sinòptica), el foc propaga seguint esquemes de propagació similars, *figura 5*. A partir de l'estudi dels factors comuns d'aquests esquemes de propagació, es construeixen els incendis tipus, *annex 3a*.

Figura 5. **Perímetres incendis 1949, 1970, i 2000 a l'Albiol (Catalunya). S'observa com els tres incendis han seguit patrons de propagació similars.** La diferència entre els punts d'ignició fa que tingui una o dues carenes a l'abast. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

El mateix incendi tipus no implica el mateix comportament de foc. Les diferències en l'estructura dels combustibles, els usos del sòl o els punts d'ignició causen diferències en el comportament del foc, però l'esquema de propagació es manté constant: el tipus d'oportunitats i els punts de canvi de comportament respecte a l'orografia seran els mateixos.

Per arribar a determinar els incendis tipus, com a esquemes de propagació comuns, es parteix del factor dominant de l'incendi, és a dir, del patró de propagació. El concepte "patró de propagació" es refereix a l'element clau que permet esquematitzar la forma com l'incendi es mou en el relleu, i permet distingir tres classes d'incendis en funció del seu patró de propagació, *taula 2*:

Taula 2. **Classificació dels incendis segons el patró de propagació i els factors determinants d'aquestes situacions.**

Classificació dels incendis segons el patró de propagació	Factor determinants
Incendis Topogràfics	Vent topogràfic local, escalfament de combustibles i pendent
Incendis de Vent	Direcció i força del vent i durada del període meteorològic que l'ocasiona
Incendis de Convecció	Acumulació de combustible altament disponible

Classificació d'incendis tipus

A Catalunya s'han identificat 9 Incendis tipus basats en els patrons clàssics de propagació i classificats pels seus factors característics, *taula 3*[7]. Cadascun d'aquests incendis tipus s'ha associat amb situacions sinòptiques concretes que determinen el marc de paràmetres meteorològics que condicionaran el comportament del foc.

Taula 3. **Incendis tipus amb descripció de l'esquema de propagació i les estratègies o oportunitats de control.**
Font: Castellnou et al., 2009[7].

Patró de propagació	Factor característic	Incendi tipus	Esquema de propagació i estratègies (o oportunitats de control)
TOPOGRÀFIC	Vents topogràfics de vessant	Topogràfic estàndard	Segueix durant el dia la màxima pendent i les vessants insolades. Forma dels perímetres segueix vessants i conques hidrogràfiques. Els punts crítics són barrancs, nusos de barrancs i el posicionament de la cua o flanc (que es situi en un punt amb potencial de nova carrera).
	Brisa marina	Topogràfic litoral	Segueix la màxima pendent i el gir de la brisa marina, definit i previsible. Obertura del flanc dominat per la marinada.
	Vents topogràfics de valls principals	Topogràfic proper a la vall principal o estrets	La direcció principal dels perímetres és cap a la vall principal. Es produeix una succió de l'incendi cap a la vall principal per efecte venturi. Canvi en la succió ascendent de dia a descendent de nit.
VENT	Zones planes	Vent a les planes	Segueix la direcció del vent i s'obre amb un angle de 30 a 60º segons la força del vent.
	Zones amb relleu	Vent amb relleu	Segueix les crestes en serres alineades en la direcció del vent. En serres perpendiculars a la direcció del vent, apareixen contravents que faciliten la propagació ascendent degut a la turbulència mecànica en la vessant no exposada al vent en efecte directe (sotavent). Oportunitats: al final de la divisòria (d'aigües) o quan aquesta canvia de direcció, a les bifurcacions, o on es manifestin els contravents.
	Zones de subsidència. Vents generals que toquen a terra durant la nit, i s'aixequen durant el dia	Vents amb subsidència	Fenomen que es dóna a les serres litorals darrera d'un gran altiplà que cau abruptament (Costa central-est de la Península Ibèrica, costa de California, Peloponès grec...), quan els vents topogràfics diürns són capaços de compensar el vent de nord en altura. Ara bé, durant la nit els vents topogràfics són de caràcter descendent, el vent de nord bufa en superfície i inclús es veu reforçat per aquest caràcter descendent dels topogràfics. D'aquesta manera l'incendi durant les hores diürnes es comporta com un topogràfic i durant les nocturnes com un incendi conduit per vent. Aquesta dinàmica implica, a més a més, que la cua de l'incendi diürn es transformi en cap durant la nit i viceversa, amb les dificultats des del punt de vista de gestió de les emergències que això comporta.
CONVECCIÓ	Sense vent significatiu	Convecció estàndard	Segueix la macro topografia i el vent. Oportunitats: estrènyer el cap o tractaments per reduir la generació de focus secundaris.
	Vent significatiu. A Catalunya, en situacions de ponents càlids i molt ocasionalment amb entrades de sud	Convecció amb vent	Comportament convectiu, al que el vent li afegeix de propagació. El vent augmenta la distància de llançament de focus secundaris, creant nous punts d'ignició fora de la zona d'influència de la columna convectiva i accelerant propagació general de l'incendi. La columna i els focus secundaris seguiran la direcció del vent, però el foc anirà cremant grans olles topogràfiques.
	Amb desplom de pirocúmul	Convecció amb pirocúmul	El pirocúmul es desploma al condensar i guanyar pes. Aquest desplom de la columna genera vents que poden arrencar arbres, realitzar llançament massiu de focus secundaris, i eixamplament de l'incendi en totes direccions.

Els incendis que segueixen el patró de propagació de Tempesta no s'inclouen ni a la taula ni al document perquè encara no es disposa de suficients coneixements per a la seva gestió.

Zonificació de grans incendis forestals

La relació de la tríada entre patrons de propagació, relleu i situació sinòptica permet classificar incendis pel seu tipus de moviment, aspecte fonamental per anticipar moviments de futurs incendis, però permet també donar un pas més enllà.

Tenint en compte que el relleu és un factor fix i invariable, i que la mateixa situació sinòptica té afectacions diferents al llarg del territori, provocant marcs meteorològics adversos en algunes zones (vents forts, humitats relatives baixes, temperatures altes, etc.) i deixant altres zones amb marcs meteorològics normals des del punt de vista del comportament del foc, es pot començar a parcel·lar el territori en funció del seu Incendi tipus. Aquest pas permet anticipar quins Incendis tipus es donaran en diverses àrees del territori.

Per poder dur a terme la classificació d'Incendis tipus i la seva zonificació s'ha d'estudiar i analitzar els incendis històrics, dels quals s'ha de caracteritzar com a mínim:

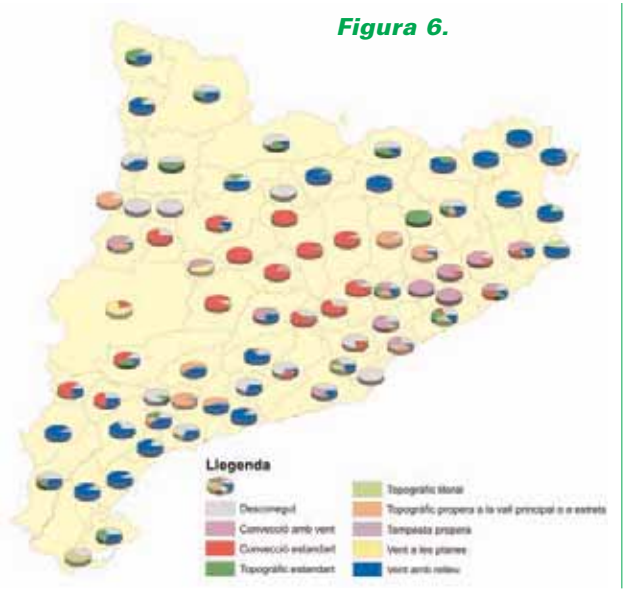
- L'episodi meteorològic a escala sinòptica[4,21], que determina els factors característics existents.
- El tipus de patrons de propagació de l'incendi i els esquemes de propagació
- L'Incendi tipus.
- La data, l'hora, etc.

Recurrència dels grans incendis forestals. Zones de règim homogeni

Per estendre a tot el territori la informació que ens aporten els incendis històrics classificats segons Incendi tipus, cal un treball d'extrapolació on es pressuposa que tota una porció de territori semblant pot originar, sota les mateixes condicions meteorològiques, un mateix incendi tipus, *figures 6 i 7*.

Aquestes porcions de territori semblant han de respondre igual a les característiques territorials que regeixen la propagació dels incendis:

- Orografia semblant.
- Estar afectades pel mateix règim de vents generals.
- El mateix règim de vents locals generats per una situació meteorològica general.
- Vegetació semblant.
- El mateix incendi tipus per a tota la zona.



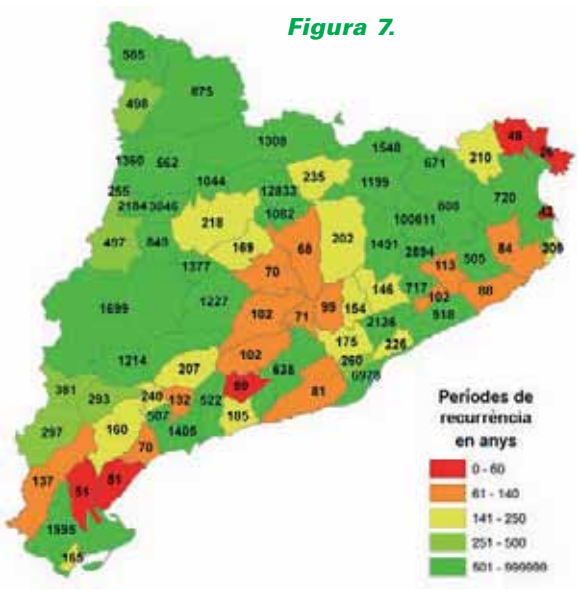


Figura 6. **Percentatge de superfície cremada per cada Incendi tipus en diferents zones de règim homogeni d'incendis (ZHR).** Font: Castellnou et al., 2009.

Figura 7. **Recurrència d'incendis basada en el règim natural de foc dels últims 40 anys a Catalunya.** Mostra el període de retorn per cremar cada zona. Font: Castellnou et al., 2009.

Oportunitats d'extinció

Per completar l'esquema de treball basat en l'anticipació cal completar un últim camp. Coneixent el moviment previsible d'un incendi en un àrea i situació sinòptica concretes, cal saber identificar quines maniobres d'extinció han tingut èxit per poder caracteritzar on es troben i com són les oportunitats d'extinció associades a un incendi tipus en un àrea concreta.

El recull de les experiències operatives esdevé l'eina bàsica en el desenvolupament d'aquest apartat, caracteritzant les oportunitats amb les dades següents, *figura 8*:

- localització i descripció de maniobres
- moviment i comportament del foc
- tipus i nombre de recursos empleats

Incendi forestal de Castellnou de Bages de 963 ha del 18/07/2005

Estratègia inicial: ESTABILITZAR el cap abans que salti el Llobregat i ANCORAR ELS FLANCS.

Oportunitat 1: ESTABILITZAR EL CAP ABANS D'ARRIBAR AL BARRANC: La propagació descendent per la carena permet aprofitar una maniobra de contrafoc al fons de barranc per evitar que el foc arribi a la següent vessant en plena alineació. El llançament de focus secundaris 300 metres per davant del front escurça molt la finestra temporal per fer la maniobra, i el foc és capaç de saltar el barranc.

Oportunitat 2: ESTABILITZAR EL CAP ABANS NO SALTI EL RIU LLOBREGAT: s'aprofita el petit contravent que es genera als contraforts per sobre del riu per realitzar contrafocs. Es concentren mitjans a la plana del riu per confinar els focus secundaris que cauen als camps de conreu.

Oportunitat 3: FLANC DRET DESCENDENT: el flanc dret inicia un descens fora d'alineació que permet ancorar-lo abans de tocar fons de barranc. La llargada del flanc > 2 km no dóna temps a estabilitzar-lo. Al rebassar el barranc permet l'obertura del flanc pel contravent de la carena sud.

Oportunitat 4: TANCAMENT DE FLANC ESQUERRE ABANS DE NUS DE BARRANC: el flanc esquerre crema en descendent sostingut pel vent general. A l'arribar al nus de barranc accedeix a un barranc perpendicular i protegit del vent general que li permet obrir-se cap al nord, generant noves carreres en plena alineació.

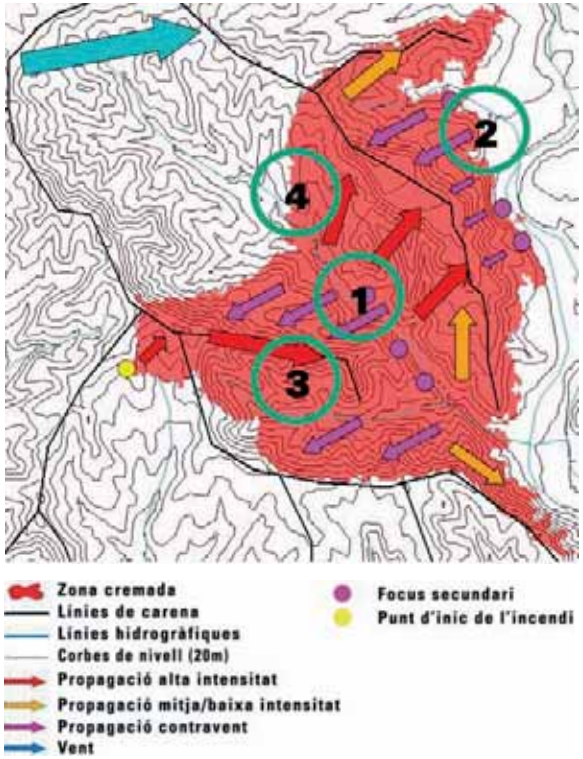


Figura 8. **Esquema simple de recull de dades operatives sobre estratègia i oportunitats d'un incendi forestal.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Aquest anàlisi del passat també servirà per valorar l'eficàcia de les infraestructures de prevenció planificades i replantejar aspectes fonamentals sobre disseny, ubicació i idoneïtat davant el comportament del foc observat. A la *figura 9*, s'observa una infraestructura superada pel comportament del foc.

Figura 9. **Exemple d'una infraestructura preventiva superada pel comportament del foc a l'incendi de Riotinto (Huelva) al 2004.** Font: Ferrer.

Com a conclusió d'aquest apartat sobre l'anticipació com a premissa de treball en la prevenció i extinció d'incendis, cal destacar la importància de mirar el passat analitzant els incendis històrics des de diferents punts de vista: meteorològic, desgranant patrons de propagació i recopilant experiència operativa.

No es pot concretar en aquesta guia el nivell de detall necessari en cada àmbit de treball exposat, però sí es considera que es tracta d'un procés adient per plantejar una prevenció i extinció adaptades als incendis actuals i futurs.

Per altra banda, la classificació d'Incendis tipus exposada com exemple en un territori com el de Catalunya, només intenta mostrar una possibilitat de tipificació d'incendis que permetrà extreure diferents aplicacions en l'àmbit de l'extinció i la prevenció. Aquesta classificació servirà com a eina per ordenar i organitzar tant el món operatiu de l'extinció com el món de la gestió i planificació forestal.

3. Els Incendis tipus com a eina de suport

Implementació dels Incendis tipus com a eina de suport a la gestió del paisatge

Bona part dels sistemes de prevenció i extinció de les diferents regions d'Europa tenen com a origen un escenari caracteritzat per incendis forestals que afectaven superfícies grans en un paisatge amb menys proporció de vegetació arbrada, menys infraestructures de prevenció (accessos, àrees tallafocs, sistema de detecció i alarma, previsió de risc, etc) i menys recursos d'extinció que els actuals.

L'evolució del paisatge comentada anteriorment ha fet evolucionar els GIFs cap a un escenari caracteritzat per focs de capçades, afectació a interfases urbanes (IZ) i simultaneïtat d'incendis forestals, que impliquen una important limitació d'oportunitats, fins i tot per a serveis d'extinció ben dotats i organitzats.

Aquesta evolució en la concepció dels GIFs ha d'anar acompanyada de canvis en l'enfoc del problema, per passar:

d'una prevenció basada en ...

- infraestructures lineals i punts d'aigua per facilitar l'ancoratge
- en camins i vigies per una ràpida intervenció contundent

... a una prevenció basada en ...

- aprofitar les oportunitats estratègiques dels GIFs
- adaptar els usos territorials i forestals a l'incendi esperat
- orientar la gestió silvícola a reduir la vulnerabilitat de la massa forestal davant els GIFs

Les polítiques d'erradicació total del foc de l'ecosistema han estat poc eficients davant escenaris de GIFs. Les característiques climàtiques, de vegetació i d'ús tradicional del foc són indicadores que el foc és un element de l'ecosistema que tard o d'hora acabarà afectant alguna porció del territori. El paper de la gestió forestal consisteix en triar amb quin grau d'intensitat i severitat s'accepta el pas del foc i dur a terme una gestió forestal extensiva a tot el territori per a crear estructures tolerants al pas del foc. En aquest context, el canvi en l'objectiu de la prevenció passa:

de ...

voler eliminar el foc de l'ecosistema

... a ...

reduir la vulnerabilitat de les estructures forestals i de les infraestructures al pas del foc per limitar l'abast dels GIFs

3.1. L'Incendi tipus com a element de planificació. Escales i àmbits de treball

La propagació del proper GIF continua sense ser totalment previsible, però tenim una sèrie d'eines que ens ajuden a entendre-la quan la veiem, i a anticipar comportaments probables, reduint la incertesa. Entre aquestes eines destaca el traspàs de les experiències operatives del sistema extintor capitalitzades en els anomenats 'Incendis tipus'. Aquests són una eina clau per al món de la prevenció per a dissenyar, planificar i ubicar les infraestructures necessàries per a fer front als incendis (tallafocs, àrees tallafocs, franges auxiliars, camins, etc.).

La implementació dels Incendis tipus en la planificació intenta aprofundir en aquesta línia de treball donant més concreció a les característiques principals del GIF més probable que afectarà una zona, basant-se en el model d'anticipació del moviment esperat i el seu patró de propagació.

En el marc de la política forestal i de les figures de planificació de les administracions públiques es generen diferents aplicacions dels Incendis tipus per a diferents escales o àmbits d'organització, *taula 4*:

Taula 4. **Escales per a la planificació de les actuacions de prevenció**

Escala	Permet...	Aplicacions
Planificació territorial	Determinar el grau de vulnerabilitat d'un territori davant l'afectació d'un GIF i identificar nivells de risc.	○ Avaluar la idoneïtat i autoprotecció necessària en usos territorials i tipus de paisatge. ○ Determinar **els Incendis tipus esperats a cada zona homogènia de règim**, i marcar criteris generals per limitar-ne la capacitat de propagació.
Massís forestal	Determinar a l'escala de treball dels plans de prevenció d'incendis una sèrie de pautes bàsiques per limitar l'abast dels GIF, i per reduir la vulnerabilitat del territori.	○ Determinar **Punts estratègics de gestió (PEG)**, per a preparar les oportunitats que el proper GIF pot oferir al sistema extintor. ○ Determinar **Àrees de foment de gestió (AFG)**, per a reduir la capacitat de propagació del proper GIF. ○ Determinar **els incendis de disseny del massís**, especificant les singularitats del territori respecte a l'Incendi tipus genèric, per a ajustar els criteris a l'hora de situar i dimensionar la prevenció i pre-extinció d'incendis: PEGs, AFGs, punts sensibles, accessos, punts d'aigua, etc.
Finca forestal	Situar una finca davant el moviment del GIF de la zona per poder planificar cada rodal segons la seva vulnerabilitat davant el proper GIF.	

3.2. Aportacions a la pre-extinció; Incendis de disseny i Punts estratègics de gestió (PEG)

Incendi de disseny

La concreció en un territori dels Incendis tipus, ajustant-se a les singularitats del territori, es tradueix en el concepte d'Incendi de disseny. L'Incendi de disseny representa l'incendi de referència màxim o amb capacitat de ser GIF d'un determinat massís, i aporta informació i criteris per argumentar i localitzar les mesures que s'implementin per donar suport a les tasques de gestió i extinció de l'incendi[5]. Aquestes singularitats del territori són de diversos tipus, *annex 3a*:

- Singularitats segons el relleu
- Singularitats segons l'evolució de l'episodi
- Singularitats segons la disponibilitat de vegetació

Punt estratègic de gestió

L'incendi de disseny permet conèixer les característiques principals que expliquen el moviment esperat d'un GIF en una zona concreta, desgranant el seu esquema de propagació. La recollida d'experiències operatives i la sistemàtica de treball de cada cos d'extinció permet determinar el tipus d'oportunitat més adient per cada relleu i tipus de combustible.

Per tant, no cal esperar el dia de l'incendi per cercar oportunitats amb el front de foc constrenyent la capacitat d'anàlisi, sinó que es pot planificar de forma prèvia, identificant les possibles oportunitats i adaptant-les a les necessitats del servei d'extinció.

Figura 10. **Nus de barranc.** En groc, la superfície potencial i, en vermell, el fons de barranc. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Aquesta planificació prèvia permet identificar els Punts estratègics de gestió (PEG), localitzacions del territori en les que la modificació del combustible i/o preparació d'infraestructures permet al servei d'extinció executar maniobres d'atac segures per limitar l'abast d'un GIF.

Per cada Incendi tipus es generen oportunitats amb trets comuns i en conseqüència PEGs amb localitzacions, objectius i característiques similars, *annex 3b.*

Figura 11. **Imatge d'un nus de carenes.** En groc, la superfície potencial, i en vermell, el nus de carena. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Els PEGs poden tenir diferents objectius:

- Punts concrets limitants de l'efecte multiplicador de la propagació de **fronts:** punts de canvi[i] de comportament que, per la interacció de la topografia amb el moviment de l'incendi, amplien l'abast de l'incendi. Poden ser nusos de carena, *figura 11,* en incendis conduïts per vent o nusos de barranc en incendis topogràfics, *figura 10*.

- Punts des d'on es pot confinar la ignició:
  - Per facilitar l'ancoratge de cues i flancs: obertura de senders, camins, feixes agrícoles o de roca, carrers de plantació, línies o àrees de baixa càrrega que faciliten l'ancoratge d'un atac.
  - Per facilitar l'accessibilitat: obertura de camins per accessos a flancs molt llargs, *figura 12*.

Figura 12. **Incendi forestal de St. Boi de Llobregat (11/07/2005**). En vermell, camins que s'aprofiten per a l'accessibilitat i l'ancoratge de flancs llargs. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3.3. Aportacions a la prevenció. Limitació de l'abast dels grans incendis forestals

Implementar els Incendis tipus en l'escala de planificació territorial permet conèixer les variables bàsiques del patró de propagació, amb què és possible valorar l'aportació dins d'una Zona Homogènia de Règim de cada unitat del paisatge a l'abast final del GIF (tenint en compte la morfologia, localització i tipus de combustible).

Limitació de l'abast de l'incendi

Les propostes resultants no han d'estar directament lligades a maniobres concretes d'extinció, però han de servir per desactivar els mecanismes de propagació que generen els GIFs. S'han de planificar actuacions que limitin aquelles estructures forestals que, per les seves característiques de continuïtat vertical i horitzontal de combustible, són totalment desaconsellables en àrees concretes del territori atenent al tipus de propagació del GIF de referència de la zona.

A tall d'exemple, es planteja el cas de paisatges sensibles a focs convectius associats a entrades de sud, com és la zona de la Catalunya Central, que generen GIFs de clar moviment sud-nord amb llançament massiu de focus secundaris en aquesta direcció. El patró de propagació indica que les vessanst orientades al sud (solanes) són les generadores dels nuclis convectius més intensos que provoquen la generació de focus secundaris massius en direcció nord, *figures 13 i 14*.

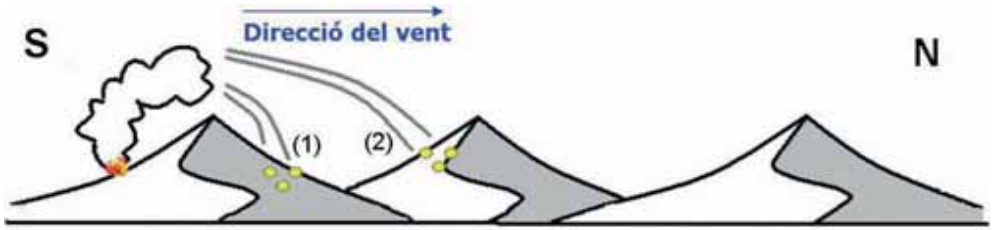


Figura 13. **Escenari hipotètic d'una entrada de sud a la zona central de Catalunya, amb moviment del GIF en direcció sud-nord.** El llançament massiu de focus secundaris pot arribar a les vessants (1) o/i (2). En la situació (1), el focus secundari ascendiria amb la pendent a favor, però el vent i l'orientació en contra. Un focus secundari o l'inici del foc en la situació (2) seria la situació més desfavorable, ja que es tracta d'una vessant solana, amb el vent i la pendent a favor. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 14. **Incendi forestal de Castellnou de Bages, 18/07/2005.** Incendi de convecció, s'observa la propagació per punts del front de foc. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Davant d'aquest escenari es pot plantejar el manteniment d'unes estructures forestals amb baixa càrrega de combustible en les solanes, sobretot en la seva part superior, per tal de limitar el llançament i distància de caiguda de focus secundaris. La idea és transformar una dinàmica de propagació d'alta velocitat, que implica salts entre les solanes de forma consecutiva i quasi immediata, a focs que poden ser intensos però d'abast més local que només afectaran dues vessants (solana i obaga). En resum, es persegueix transformar un foc convectiu inabastable a un foc topogràfic més assequible, *annex 3b*, veure *figura 15.*

D'aquesta manera es poden determinar àrees en les quals les directrius de la gestió forestal tindran com a prioritat la dosificació de la càrrega i distribució del combustible, atenent sempre al patró de moviment del GIF.

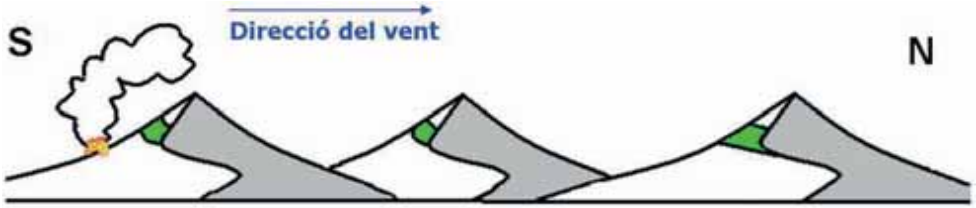


Figura 15. **Escenari hipotètic d'una entrada de sud a la zona central de Catalunya, amb moviment del GIF en direcció sud-nord.** En aquest cas, les zones forestals gestionades (en verd) limitarien el llançament i la distància de caiguda dels focus secundaris. Font: Bombers de la Generalitatde Catalunya.

Gestió de causes

Transformar el combustible en zones d'ignicions habituals per limitar la propagació i minimitzar els requeriments de recursos d'extinció, sobretot en les àrees periurbanes i solars de polígons industrials.

Protecció de punts vulnerables

Els punts vulnerables (nuclis rurals, masies, càmpings, urbanitzacions, granges, etc.) s'han de protegir creant infraestructures per maximitzar l'eficàcia del servei d'extinció en la defensa d'aquests punts, *figura 16*.

Figura 16. **Franja de baixa càrrega de protecció en una urbanització.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3.4. Aportacions a la gestió forestal

La determinació de les Zones Homogènies de Règim (ZHR) permet conèixer el període de retorn del foc, i per tant determinar la importància de la pertorbació foc en cadascuna d'elles. El gestor forestal podrà ponderar el pes que li ha de donar a les activitats silvícoles orientades a preservar la massa davant del pas del foc o generar resistència a la propagació, davant d'altres factors que condicionen la gestió d'una àrea concreta (altres pertorbacions, qualitat d'estació, fauna protegida, etc.). D'aquesta manera es pot començar a treballar en la creació d'itineraris silvícoles orientats a generar estructures forestals menys vulnerables al pas del foc.

No es tracta només de treballar en àrees concretes per confinar un incendi forestal (PEGs), o definir zones amb objectiu prioritari de dosificació de càrregues de combustible per limitar l'abast d'un eventual GIF, sinó de dotar a les estructures forestals de característiques dasonòmiques que generin resistència a la propagació de focs d'alta intensitat i que, en conseqüència, facilitin les tasques de control de l'incendi.

4. Consideracions finals

La present guia presenta metodologies i eines per fer front, o minimitzar els efectes dels GIFs en els espais forestals, rurals i urbans actuals. Es destaca la relació entre paisatge i GIF com a binomi fonamental que condiciona la resta d'elements que formen part del sistema (generacions d'incendis, servei d'extinció i prevenció, polítiques de planificació territorial, tipus de gestió forestal, etc.).

L'avanç en el coneixement del foc permet evolucionar en les estratègies per fer-li front, però també mostra, com altres elements de la natura, que encara hi ha escenaris no viscuts que es donaran en un futur. Aquesta incertesa obliga a mantenir un esperit adaptatiu constant en el qual qualsevol pas endavant ha de ser revisable i ampliable.

Aquesta guia, per tant, no es tanca en aquest redactat sinó que queda oberta a les aportacions i experiències de tota la comunitat de tècnics que treballen en relació amb el foc.

5. Referències

1 ANDREWS, P.L. (1986). BEHAVE Fire behaviour prediction and fuel modelling system. Burn subsystem. USDA, Forest Service, Gen. Techn. Rep. INT196, Intermountain Forest and Range Experiment Station, Ogden, Ut.

2 BAHRO, B; BARBER. KH; SHERLOCK, JW; YASUDA, DA. (2007). Stewardship and fireshed assessment: a process for designing a landscape fuel treatment strategy. Restoring fire-adapted ecosystems: proceedings of the 2005 national silviculture workshop, Gen. Tech. Rep PSW-GTR-203, p. 41-54.

3 CAMPBELL, D. (1995). The Campbell Prediction System: A Wild Land Fire Prediction System & Language. D. Campbell ed. 129 p.

4 CASTELLNOU, M. (1996). Reconstrucción de la progresión de los incendios históricos y su efecto modelador en la vegetación: Ribera de Ebro. Seminario sobre incendios forestales, 16-18 diciembre. Ed. JM Gonzalez. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya. Pp 207-223. Solsona.

5 CASTELLNOU, M. (2000). Nuevas metodologías de prevención de incendios. Congreso Forestal Iberico. Castelo Branco. Portugal. Diciembre 2000.

6 CASTELLNOU, M; NEBOT, E; MIRALLES, M. (2007). El papel del fuego en la gestión del paisaje. En: IV International Wildfire Fire Conference 2007, Sevilla, Spain. Thematic session nº1.

7 CASTELLNOU, M; PAGÉS, J; MIRALLES, M i PIQUÉ, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. Comunicació del 5è Congrés Forestal Nacional (Ávila), SECF

8 CASTELLNOU M; LARRAÑAGA A; MIRALLES M; MOLINA D. (2010). Wildland Fire Scenarios: learning with experience. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.

9 CASTELLNOU, M; KRAUS, D; MIRALLES, M; DELOGU, G. (2010). Supression fire use in learning organizations. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.

10 EXPOSITO, R; CORDERO, T. (2004) Albiol fire. Did we learn at the third time? Proceedings of the IV International Fire Conference. Coimbra. Portugal.

11 FINNEY, M.A. (1998). FARSITE: Fire Area Simulator-model development and evaluation. USDA Forest Service, Research Paper RMRS-RP-4, Rocky Mountain Research Station, Ft. Collins, CO. 47 pages.

12 FINNEY, MA.; SAPSIS, DAVID B.; BAHRO, B. (2002). Use of FARSITE for simulating fire suppression and analyzing fuel treatment economics. In: Sugihara, Neil G.; Morales, Maria E.; Morales, Tony J., eds. Proceedings of the symposium: fire in California ecosystems: integrating ecology, prevention and management; 1997 November 17-20; San Diego, CA. Misc. Pub. 1. Berkeley, CA: Association for Fire Ecology: 121-136.

13 FINNEY, M.A. (2007). A computational method for optimizing fuel treatment locations. Intl. J. Wildl. Fire. 16:702-711.

14 INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL (2008). La forêt en chiffres et en cartes. França

15 IPCC (2007): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

16 LLORET F (2003). Gestión del fuego y conservación en ecosistemas mediterráneos. Revista Ecosistemas 12 (2).

17 MINNICH, RA (2001). An integrated model of two fire regimes. Conservation Biology. 15: 1549-1553

18 MOLINA, D; CASTELLNOU, M; GARCÍS-MARCO, D i SALGUEIRO A. (2010). Improving fire management success through fire behaviour specialists. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.

19 MONTIEL C. (2009). The fire as a management tool in Europe. Comunicació presentada durant les Jornades Tècniques del cos de bombers. Capacitat de gestió dels incendis forestals (18 i 19 novembre 2009, Girona). Generalitat de Catalunya

20 MONTIEL, C; COSTA, P; GALÁN, M. (2010). Overview of suppression fires policies and practices in Europe. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.

21 MONTSERRAT, D. (1998). La predicció dels Grans Incendis Forestals. Catalunya Rural i Agrària, 54, pp 5-13.

22 PIÑOL J; TERRADAS J; LLORET F (1998). Climate warming, wildfire hazard, and wildfire occurrence in coastal eastern Spain. Climate Change 38: 345-357

23 PIÑOL, J; CASTELLNOU, M; BEVEN, KJ. (2007). Conditioning uncertainty in ecological models: Assessing the impact of fire management strategies. Ecological modelling 207:34–44

24 SAN MIGUEL, J i CAMIA, A. (2009). Forest fires at a glance: facts, figures and trends in the EU. In: Living with wildfires, what science can tell us. EFI Discussion Paper 15. Ed. Yves Birot. Finland.

Annexos

1 El foc com a eina de gestió del paisatge..... 32
1.a Ecologia del foc..... 32
1.b Usos tradicionals del foc..... 40
1.c L'ús del foc com a eina de gestió..... 44
2 Generacions d'incendis forestals..... 52
3 Propostes d'actuació per a cada tipus de propagació..... 58
3.a Metodologia de desenvolupament i aplicació d'Incendis forestals tipus. Cas de Catalunya..... 58
3.b Propostes d'actuació per a cada Incendi tipus.....75

Annex 1

El foc com a eina de gestió del paisatge

1.a. Ecologia del foc

El foc és un element pertorbador de l'ecosistema que genera canvis en funció de la seva afectació a una massa forestal. Aquests són l'origen de successions secundaries i generen una estructura del paisatge caracteritzada per un mosaic de zones amb diferent fase successional. També influeixen en la dinàmica de les poblacions animals i vegetals, en el balanç de nutrients i en la disponibilitat de recursos edàfics. No podem oblidar el seu impacte en la seguretat de les persones i de les propietats. El foc és doncs, un procés propi dels ecosistemes i rellevant en el seu funcionament[1].

El règim d'incendis té transcendència en els diferents aspectes del funcionament dels sistemes naturals. Entendre el règim de foc permet determinar per cada tipus d'estructura forestal, una resposta del conjunt d'estrats (herbaci, arbustiu i arbori) davant del pas del foc. El coneixement d'aquests processos és fonamental per determinar les bases d'una gestió integradora, que contempli la pertorbació com un element més que caracteritza l'ecosistema.

Una pràctica integrada de la conservació d'aquests ecosistemes ha de considerar que el foc és en si mateix un objecte de gestió i no únicament un mitjà per obtenir altres fins com la reducció de combustible, o la millora de les poblacions animals o vegetals. La gestió del foc admet un ampli ventall de possibilitats: des d'evitar qualsevol foc i apagar-lo tan aviat com es desencadena, fins a no fer res i deixar que el règim d'incendis segueixi la seva pròpia dinàmica. Una altra alternativa és una participació activa en els processos d'ignició, realitzant cremes controlades que mimetitzin el règim natural d'incendis o que senzillament redueixin la probabilitat de grans incendis forestals. Qualsevol d'aquestes activitats està influint en el règim d'incendis, i per tant l'està gestionant. La qüestió és tenir clar els fins[1].

Aquesta integració del foc a l'ecosistema permet establir **directrius de gestió adaptades al règim de foc**, condicionant els objectius i tractaments silvícoles a la creació i manteniment d'estructures resistents al foc, que minimitzin el comportament de GIF i permetin maximitzar l'oferta de bens directes i indirectes.

És diferencia el concepte **foc forestal** entès com a procés ecològic propi de l'ecosistema, del concepte **incendi forestal** entès com a foc descontrolat que suposa una amenaça des de la percepció humana.

1.a.1. Caracterització dels Règims de Foc

Un règim de foc és una descripció generalitzada del paper que exerceix el foc en un ecosistema. És típicament un concepte estadístic i es pot caracteritzar millor a través dels següents paràmetres[2]: **Intensitat, Severitat, Extensió, Freqüència, Recurrència i Estacionalitat.**

Un bosc desenvoluparà una estructura específica sota la influència d'un determinat règim de foc, com a resultat de la interacció entre els diferents paràmetres de l'ecosistema.

Tenint en compte l'objectiu d'aquest document, els paràmetres que descriuen els règims de foc es poden descriure de la següent manera:

Intensitat

La intensitat del foc mesura el poder energètic dels incendis forestals, i depèn del tipus d'estructura vegetal que crema, relacionada amb la quantitat de càrrega de combustible disponible i la seva distribució horitzontal i vertical.

És la taxa d'alliberació d'energia per unitat de longitud del front de foc expressat en Kilowatts per metre de línia de foc.

Al ser la seva mesura complicada es representa de forma simplificada amb la longitud de flama. *Exemples d'incendis amb diferents intensitats es mostren a les figures 17, 18 i 19.*

Extensió

L'extensió fa referència a la superfície afectada. Es distingeixen clarament els conats (focs menors d'una hectàrea), els incendis forestals (focs entre 1 i 500 ha) i els grans incendis forestals (associats a focs majors de 500 ha; també es parteix de la hipòtesi que els focs amb una gran extensió normalment han arribat a aquesta superfície perquè han superat la capacitat d'extinció, tot i que depèn d'altres variables com el sistema d'extinció, l'ecologia i topografia del lloc, etc.).

Recurrència

El període de recurrència és la quantitat de temps necessari per a que una àrea equivalent en tamany a la zona d'estudi torni a ser afectada per la mateixa pertorbació. Es pot calcular a partir de la inversa de la freqüència.

Severitat

La severitat és una mesura qualitativa dels efectes immediats del foc en l'ecosistema. Es refereix al grau de: pèrdua de matèria orgànica, mortalitat, afectació (% capçada cremada en arbres) i supervivència, de les plantes i de la vida animal, tant sobre terra com sota terra. Es determina per la calor alliberada tant sobre com sota terra. *Exemples de diferents severitats es mostren a les figures 20, 21 i 22.*

Freqüència

És un terme general que es refereix a la recurrència del foc o la pertorbació en una zona determinada en el temps. Es defineix com el número d'incendis per unitat de temps en una àrea determinada. *Diferents freqüències de pertorbacions es mostren a les figures 23, 24 i 25.*

Estacionalitat

Es refereix en quin moment té lloc la pertorbació dins del cicle vegetatiu de la planta. Segons l'època fenològica en que es trobi l'espècie: dormició, moviment de saba, producció banc de llavors, germinació de plàntules, renovació de fulles, etc... els efectes i el desenvolupament de la pertorbació serà diferent, creant una heterogeneïtat de parcel·les dins la massa forestal.

Intensitat

Figura 17. **Foc d'alta intensitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 18. **Foc de mitja intensitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 19. **Foc de baixa intensitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Severitat

Figura 20. **Alta severitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 21. **Mitja severitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 22. **Baixa severitat.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Freqüència

Figura 23. **Alta freqüència de pertorbacions.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 24. **Mitja freqüència de pertorbacions.** Pi pinyer al Cap de Creus. Font: Míriam Piqué.

Figura 25. **Baixa freqüència de pertorbacions.** Alzinar. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

El foc pot actuar com a pertorbació de **renovació o manteniment** en funció dels efectes i processos que genera en la massa forestal.

La pertorbació de **renovació**, associada normalment a l'alta severitat, suposa alta mortalitat en tots els estrats de la massa, implicant substitució de la major part dels individus mitjançant la regeneració o el rebrot, *figures 26 i 27*. Canvia radicalment l'estructura arbrada i, per tant, hi ha una pèrdua de capital fustaner i reestructuració total dels objectius de gestió a mig i llarg termini.

Figura 26 i 27 . **Foc com a pertorbació de renovació en *Pinus halepensis*, cremats en alta intensitat (esquerra)**. La pertorbació provoca en la massa un canvi d'estructura i una entrada d'espècies de llum (dreta). Localització: Zuera, (Saragossa) Espanya. Data: Agost 2008. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

El procés de **manteniment,** associat a la baixa i mitja severitat, suposa afectació parcial o total en els estrats herbaci i arbustiu, i parcial en l'arbrat, sense un canvi estructural significatiu, *figura 28*.
En masses forestals amb una estructura resistent prèvia la pertorbació de manteniment provoca un increment de la resistència al pas del foc, *figura 29*, garantint el capital fustaner i sense alterar els objectius bàsics de gestió.

Figura 28. **Foc com a pertorbació de manteniment en *Quercus suber*, afectat per foc de superfície ràpid.** Es mantenen les condicions d'ombra (esquerra).
Figura 29. ***Pinus nigra*** **amb l'entrada del regenerat a claps (dreta).** Font: Bombers Generalitat Catalunya.

1.a. 2. Vulnerabilitat d'estructures forestals

En termes generals es pot associar un vincle directe entre el règim de foc i la vulnerabilitat de les estructures forestals. Això no és senzill, ja que un ampli rang d'intensitats, des de focs de capçades a focs de superfície, poden anar associats a la mortalitat o a la supervivència dels individus, depenent de l'ecologia de cada espècie i altres factors. Així doncs estructures forestals diferents afectades per un mateix incendi mostraran diferent vulnerabilitat.

La silvicultura permet modificar el règim d'incendi associat a una massa forestal variant l'estructura de la massa, accelerant els tractaments en les etapes silvícoles més vulnerables i mantenint en el temps les estructures menys vulnerables davant el foc. La freqüència i tipus d'intervenció silvícola per a cada estructura, millorarà la vulnerabilitat d'una massa o mantindrà la seva resistència en funció de les similituds que tingui amb el règim de foc que la condiciona.

La vulnerabilitat depèn del tipus d'estructura forestal (referent a característiques silvícoles, espècies dominants, distribució dels individus espacialment i cicles de successió), del territori i de les condicions meteorològiques. Una manera gràfica i qualitativa de mostrar-ho es descriu en el següent quadre. El codi de colors indica la probabilitat, en una escala relativa, que la vulnerabilitat sigui elevada (vermell), mitja (taronja) o baixa (groc).

Relació entre: estructures forestals, intensitat del foc i severitat sobre la massa de *Pinus halepensis* a partir de probabilitats de vulnerabilitat, és a dir els efectes que tindrà el foc sobre la massa forestal.

Estructura densa i amb continuïtat des del terra fins la capçada, *figura 30*. Encara no hi ha estancament de la massa ni autopoda generalitzada de les branques inferiors. La probabilitat que la vulnerabilitat de la massa sigui elevada és molt alta, la mitja i baixa vulnerabilitat tenen poca probabilitat en aquest tipus d'estructures.

Estructura densa però amb discontinuïtat entre el llit de pinassa i les branques vives de les capçades, *figura 31*. Hi ha un estancament de la massa amb una forta autopoda de les branques inferiors. La probabilitat de vulnerabilitat elevada és mitja-alta, tot i que la vulnerabilitat baixa es representativa i pot fer evolucionar la massa aclarint individus per afectació al càmbium. Sovint és l'estadi inicial on s'inicia un procés de cremes prescrites.

Estructura aclarida i podada, *figura 32*. La discontinuïtat vertical i la separació de les capçades (FCC < 60%) eviten la pujada del foc de superfície a capçades i, a la vegada, la pròpia separació entre combustible que crema i les capçades fa disminuir la probabilitat de vulnerabilitat de la massa. Només en períodes concrets, un foc de superfície que cremi en alta intensitat pot renovar la massa per radiació, (hi ha poca probabilitat que la vulnerabilitat sigui elevada).

Figures 30, 31 i 32. Masses de *Pinus halepensis* a la Catalunya Central i al Perelló. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Elevada vulnerabilitat

Mitja vulnerabilitat

Baixa vulnerabilitat

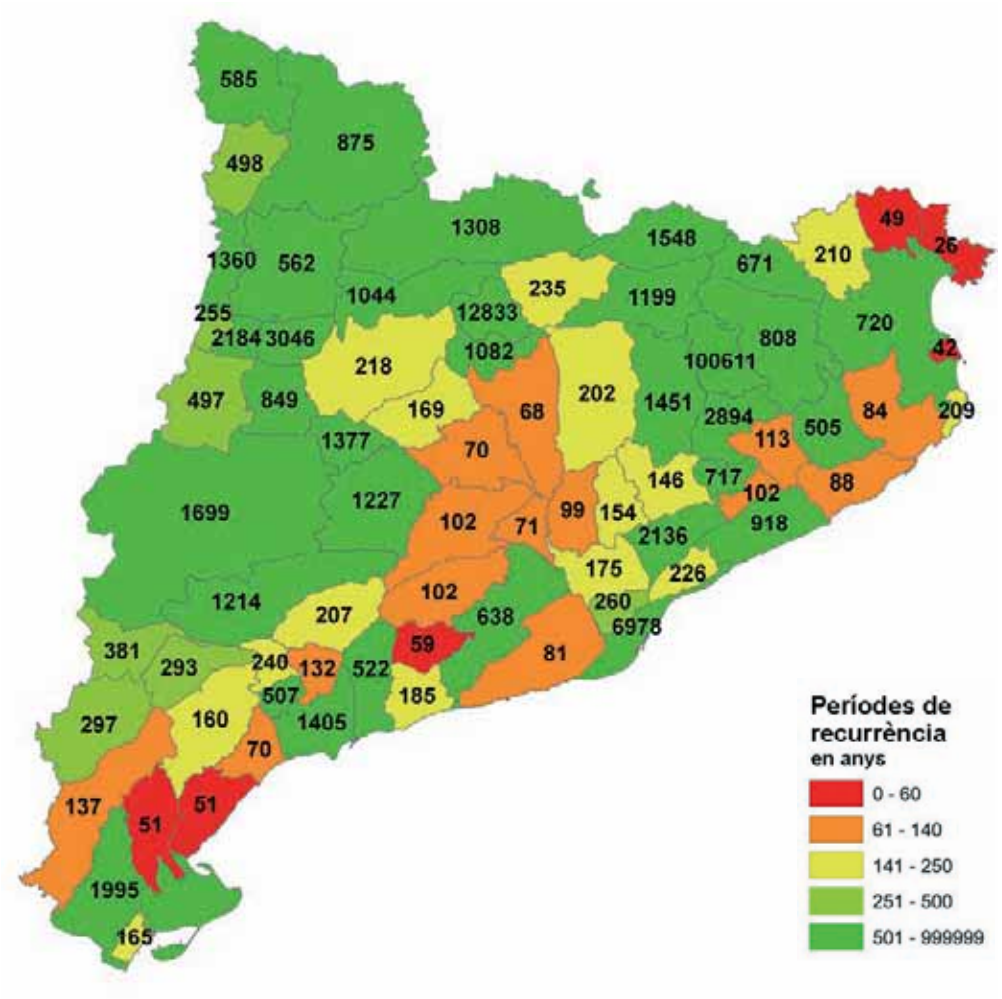
Explicació de les icones: Segons l'estructura forestal que té o se li dona a una massa forestal mitjançant la silvicultura, si te lloc un incendi en aquesta massa forestal, la probabilitat que la forest cremi d'una manera o altra està directament relacionada amb l'estructura i etapa de desenvolupament en que es troba. Els colors marquen la manera com pot cremar la massa forestal (en baixa, mitjà o elevada vulnerabilitat) i la longitud de la barra pintada segons color, la probabilitat de que succeeixi d'una manera o altre.

1.a. 3. Rotació Natural de Focs (Natural Fire Rotation) i Zones Homogènies de Règim (ZHR)

El règim natural del foc, fa referència a l'estudi del rol que jugaria el foc al paisatge amb l'absència de la intervenció humana, incloent però, l'ús del foc pels aborígens[2]. Als ecosistemes reconeixem el règim d'incendis com un conjunt de característiques, explicades ja anteriorment en aquest annex. Els règims naturals de focs són modificats per l'activitat humana, incrementant la seva ocurrència (com en el cas de la conca mediterrània occidental) o disminuint-la (com succeeix als boscos boreals, on la supressió d'incendis ha disminuït la seva freqüència i extensió). De fet, en regions molt humanitzades, com la conca mediterrània, té poc sentit referir-nos a un règim "natural" d'incendis, quan per trobar una hipotètica situació amb escàs impacte de l'espècie humana ens hem de remuntar a períodes en els que les condicions climàtiques i la vegetació eren diferents a les actuals[1].

A Catalunya les dades referents a la severitat i intensitat dels incendis són molt escasses, mentre que la disponibilitat d'informació sobre el nombre d'incendis i la seva extensió és molt més amplia. En aquest sentit, estudiar el règim d'incendis a través del càlcul de freqüència durant un període determinat esdevé el més adient. Per a estudiar la freqüència areal s'ha realitzat el càlcul del Natural Fire Rotation (NFR).

La rotació natural de focs (NFR) reflexa en una superfície amb situació sinòptica coneguda per a una zona homogènia de règim *(veure annex 3a)*, el període de temps necessari per cremar tota la zona. A tall d'exemple, a Catalunya s'han calculat les zones homogènies de règim d'incendis, *veure figures 33 i 34*, per un període de 40 anys, s'ha extrapolat i treballat amb les dades existents.



Figures 33 i 34. Recurrència d'incendis basada en l'anàlisi dels focs dels últims 40 anys a Catalunya. Mostra el període de retorn per cremar cada zona. Font: Castellnou et al., 2009[3].

Per obtenir més informació sobre la caracterització dels Incendis tipus i les Zones Homogènies de Risc (ZHR), *consulteu l'annex 3a*. Metodologia de desenvolupament i aplicació d'incendis tipus.

REFERÈNCIES

1. *LLORET, F. (2003). Gestión del fuego y conservación en ecosistemas mediterráneos. Revista Ecosistemas 12 (2).*

2. *Agee, James K. 1993. Fire ecology of Pacific Northwest forests. Washington, DC: Island Press.*

3. *CASTELLNOU, M; PAGÉS, J; MIRALLES, M i PIQUÉ, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. Comunicació del 5è Congrés Forestal Nacional (Ávila), SECF.*

1.b. Usos tradicionals del foc

El foc representa una força que, quan es desplega, destrueix el què troba al seu pas, el seu domini implica poder i capacitat de transformar el món. La seva domesticació està considerada un dels assoliments més importants de la nostra espècie, la única que ho ha aconseguit[1].

Al llarg de la història de l'ús de la terra a Europa, el foc ha estat un element important en la silvicultura, l'agricultura i el pasturatge, i un procés important en la formació de patrons de paisatge en la diversitat ecològica i cultural[2].

1.b.1. Antecedents i el model de convivència amb el paisatge

La crisis del món rural a mitjans dels segle XX va provocar un abandonament de les àrees rurals i per tant la pèrdua d'activitats tradicionals vinculades com l'ús del foc, i va iniciar els grans processos d'industrialització, tant a la ciutat com al camp.

Al nord d'Europa i la regió del Bàltic, els canvis socioeconòmics després de la Segona Guerra Mundial van comportar un canvi en els sistemes d'ús del sòl (augment de la tecnologia) i els patrons de paisatge, resultant en l'eliminació de les pràctiques de crema tradicional. D'altra banda, les noves tendències, normes de qualitat i una opinió general prevalent que el foc podria danyar l'estabilitat de l'ecosistema i la biodiversitat, van imposar prohibicions en l'ús del foc en els països europeus[3].

Des que l'home viu a la terra, aquesta li ha proporcionat recursos no només per subsistir i millorar, sinó també un hàbitat del qual forma part. Amb el pas del temps els models de percepció i relació amb el paisatge han anat variant, i amb ella ha variat l'ecosistema[4]:

Fig.35. Convivència: En l'antiguitat, la relació amb la natura era més directa i de dependència. La baixa demografia i l'escassa tecnificació faciliten que l'home se sàpiga una peça més de la natura, vulnerable als seus canvis, aprenent camins que li permetin sobreviure. Fa deu mil anys l'esser humà vivia com un nòmada, recol·lector i caçador, tal i com ho feien els altres primats.

Fig.36. Utilitària: Aquesta convivència va canviar amb l'augment demogràfic, i l'extracció de grans quantitats de recursos per suportar-la, sobretot l'agricultura i ramaderia extensiva, i el comerç per mar a gran escala. Les dents dels herbívors, el foc i les destrals canvien el règim de pertorbacions en molts paisatges. La naturalesa produeix multitud de recursos per a ús i gaudiment de l'home.

Fig.37. Enginyeria: Amb la industrialització, augmenta la tecnificació en la convivència amb el paisatge. S'importa a l'ambient mediterrani el model forestal de la Selva Negra alemanya, que elimina redundàncies per optimitzar l'aprofitament de recursos. De sobte, tota la cultura forestal ancestral (incloent el foc) és dolenta, i es lluita contra ella fins gairebé eliminar-la, substituint-la per la silvicultura centreeuropea.

Fig.38. Religiosa: Visió urbana, on el bosc com a ecosistema autònom del que els homes no formen part, on les intervencions antròpiques es desvien de la successió ecològica natural que porta a un sistema estàtic ideal i incombustible, i menyscabant les disciplines agroforestals considerades com productivistes[6]. El bosc és un déu intocable i el foc, o en casos extrems la motoserra, són dimonis a combatre.

Figures 35, 36, 37 i 38. Font: Castellnou i Nebot, 2007[4].

1.b. 2. Situació actual

És lògic que les pràctiques de conservació i de gestió del medi hagin heretat aquestes tradicions i ho utilitzin amb diferents fins: reducció de restes de poda o tala, millora de pastures que serveixen d'aliment i hàbitat per animals domesticats, caçats o conservats en estat salvatge, eliminació de matèria vegetal seca que podria convertir-se en el combustible d'incendis incontrolats, o millora de la regeneració d'espècies vegetals que necessiten ambients oberts[1].

A continuació es descriu la situació actual a Europa de l'ús del foc com a eina per a diferents pràctiques, des dels usos tradicionals, a cremes prescrites i com a eines per a l'extinció d'incendis[5].

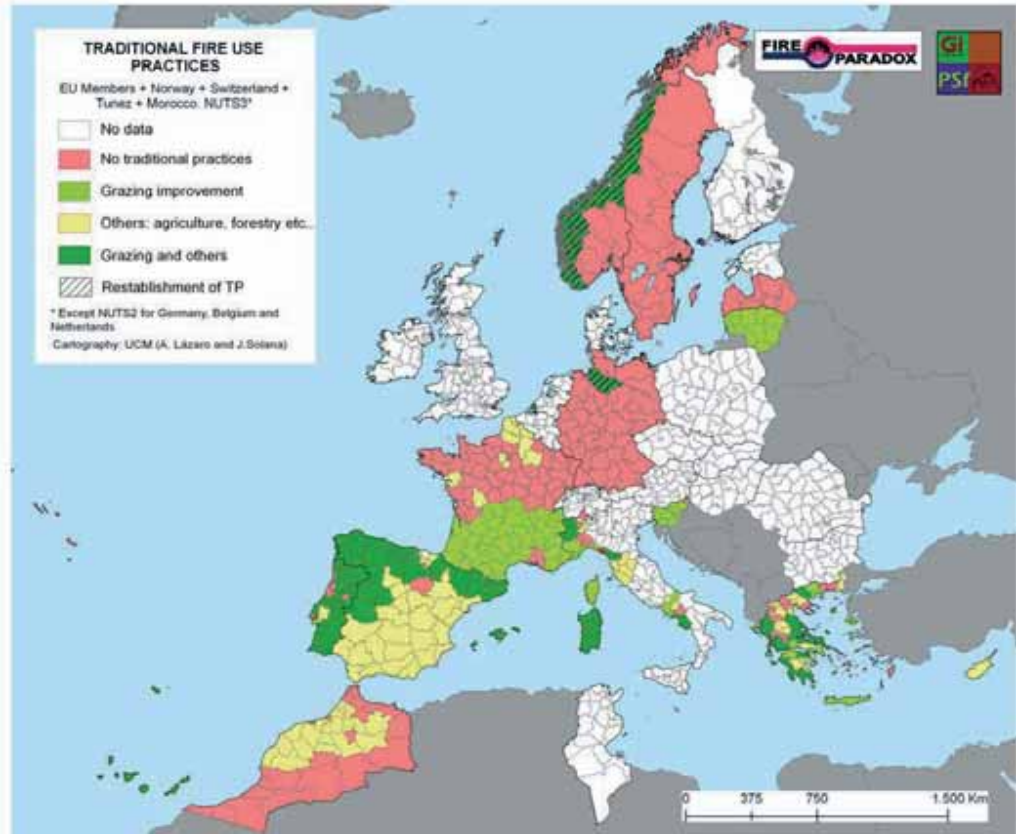


Figura 39. Distribució de l'ús tradicional del foc a Europa i països Nord Africans. Font: Lázaro i Montiel, 2010[5].

Usos tradicionals del foc

Encara que l'ús del foc ha estat reconegut com una eina generalitzada per a l'Europa rural, el seu estat actual presenta situacions diferents:

1) Europa Central i Països Bàltics

Abandonament progressiu de les pràctiques tradicionals d'ús del foc.

2) Països de la conca mediterrània

Manteniment de l'ús del foc com a eina tradicional, arrelada a l'agricultura i la ramaderia. Les actuals dinàmiques socioeconòmiques són fonamentals per assegurar el manteniment o la erradicació d'aquestes pràctiques.

3) Països de l'Europa de l'est

Països on les activitats agràries són part important de la base econòmica local, on l'ús del foc com a pràctica tradicional, com en les països de la conca mediterrània, segueix sent una pràctica arrelada al territori, *veure figura 39.*

Cremes Prescrites

1) Com a eina de substitució en el context de l'ús del foc a Europa

La introducció del foc prescrit a Europa no ha estat amb l'objectiu "d'imitar la natura" o per reconstruir règims d'incendis naturals. S'ha presentat com una eina de substitució de les pràctiques tradicionals de crema o de sistemes de gestió, avui en dia abandonades.

2) Desenvolupament de les Cremes Prescrites

L'incipient desenvolupament de les pràctiques de cremes prescrites a Europa ha tingut lloc en diferents àrees i amb diferents objectius. Els resultats obtinguts fins al moment, mostren com en els països mediterranis aquesta tècnica ha estat introduïda principalment amb fins de prevenció d'incendis, mentre que al nord d'Europa, els principals objectius són la silvicultura i accions de conservació de la natura.

Aquestes tendències evolucionen, ja que alguns països com Portugal i algunes regions d'Espanya, han començat a ampliar els seus objectius de cremes prescrites, integrant la gestió forestal i la biodiversitat. Mentrestant alguns països del nord i centre d'Europa podrien desenvolupar programes de cremes prescrites per a la prevenció d'incendis forestals, degut a l'augment de risc d'incendi.

3) Prevenció d'incendis forestals

Aquesta pràctica es concentra als països del sud d'Europa, experimentant un fort avanç a l'inici del segle XXI, *figura 40*.

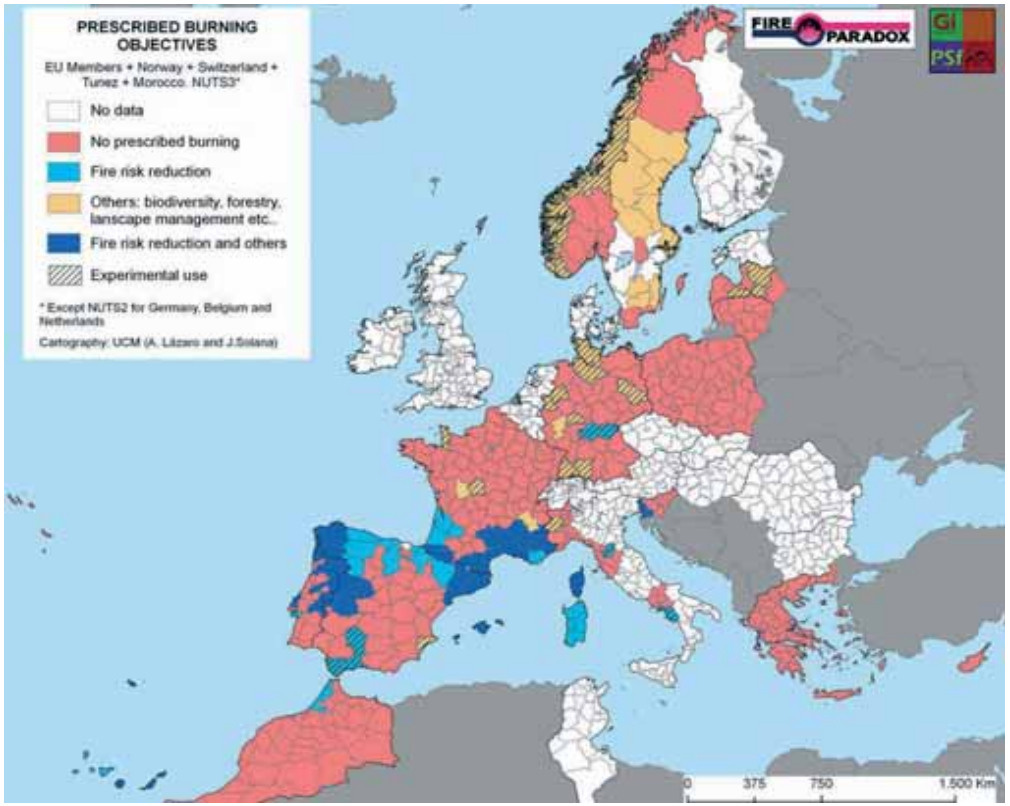


Figura 40. Distribució de pràctiques de cremes prescrites i objectius a Europa i països Nord Africans. Font: Lázaro i Montiel, 2010[5].

REFERÈNCIES

1. *Lloret, F. (2003). Gestión del fuego y conservación en ecosistemas mediterráneos. Revista Ecosistemas 12 (2).*
2. *Goldammer, J.G.; Rigolot E; Birot Y (2009). Living with Wildfires: what science can tell u. EFI Discussion Paper*
3. *Goldammer, J.G., and M. Bruce. 2004. The use of prescribed fire in the land management of Western and Baltic Europe: An Overview. Int. Forest Fire News No. 30, 2-13.*
4 *CASTELLNOU, M; NEBOT, E; MIRALLES, M. (2007). El papel del fuego en la gestión del paisaje. En: IV International Wildfire Fire Conference 2007, Sevilla, Spain. Thematic session nº1.*
5. *Lázaro, A. i Montiel, C. (2010). Overview of prescribed burning policies and practices in Europe and other countries. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.*
6. *CERDAN, R. Planificació territorial i dimensió socioambiental dels incensis forestals al Bages. 2004. In: Incendis forestals, dimensió socioambiental, gestió del risc i ecologia del foc. Xarxa ALINFO XCT2001-00061.Solsona.*

1.c. L'ús del foc com a eina de gestió

1.c.1. Paper del foc en les estructures forestals

Un tractament silvícola eficaç per la millora de la resistència d'una estructura al pas de foc és l'ús del propi foc en aplicacions de baixa intensitat. Aquest raonament es basa en que les espècies afavorides pels règims de foc de baixa intensitat han evolucionat amb adaptacions naturals que maximitzen els beneficis que els reporta[1].

Els factors amb més incidència són:
- Màxim rendiment en l'eliminació de combustible fi mort en els estrats herbaci i arbustiu, es disminueix la càrrega total de combustible i es trenca la continuïtat horitzontal i vertical del combustible.
- Millor rendiment en l'estratificació vertical mitjançant l'esporga tèrmica de les branques que tenen continuïtat amb la superfície i el "buidat" de capçades per radiació i convecció, que accelera l'eliminació de fulles velles en perennifolis[2].

Els beneficis del foc de baixa intensitat en les estructures forestals es poden promoure de dues maneres:
- Mitjançant cremes prescrites[c] planificades en termes d'extinció passiva[d] o activa[e].
- Mitjançant el seguiment i la monitorització d'incendis que permetin reconduir cap a crema controlada aquelles parts de l'incendi que presentin comportament de baixa intensitat (gestió d'incendis).

Amb això s'aconsegueix disminuir la vulnerabilitat de l'estructura forestal, exemples d'això són els incendis de llamp que es mostren a les *figures 41, 42 i 43.*

Figures 41, 42 i 43. **Incendis de llamp.** Incendis que cremen amb baixa intensitat, produeixen en la forest efectes similars com els que es poden aconseguir amb cremes prescrites: eliminació del combustible superficial, poda tèrmica de les branques inferiors, buidat de capçades. En funció de la seva recurrència donen lloc a estructures forestals resistents al foc. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

1.c.2. El foc com a eina de gestió forestal. Cremes Prescrites

L'ús del foc com a **eina de gestió** es basa en aprofitar el benefici que l'element foc genera en les estructures forestals quan s'usa en un marc de paràmetres coneguts i preestablerts pel propi gestor. En aquets cas parlem d'ús de foc tècnic aplicat en cremes prescrites.

Com element pertorbador de l'ecosistema i, per tant, dinamitzador, l'ús del foc com a eina genera canvis en les estructures en funció de la intensitat i recurrència del mateix[1]. L'estudi i coneixement d'aquests canvis permetrà al gestor aprofitar l'impacte dels mateixos sobre l'estructura per a forçar, dirigir o controlar l'evolució de la massa gestionada.

Aquests preceptes són els que defineixen les ciències de l'Agricultura o la Silvicultura, els quals permeten al gestor dur a terme la planificació d'actuacions que es basen majoritàriament en l'experiència empírica (causa-efecte).

La regulació de la competència entre peus d'una massa arbrada es porta a terme a través de tractaments que eliminen una sèrie d'individus de la massa per a millorar el desenvolupament del conjunt de la població. Aquest fet, a priori tan evident, no es basa en altra cosa que en l'aplicació de successos observats en els processos naturals, com la mortalitat d'individus caiguts per vent o nevades, o en incendis de baixa intensitat, que mostren com l'eliminació d'una sèrie d'individus donen opció de creixement a altres.

Per exemple, el tractament de l'aclarida és l'aplicació controlada i dirigida d'una pertorbació que elimina peus, però que requereix de coneixements i experiència per a avaluar la intensitat i recurrència de la mateixa, així com la forma d'aplicació.

En resum, l'ús del foc tècnic no busca més que replicar aquests processos naturals que poden aportar millores a la massa dintre d'un marc ecològic, tècnic, social i econòmic acceptables pel gestor.

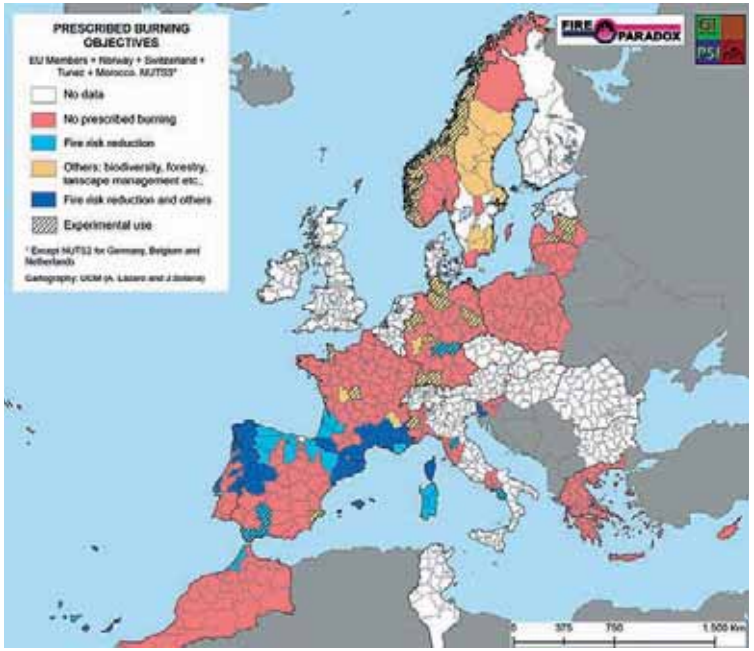


Figura 44: Objectius d'ús de cremes prescrites. Font: Lázaro i Montiel (2009)[2].

Les cremes prescrites

La crema prescrita és l'aplicació precisa de foc en uns combustibles específics i sota unes condicions meteorològiques determinades per complir uns objectius de gestió de recursos específics i de gestió a llarg termini.

Les Cremes Prescrites són una eina utilitzada en extinció activa i en extinció passiva. Són actuacions amb foc per tal d'aconseguir un objectiu de gestió predefinit de la massa forestal a través de la interacció del foc amb l'ecosistema i segons un projecte tècnic.

A nivell europeu la pràctica de cremes prescrites es pot classificar en funció de l'objectiu de gestió que persegueixen, *veure figura 44*. La introducció de cremes prescrites als països del sud d'Europa es va fer perseguint la reducció del risc d'incendis forestals. L'experiència aconseguida en aquestes pràctiques ha fet possible l'ampliació dels objectius cap a altres objectius de gestió (conservació d'espais naturals, gestió forestal o recuperació de fauna). Aquest és el cas de França, Portugal i algunes regions d'Espanya, com Catalunya, Galícia o les Illes Canàries[3].

Tipus de cremes prescrites

En funció de l'objectiu principal de l'actuació, les cremes prescrites es poden classificar en 4 grans grups: Reducció del risc d'incendi, Actuacions silvícoles, Gestió de pastures i Obertura d'espais en aiguamolls.

1) Reducció del risc d'incendi

Aquesta pràctica es concentra als països del sud d'Europa, experimentant un fort avanç a l'inici del segle XXI.

Objectius:
a) Millora de l'estructura arbrada davant el pas de foc i augment de la resistència en estructures semiregulars i irregulars, *figura 45.*

Figura 45. **Massa irregular.** S'observa la distribució de peus de diferents edats. Localització: Font de la Pólvora (Girona). Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

- Eliminació del combustible vegetal del sotabosc, es redueix la càrrega de combustible, en cas d'Incendi Forestal aquest cremarà amb menys intensitat.

- Separació de la continuïtat vertical i horitzontal, poda tèrmica, *figures 46 i 47*, reducció del percentatge de Fracció de Cabuda Coberta (FCC). En cas d'Incendi Forestal, el foc propagarà per la superfície sense pujar a les capçades dels arbres.

- Disminució de la densitat (peus/ha), aclarida baixa i eliminació del regenerat avançat, *figures 48 i 49*, per radiació en el càmbium sobre la base del tronc.

Figures 46 i 47. **Crema sota arbrat.** Eliminació de les primeres branques mitjançant poda tèrmica, s'augmenta la distància de la primera branca viva respecte el terra aconseguint trencar la continuïtat vertical. Localització: Ports Tortosa-Beceit; Horta Sant Joan, Catalunya. Data: Gener 2004. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figures 48 i 49. **Eliminació del regenerat avançat, és a dir, el combustible d'escala.** Localització: Ports Tortosa-Beseit; Horta Sant Joan, Catalunya. Data: Gener 2004. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

b) Manteniment d'infraestructures de pre-extinció.

- Cremes de manteniment en àrees de baixa càrrega de combustible, *veure figures 50 i 51.*

Figures 50 i 51. **Creació Àrea de baixa càrrega.** Localització: Carretera Balsareny-Avinyó, Catalunya. Data: Febrer 2004. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

2) Actuacions silvícoles

Objectius:

a) Dosificació de competència en estructures regulars, *figura 52, exemple d'estructura regular.*

- Aclarida baixa (eliminació d'arbres moribunds, dominats i suprimits).
- Aclarides de plançoneda en regenerats d'estructures regulars per dosificar competència i estrés hídric, *figures 53, 54, 55 i 56.*

Figura 52. **Massa regular.** S'observa una presència homogènia i densa de peus d'una mateixa edat. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figures 53 i 54. **Reintroducció del foc com a pertorbació natural per restablir l'estructura de la massa adaptada al foc en un bosc boreal.** El foc de superfície de baixa intensitat selecciona els individus resistents al foc de *Pinus sylvestris* i elimina el regenerat de *Picea abies*. Localització: Fagerasen, Västernorrland, Suècia. Data: Juny 2007. Font: Tomas Rydkvist, County Board of Västernorrland, Suècia.

Figures 55 i 56. **Dosificació de competència en una massa de pi blanc, *Pinus halepensis*.** Localització: Sant Quirze, Catalunya. Data: figura 55, Febrer 2006. Figura 56, Maig 2006. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

b) Eliminació de restes de tractaments silvícoles.

- Crema extensiva de restes in situ procedents d'aclarides, tallades de regeneració o creació d'àrees tallafocs per eliminació de combustible mort i afavorir el ràpid i eficient reciclatge de nutrients, *veure figures 57, 58 i 59.*

Figures 57, 58 i 59. **Crema de restes silvícoles.** Localització figures 57 i 58: Rasquera; Catalunya. Data: Febrer 2004. Localització figura 59: Meranges, Catalunya. Data: Octubre 2006. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

c) Tractaments de renovació d'estructures.

- Selecció d'espècies. Afavorir i/o eliminar determinades espècies vegetals de l'ecosistema segons objectius de gestió, atenent a la seva ecologia, *veure figures de la 60 a la 65*.

- Crear diversitat d'hàbitats, zones obertes i zones tancades en funció de la fauna que es vulgui potenciar, *figures de la 66 a la 68*.

Figures 60, 61 i 62. **Gestió punt crític i selecció d'espècies.** Eliminació de l'*Ulex parviflorus* en diverses cremes fins esgotar el seu banc de llavors, és una espècie que en cremar dóna longituds de flama elevades. Manteniment del fenàs *(Brachypodium sp.)* per a pastures. Localització: Tivissa, Catalunya. Data: Figures 60 i 61, Maig 2002. Figura 62 , Juny 2002. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figures 63, 64 i 65. **Ús de crema prescrita per controlar la successió de vegetació llenyosa en zones de pràctiques militars:** eliminació de *Betula pendula* a través de cremes d'alta intensitat i altes longituds de flama. El poc temps de residència del front de foc causa poc impacte a la fauna del sòl i al banc de llavors de *Calluna vulgaris*. Localització: Drover Heide, Düren, Alemània. Data: Figures 63 i 64, Abril 2007. Figura 65, Juny 2007. Font: Daniel Kraus, Fire Ecology Research Group, MPI Chemistry, Alemània.

Figures 66 i 67. **Crema prescrita per mantenir obertures i diversificar l'estructura de *Pinus sylvestris* en un paisatge mosaic per crear habitat per al Gall Fer *Tetrao urogallus*.** Localització: Abernethy Reserva Forestal, Escòcia. Data: Abril-Agost 2006. Font: Mark Hancock, Abernethy Forest Reserve, Royal Society for the Protection of Birds (RSPB), Escòcia.

Figura 68. **Crema de matollar.** Obertura de claps per millorar l'hàbitat del *Lagopus lagopus scoticus* i gall lira *(Tetrao tetrix)*. Localització: Escòcia. Data: Abril 2004. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3) Gestió de pastures

Objectius:

a) Recuperació de pastures en àrees de pasturatge extensiu.

- Eliminació d'arbustos, creació d'espais pasturables, *veure figures 69 i 70.*

b) Manteniment i millora de pastures.

- Renovació banc de llavors per augmentar la quantitat i qualitat de llavor.
- Control del matollar per mantenir superfícies pasturables, *veure figures 71, 72 i 73.*

Figures 69 i 70. **Crema de pastures en alta muntanya.** Eliminació del *Juniperus communis i Genista balansae* mitjançant cremes prescrites[c]. Localització: Dòrria, Catalunya. Data: Març 2007. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figures 71, 72 i 73. **Crema tradicional de manteniment de bruguerars costaners per mantenir les condicions de pasturatge òptim durant tot l'any.** Localització: Lygra, Western Noruega. Data: Abril 2005. Font: Mons Kvamme, Heathland Centre, Lygra, Noruega.

4) Obertura d'espais en aiguamolls

Objectius:
a) Renovació de canyars per a l'avifauna.

- Cremes de canyars envellits per l'obertura d'espais que afavoreixen algunes espècies per l'avifauna, *figures 74 i 75.*

Figures 74 i 75. **Crema de Canyissars.** Localització: Delta de l'Ebre, Catalunya. Data: Febrer 2002. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

REFERÈNCIES

1. *Agee, James K. (1993). Fire ecology of Pacific Northwest forests. Washington, DC: Island Press. 493 p.*
2. *Fernandes, P.M.; Vega, J.A.; Jiménez, E. i Rigolot, E. (2008). Fire resistance of European pines. Forest Ecology and Management 256 (2008) 246–255.*
3. *Lázaro, A. i Montiel, C. (2010). Overview of prescribed burning policies and practices in Europe and other countries. In: Towards Integrated Fire Management – Outcomes of the European Project Fire Paradox. EFI Report 23.*

Annex 2
Generacions d'incendis forestals

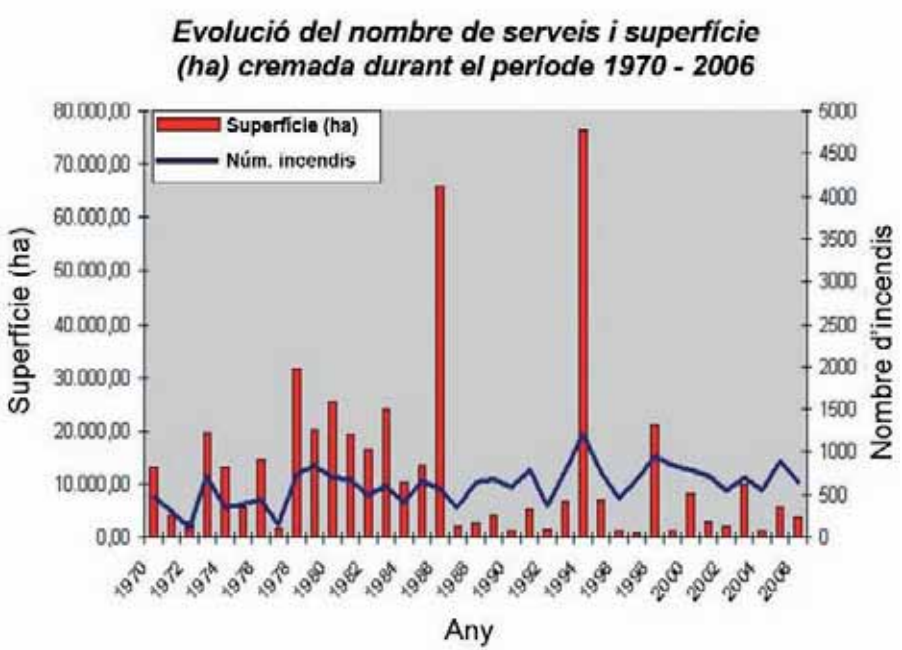
Relació entre paisatges, usos, sistema preventiu-extintor i tipologia d'incendis. Exemple del territori de Catalunya

Els processos socioeconòmics del segle XX s'han caracteritzat per factors que han afectat a tots els països europeus a gran escala i de manera molt més ràpida que en èpoques pretèrites.

Els factors que han afectat i canviat el paisatge dels últims segles han estat[1] :

- Processos d'industrialització a gran escala al voltant de les àrees urbanes
- Migració de la població rural cap a les àrees urbanes
- Abandonament de camps de conreu
- Canvi dels sistemes d'explotació agrària, ramadera i forestal
- Canvi del consum de combustibles vegetals als combustibles fòssils
- Eficaç extinció de tots els incendis de petita i mitjana intensitat
- Focs d'alta intensitat, fora de capacitat d'extinció, responsables de la major part de superfície cremada

L'evolució dels incendis a Catalunya *es mostra en el gràfic 4.*



Gràfic 4. **Evolució del nombre d'incendis i superfície cremada a Catalunya durant el període 1970 – 2006.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

El paisatge ha evolucionat al ritme dels canvis socioeconòmics seguint les pautes biològiques de colonització de camps de conreu i resposta de les estructures arbrades als canvis d'explotació. Naturalment s'ha donat una evolució del comportament dels incendis forestals adaptada a cada fase d'evolució de paisatge, determinant diferents **generacions d'incendis.**

Una generació d'incendis ve definida per un escenari on hi ha un factor que limita la capacitat d'extinció, fent que l'incendi esdevingui un GIF. Aquest factor és extrínsec als serveis d'extinció, intrínsec al paisatge i a les diferents fases de l'evolució d'aquest, les quals poden coincidir en el temps i l'espai.

Primera generació ➛ GIF per Continuïtat de Combustible

Propagació	Condicionada per la disponibilitat de combustible continu que hi ha en superfície, principalment matolls i herbes. Els camps de cultiu s'abandonen i ja no trenquen la continuïtat, i la manca d'ancoratges permeten llargs perímetres.
Període acumulació combustible	De 2 a 15 anys.
Època	A Catalunya s'inicia a finals dels anys 50-60.
Comportament	Genera incendis superficials de mitjana intensitat amb perímetres molt llargs que cremen entre 1.000 i 5.000 ha, sobretot en focs amb vent.
Mesures preventives	Creació de infraestructures de prevenció lineals i punts d'aigua per a facilitar l'ancoratge, i major accessibilitat al territori.
Mesures extintores	La resposta local es reforça amb bombers estacionals.
Evolució	Els focs d'alta intensitat superen aquestes infraestructures de prevenció linial.

Figura 76. **Exemple de front llarg sense cap discontinuïtat, característic dels incendis de primera generació.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Segona generació → GIF per Velocitat de Propagació

Propagació

L'acumulació de combustible degut a l'abandonament de cultius i a la gestió tradicional, permet focs més ràpids i intensos, que propaguen amb focus secundaris puntualment.

Període acumulació combustible

De 10 a 30 anys.

Època

Inici als anys 70 i 80 a Catalunya.

Comportament

Incendis de major intensitat i velocitat, d'entre 5.000 a 10.000 ha en focs de vent i topogràfics. La velocitat de propagació supera les línies d'extinció.

Mesures preventives

Reducció del temps d'arribada dels mitjans d'extinció, (vigilància, distribució de parcs al territori).

Mesures extintores

Augmentar els recursos d'aigua i mitjans aeris per un atac més contundent.

Evolució

Els salts de focus secundaris massius superen les infraestructures lineals i la ràpida intervenció, els focs de capçades superen els mitjans aeris.

Figura 77. **Exemple de front que propaga en alta intensitat, superant als mitjans d'aigua convencionals.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Tercera generació → GIF per intensitat de foc de capçades

Propagació

Per les capçades dels arbres en alta intensitat degut a la continuïtat vertical i a l'homogeneïtat dels boscos fruit de la manca de gestió forestal i de l'extinció de tots els incendis de baixa i mitja intensitat.

Període acumulació combustible

De 30 a 50 anys.

Època

Inici en els anys 90-2000.

Comportament

Genera incendis de 10.000 a 20.000 ha, amb focs de capçades, columnes convectives i focus secundaris massius a llargues distàncies. Això fa que cada foc ofereixi molt poques oportunitats d'extinció, i amb canvis de comportament més ràpids del que la informació es mou per la cadena de comandament. Es donen en episodis meteorològics d'onades de calor.

Mesures preventives

Models de risc per adaptar la disponibilitat de recursos a la probabilitat de GIF. D'una prevenció per eliminar el foc, a una prevenció per tenir un règim de foc tolerable.

Mesures extintores

Anàlisi d'incendis com a eina per anticipar-se i no per reaccionar al foc. Estratègies de confinament de l'incendi. Ampliar les tècniques d'extinció: reintroduir el foc, les eines manuals i mecàniques, reforçar l'atac aeri, i millorar l'eficiència amb eines combinades. Es creen cèl·lules logístiques i s'abaixa el nivell de decisió dins l'estructura de comandament per a una resposta més ràpida als canvis de comportament.

Evolució

GIF amb llançament de focus secundaris massius creuant la interfície urbana. Simultaneïtat de GIF.

Figura 78. **Exemple de foc de capçades que supera la capacitat d'extinció.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Quarta generació → GIF Travessant interfases urbano-forestals

Propagació

Gran Incendi Forestal que propaga per massa forestal, jardins i cases sense dificultats degut a la densitat de vegetació dins els jardins i la continuïtat de càrrega de combustibles entre bosc i zona urbanitzada. Episodis amb simultaneïtat de GIF a una zona del territori.

Període acumulació combustible

--

Època

Inici aproximadament a partir del l'any 2000.

Comportament

Focs que poden començar i aturar-se en IZ, i cremar més de 1.000 ha. Focs de capçades simultanis en ones de calor.

Mesures preventives

Pirojardineria, fomentar tractaments en parcel·les interiors, construccions tolerants al pas del foc.

Mesures extintores

D'atacar incendis passem a defensar cases i persones en una nova situació defensiva. Tecnologies GPS i de GIS per a seguir als recursos en temps real. L'anàlisi d'incendis com a eina creix. Cèl·lules petites de priorització d'actuacions.

Evolució

Simultaneïtat de GIF travessant interfases urbano-forestals.

Figura 79. **Exemple de foc d'alta intensitat travessant una urbanització.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Cinquena generació ➛ Simultaneïtat de GIF travessant interfases urbano-forestals. Megafocs

Propagació	Grans Incendis Forestals simultanis a zones de risc, amb comportament extremadament ràpid i virulent travessant zona urbanitzada.
Període acumulació combustible	--
Època	--
Comportament	Focs de capçades simultanis involucrant interfases urbano-forestals.
Mesures preventives	Necessitat d'incorporar el foc en directrius de gestió forestal.
Mesures extintores	Intercanvi de recursos, d'experiències i de coneixements. Coordinació entre regions. Plataformes d'aprenentatge continuat.
Evolució	--

Figura 80. **Exemple de front que propaga en alta intensitat, superant els mitjans d'aigua convencionals a San Diego (EEUU).** Font: Dave Christenson.

A partir d'aquesta experiència es poden extreure una sèrie de conclusions sobre les eines i actuacions més òptimes per fer front als GIF:

- Gestió forestal que integri el foc dins les directrius bàsiques, adaptada al règim de foc de la zona, i a la vegada que ens serveixi per reduir la intensitat de l'incendi esperat.
- Incorporar eines d'anàlisi per anticipar el comportament dels GIF, i ser més eficients en la prevenció i extinció.
- Garantir l'accessibilitat, la seguretat i l'ancoratge (LACES) a les zones on anticipem un canvi en el comportament esperat del GIF que ens permetrà una extinció eficient (infraestructures de pre-extinció).
- Incorporació de totes les eines d'extinció (aigua, maquinària, eines manuals, foc). Això implica incorporar les cremes prescrites per a formar-se en el maneig de l'eina foc, així com per a crear infraestructures de pre-extinció i com a eina de gestió forestal.
- Assegurar diàriament una distribució de recursos d'extinció adaptada a l'incendi esperat. Això inclou recursos de vigilància (rutes, guaites, particulars amb telèfons mòbils) i d'extinció (parcs de bombers, punts d'aigua).

Per a poder fer tot això cal conèixer el règim de foc (ecologia del foc) i l'incendi esperat (incendi de disseny), i aprofundir en les eines que podem incorporar (cremes prescrites, punts estratègics de gestió).

REFERÈNCIES

1. *CASTELLNOU, M; NEBOT, E; MIRALLES, M. (2007). El papel del fuego en la gestión del paisaje. En: IV International Wildfire Fire Conference 2007, Sevilla, Spain. Thematic session nº1.*

Annex 3
Propostes d'actuació per a cada tipus de propagació

3.a Metodologia de desenvolupament i aplicació d'Incendis forestals tipus. Cas de Catalunya

3.a.1 Metodologia

Les principals fases de la metodologia són[1]:

- Creació d'una base de dades geogràfica de perímetres d'incendis forestals històrics.
    - Reconstrucció de perímetres
    - Datació i caracterització
    - Depurat i síntesi de la informació inicial

- Identificació de les situacions meteorològiques a nivell sinòptic per als incendis datats.

- Reconstrucció de la propagació dels incendis.
    - Estudi dels esquemes de propagació i les situacions meteorològiques:
        - Catalogació dels perímetres segons el patró de propagació
        - Caracterització dels Incendis tipus
        - Catalogació dels incendis segons els Incendis tipus
    - Caracterització de la propagació a cada massís forestal

- Localització i caracterització de les Zones Homogènies de Règim.

Reconstrucció de perímetres, datació i caracterització

Les fonts d'informació bàsiques utilitzades a Catalunya per a l'anàlisi dels perímetres dels incendis històrics es descriuen a la *Taula 5*, i a la *figura 81* es poden veure representats gràficament aquests perímetres a Catalunya.

Taula 5. **Fonts d'informació per a la recollida de perímetres d'incendis històrics, de condicions meteorològiques i de patrons de propagació a Catalunya.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

	Dades	
Base de dades geogràfica de perímetres d'incendis històrics	Reconstrucció de perímetres Els incendis posteriors a l'any 2000, perímetres de bombers amb GPS a peu (en alguns incendis majors de 100 ha, o en zones inaccessibles, el perímetre s'ha aixecat amb l'ajut dels mitjans aeris). En incendis previs al 2000: ▪ Interpretació d'ortofotomapes i fotografies aèries ▪ Reconstrucció de l'edat de les estructures forestals existents ▪ Arxius particulars ▪ Entrevistes a bombers, pastors, etc., i observacions personals	Datació i caracterització d'incendis. ▪ Base de dades d'incendis (Departament de Medi Ambient i Habitatge i Ministerio de Medio Ambiente) des de 1968 ▪ Hemeroteques de La Vanguardia des de 1899, Diari de Tarragona i altres ▪ Arxius particulars ▪ Perímetres reconstruïts per satèl·lit per l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) des de 1992 ▪ Incendis reconstruïts, en projectes de la Universitat de Lleida coordinats per Bombers (Castellnou, 1997; Martínez, 2001; Galán, 2001; Pellisa, 2004; Martínez, 2004; Rodríguez, 2006; Moyano *et al*, 2007)
Identificació de les condicions meteorològiques	A nivell sinòptic: ▪ Situacions sinòptiques: (http://www.wetterzentrale.de)	A nivell meteorològic: ▪ Observacions meteorològiques. ▪ Condicions meteorològiques: Servei Meteorològic de Catalunya
Reconstrucció de la propagació	Pròpia de Bombers, durant l'incendi: ▪ Observacions de l'evolució del front d'aquells incendis superiors a 30 ha des de terra i aire ▪ Observacions puntuals des de les línies de mànega ▪ Anàlisis de la forma del perímetre respecte a la topografia des de terra i des de l'aire ▪ Valoració de severitats de tots els incendis majors de 30 ha des de l'helicòpter de comandament en el moment de l'incendi i mesos després ▪ Fotos, vídeos, posicions GPS de vehicles, entrevistes a bombers i pastors	Pròpia de Bombers, sense observació directa: ▪ Anàlisis de la forma del perímetre respecte a la topografia a través de la consulta ▪ Valoració de severitats de part dels incendis a partir d'ortofotomapes o a partir de vols propis del servei de bombers. En moltes ocasions, això passa després de més de 10 anys de l'incendi forestal ▪ Entrevistes a bombers, pastors, i veïns, i visualització de fotos i vídeos ▪ Informes d'incendis (Bombers de la Generalitat) ▪ Projectes de la UdL citats
Localització de zones de règim homogeni	▪ Mapa d'usos del sòl de Catalunya 2002 de l'ICC en base a LANDSAT-TM ▪ Mapa d'hàbitats de Catalunya de 2002 de l'ICC	▪ Mapa de PPP (Perímetres de Protecció Prioritària) del DMAiH ▪ Model digital d'elevacions del terreny

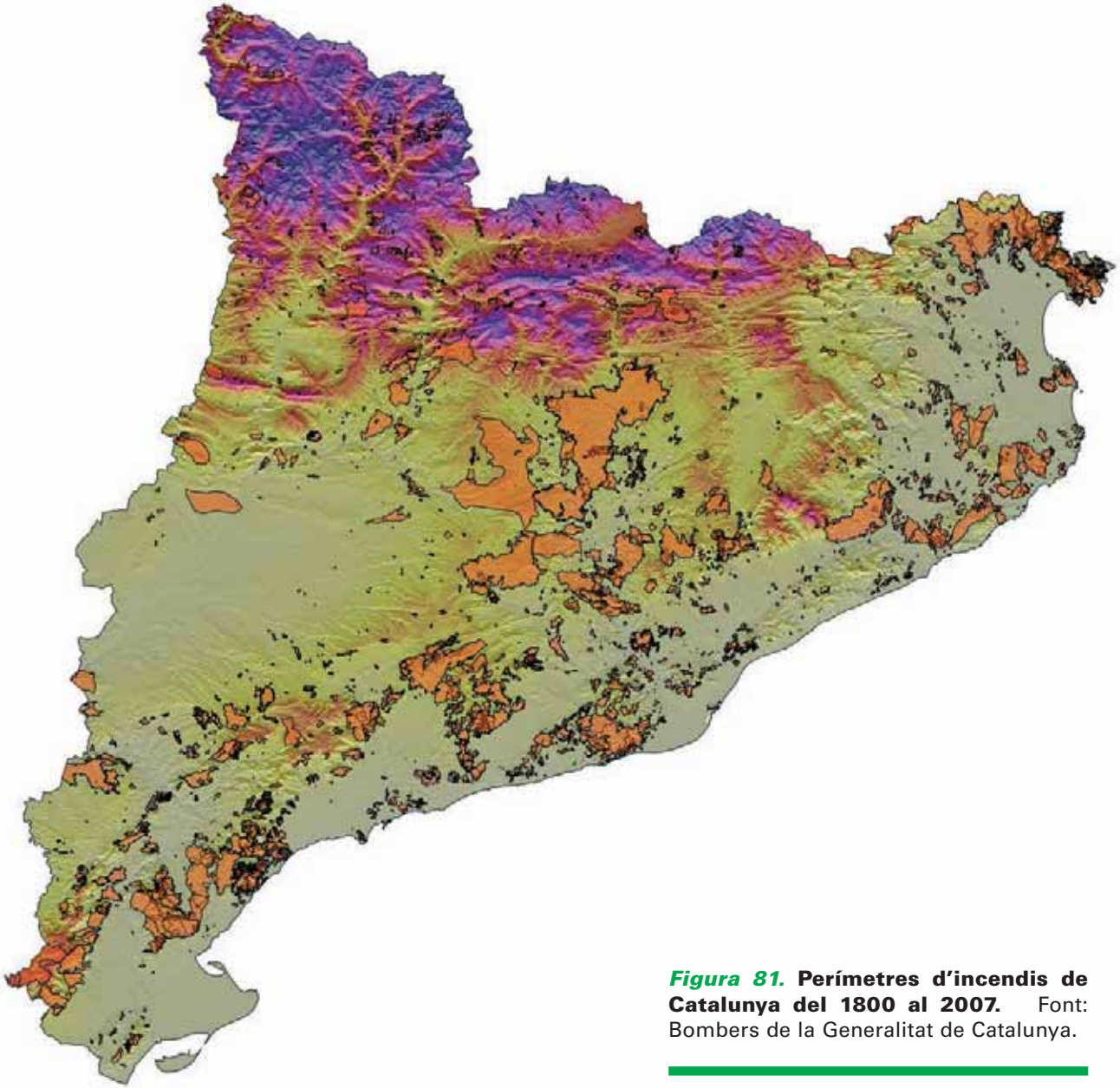


Figura 81. **Perímetres d'incendis de Catalunya del 1800 al 2007.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Caracterització dels Incendis tipus

El coneixement de les variables de la *Taula 6* permeten relacionar cada incendi històric amb un Incendi tipus i contrastar-ho amb un comportament del foc.

Taula 6. **Patrons de propagació, que a partir d'un factor característic permet identificar els incendis tipus, i el seu esquema de propagació.** Font: Castellnou et al., 2009[1].

Patró de propagació	Factor característic	Incendi tipus	Esquema de propagació i estratègies (o oportunitats de control)
TOPOGRÀFIC	Vents topogràfics de vessant	Topogràfic estàndard	Segueix durant el dia la màxima pendent i les vessants insolades. Forma dels perímetres segueix vessants i conques hidrogràfiques. Els punts crítics són barrancs, nusos de barrancs i el posicionament de la cua o flanc (que es situi en un punt amb potencial de nova carrera).
	Brisa marina	Topogràfic litoral	Segueix la màxima pendent i el gir de la brisa marina, definit i previsible. Obertura del flanc dominat per la marinada.
	Vents topogràfics de valls principals	Topogràfic proper a la vall principal o estrets	La direcció principal dels perímetres és cap a la vall principal. Es produeix una succió de l'incendi cap a la vall principal per efecte venturi. Canvi en la succió ascendent de dia a descendent de nit.
VENT	Zones planes	Vent a les planes	Segueix la direcció del vent i s'obre amb un angle de 30 a 60º segons la força del vent.
	Zones amb relleu	Vent amb relleu	Segueix les crestes en serres alineades en la direcció del vent. En serres perpendiculars a la direcció del vent, apareixen contravents que faciliten la propagació ascendent degut a la turbulència mecànica en la vessant no exposada al vent en efecte directe (sotavent). Oportunitats: al final de la divisòria (d'aigües) o quan aquesta canvia de direcció, a les bifurcacions, o on es manifestin els contravents.
	Zones de subsidència. Vents generals que toquen a terra durant la nit, i s'aixequen durant el dia	Vents amb subsidència	Fenomen que es dóna a les serres litorals darrera d'un gran altiplà que cau abruptament (Costa central-est de la Península Ibèrica, costa de California, Peloponès grec...), quan els vents topogràfics diürns són capaços de compensar el vent de nord en altura. Ara bé, durant la nit els vents topogràfics són de caràcter descendent, el vent de nord bufa en superfície i inclús es veu reforçat per aquest caràcter descendent dels topogràfics. D'aquesta manera l'incendi durant les hores diürnes es comporta com un topogràfic i durant les nocturnes com un incendi conduit per vent. Aquesta dinàmica implica, a més a més, que la cua de l'incendi diürn es transformi en cap durant la nit i viceversa, amb les dificultats des del punt de vista de gestió de les emergències que això comporta.
CONVECCIÓ	Sense vent significatiu	Convecció estàndard	Segueix la macro topografia i el vent. Oportunitats: estrènyer el cap o tractaments per reduir la generació de focus secundaris.
	Vent significatiu. A Catalunya, en situacions de ponents càlids i molt ocasionalment amb entrades de sud	Convecció amb vent	Comportament convectiu, al que el vent li afegeix de propagació. El vent augmenta la distància de llançament de focus secundaris, creant nous punts d'ignició fora de la zona d'influència de la columna convectiva i accelerant propagació general de l'incendi. La columna i els focus secundaris seguiran la direcció del vent, però el foc anirà cremant grans olles topogràfiques.
	Amb desplom de pirocúmul	Convecció amb pirocúmul	El pirocúmul es desploma al condensar i guanyar pes. Aquest desplom de la columna genera vents que poden arrencar arbres, realitzar llançament massiu de focus secundaris, i eixamplament de l'incendi en totes direccions.

Els incendis que segueixen el patró de propagació de Tempesta (Tempesta propera) no s'inclouen ni a la taula ni al document perquè encara no es disposa de suficients coneixements per a la seva gestió , tot i que apareixen classificats en la figura 82.

Caracterització de les Zones Homogènies de Règim. Cas de Catalunya

L'anàlisi d'incendis històrics, junt amb la informació topogràfica i la delimitació dels perímetres de protecció prioritària (DMAH), basat en la metodologia d'Agee[2] (1993), ha permès identificar les Zones Homogènies de Règim (ZHR). Les Zones Homogènies de Règim (ZHR) comprenen territoris amb rotació de focs i tipus de GIF potencials homogenis, en els quals es poden concretar els Incendis tipus, els Incendis de disseny (incendis de referència per a la planificació) i les situacions sinòptiques que es preveuen com a més problemàtiques per al massís[1].

Per adaptar la metodologia d'Agee[2] a la localització i caracterització de les Zones Homogènies de Règim a un territori àmpliament pertorbat per l'home, s'ha dividit el territori en petites zones homogènies per generar càlculs i agregar zones colindants:

- Per generar les Zones Homogènies de Règim es parteix del model digital d'elevacions (MDE) on es calculen conques d'un tamany aproximat de 450 ha.
- S'agrupen les diferents conques hidrogràfiques segons:

  - Existeixin massissos forestals identificats pel Departament de Medi Ambient.
  - Continguin diferents incendis classificats dins el mateix grup d'Incendis tipus.
  - Continguin diferents incendis amb el mateix eix de propagació principal (SE-NO, N-S, etc.). La direcció de propagació ve condicionada per la interacció vent-topografia, i un mateix eix indica zones on aquesta interacció és homogènia.[1]

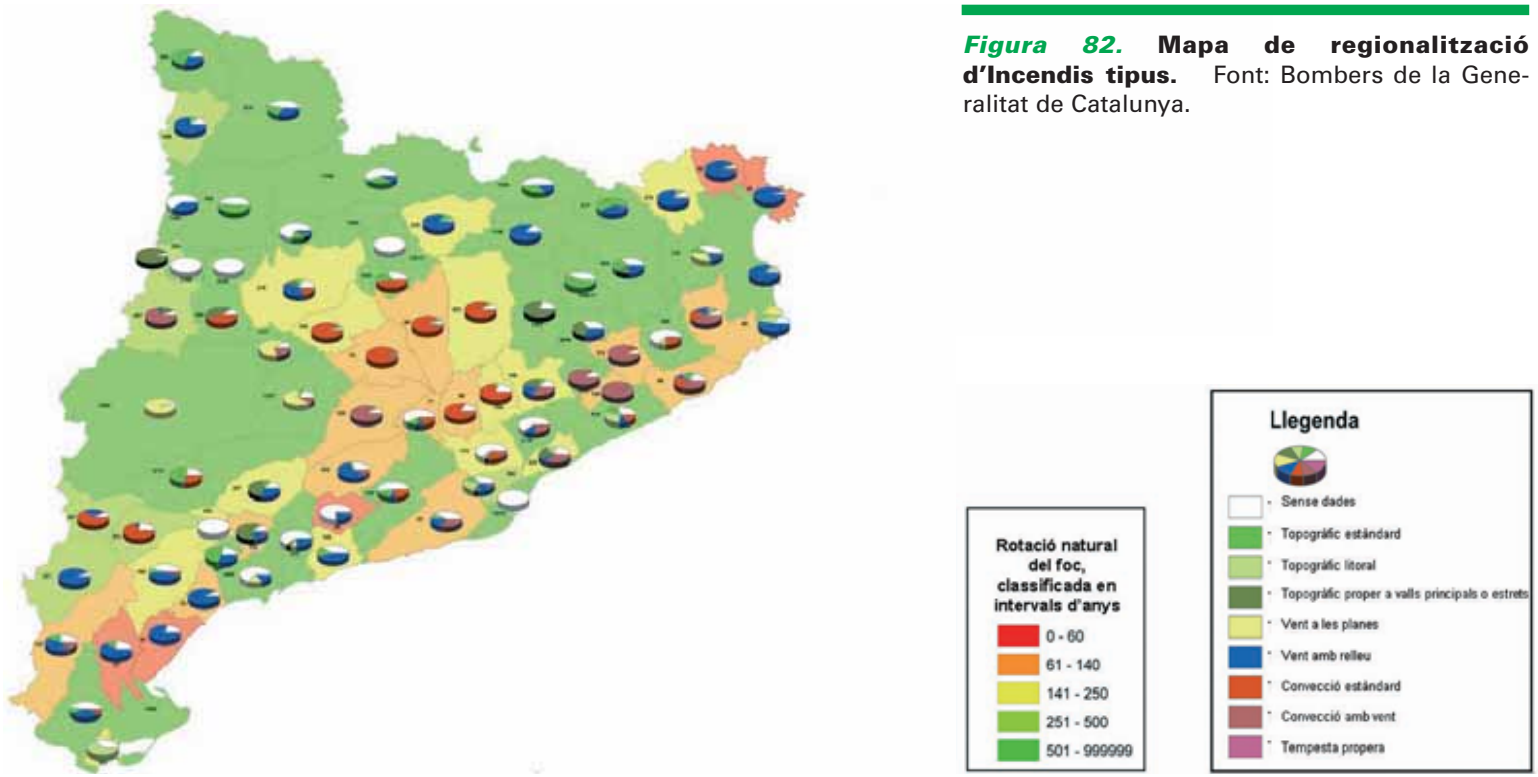


Figura 82. **Mapa de regionalització d'Incendis tipus.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3.a.2 Factors bàsics de propagació

Tota la metodologia de caracterització de la propagació de cada Incendi tipus, es recolza en la metodologia del Campbell Predicton System[3] i en el comportament del foc observat pels responsables de l'extinció de cada incendi forestal.

Introducció a l'anàlisi bàsic d'incendis forestals

Els factors que afecten i determinen el comportament i propagació d'un incendi forestal són variats. Al triangle bàsic del foc, (calor, aire i combustible), s'hi afegeix el de comportament: Meteorologia, Topografia i Combustibles. En aquest context, el combustible s'entén com la vegetació forestal.

Els diferents factors d'aquest triangle es poden desglossar en diferents components, tal i com es mostra a la *figura 83*:

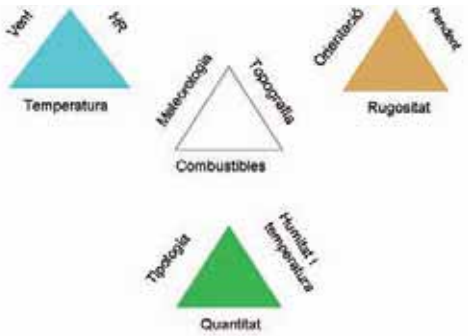


Figura 83. **Desglossament dels factors principals que afecten al desenvolupament d'un foc forestal.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Definició factor bàsic de propagació i Lògica de camp CPS

Els **factors bàsics** que afecten el comportament del foc són diversos. A la *figura 83* del desglossament del triangle de comportament del foc es poden veure els més importants, però cal cercar els principals a l'hora de fer prediccions de comportament. Resumint-los tots a nivell de lògica de camp, es redueixen en tres de bàsics per a definir una regla pràctica d'anàlisi.

Orientació: determina la temperatura del combustible en funció de la seva incidència a la radiació solar. A major temperatura del combustible s'escurça el procés de preescalfament[f] i per tant augmenta la intensitat i velocitat del procés de combustió.

La incidència de la radiació solar varia al llarg del dia i es pot classificar en ordre seqüencial: est, sud i oest, i en ordre de intensitat: sud, oest i est, en el cas de l'hemisferi Nord. Diferències en temperatura del combustible fi mort de 40ºC es donen fàcilment en dies d'estiu, *veure figura 84*.

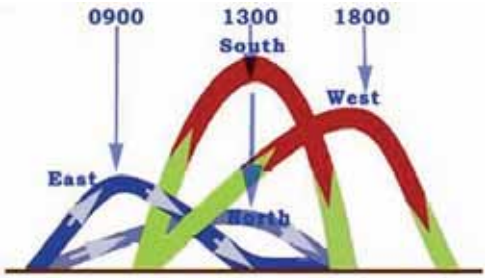


Figura 84. **Esquema horari de la Insolació i escalfament de les vessants.** Font: Campbell, 1995[3].

Pendent: el moviment del foc en una vessant amb pendent a favor, és més ràpid i de major intensitat degut a què la distància entre la flama i el combustible és menor, això facilita el procés de preescalfament del material que es troba per davant del front. En una vessant amb pendent en contra, el preescalfament és menor i més lent, degut a la major distància entre la flama i el combustible.

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

- La flama presenta un angle tancat respecte el terra per efecte del vent, veure *figura 85 i 86*:
  - Implica una major quantitat de combustible que en cada moment està cremant i interaccionant, major longitud de flama.
  - Augmenta el poder de pirolitzar el combustible proper.

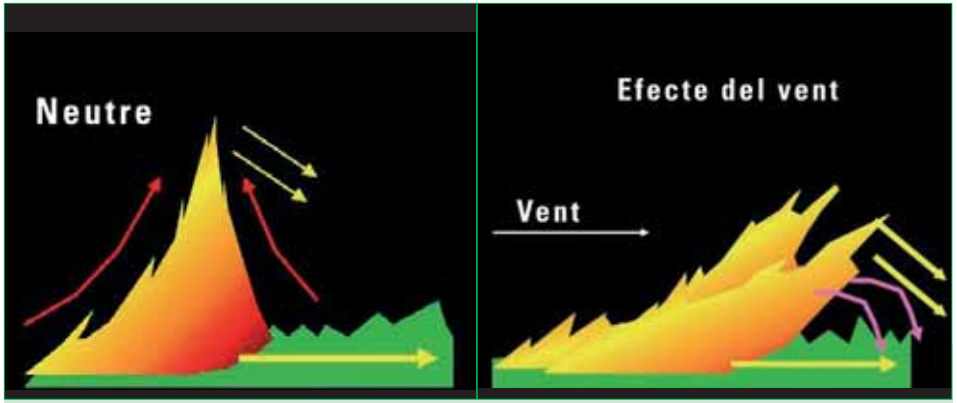


Figura 85 i 86. **A l'esquerra, exemple de foc neutre sense efecte del vent.** La transferència de calor per convecció i radiació afecta en menor intensitat el combustible proper a la flama, la convecció es dissipa cap a la vertical i la radiació s'emet a més alçada respecte el combustible. A la dreta es pot veure que la flama està ajaguda per efecte del vent, això provoca que la distància entre la flama i el combustible sigui menor, el combustible que es troba per davant el front, rep major calor per convecció (fletxa lila) i radiació (fletxa groga). Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Lògica de camp CPS: es defineix com un sistema senzill d'operar amb els factors bàsics de propagació del foc; orientació, vent i pendent, per tal de realitzar un breu anàlisi útil per al bomber a l'hora de plantejar tàctiques basades en el comportament previst del foc i delimitar-ne la seva validesa en l'espai i el temps. Aquesta lògica es basa en el sistema de **l'alineació de factors,** *veure figura 87*, entenent com a tal **el grau de coincidència, favorable o desfavorable, respecte el front de foc dels tres factors esmentats.**

Exemple: Un foc a la base d'una pendent, orientada al Sud a les 12:00 amb vent del Sud; és una situació de ***plena alineació*** *perquè el foc pot ascendir a favor de vent i sobre un combustible calent.*

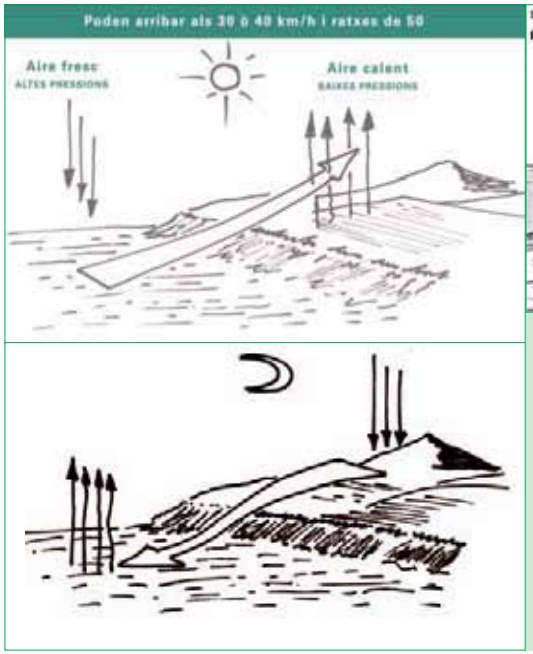
La mateixa situació a les 8 del matí es tracta d'una situació de ***2/3 d'alineació*** *(vent i pendent) ja que a aquesta hora les pendents calentes són les que miren a l'Est. Si en aquesta situació el vent és del Nord es tracta de* ***1/3 d'alineació*** *(pendent). Si per contra el foc es troba a la part alta de la pendent, el foc es troba* ***fora d'alineació*** *ja que aquest per propagar-se hauria de* ***baixar a contravent*** *i en una pendent de* ***combustible fred****.*

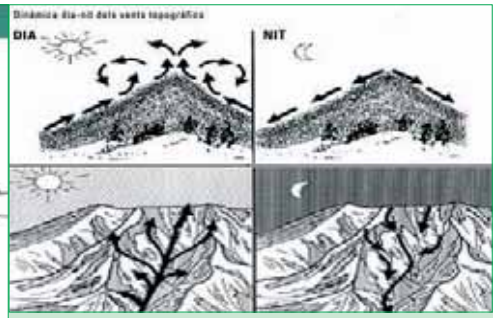
Figura 87. **Exemple de llenguatge CPS.** Font: Campbell, 1995[3].

3.a.3 Esquema de propagació de cada Incendi tipus

INCENDIS TOPOGRÀFICS

Incendis Topogràfics	L'àmbit de propagació d'aquests incendis és la conca hidrogràfica incloent la vall principal i els barrancs secundaris. Els incendis topogràfics és diferencien si propaguen durant el dia (**diürns**) o durant la nit (**nocturns**).
Factors	El moviment del foc està dominat per tres factors principals: la pendent, els vents locals (marinades, terrals, de vall i de vessant) i la insolació de les vessants relacionada amb la seva orientació. Els vents locals, *figures 88, 89 i 90,* es determinen pel moviment de l'aire generat per l'efecte de la radiació solar dins del cicle diari. Varien d'intensitat i direcció al llarg del dia dins d'una pauta rutinària i per tant predictible.
Patró de propagació	El patró de propagació d'aquests tipus de foc és molt dinàmic i varia en funció de la disposició dels tres factors esmentats, és a dir, la identificació de cua, flanc i cap pot variar amb el canvi de pendent, insolació o direcció del vent, *veure figures 91 i 92.*





Figures 88, 89 i 90. **Marinada, bufa durant el dia de mar cap a terra** *(esquerra-adalt)***.** Terral, bufa durant la nit de terra cap a mar *(esquerra-abaix)*. Vents de vall i de vessant, durant el dia bufa de les parts baixes cap a les parts altes, durant la nit al revés *(adalt)*. Font: ICONA.

Figura 91 i 92. **Incendi forestal d'Horta del 2005 *(adalt)* i Roda de Barà del 2004 *(abaix).*** Exemples de focs que propaguen topogràficament. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Tipus d'Incendis Topogràfics

Focs Topogràfics Estàndards Diürns

Són els més freqüents perquè coincideixen amb el període diari de màxim risc i per tant major nombre d'ignicions. Els vents locals són en aquest cas ascendents, tant els de vall com els de vessant. Aquest fet comporta que els punts de foc situats a la part més baixa de la conca tenen al seu abast el major potencial de superfície per cremar (vessants senceres amb pendent i vent a favor com a mínim), veure *figures 93 i 94*. Per contra quan el foc està situat a les parts altes de la conca, el seu abast de propagació és menor perquè te pendent i vent en contra. Si el foc propaga per un fons de barranc genera un cap en cada vessant amb els respectius flancs. El moviment de l'incendi en aquest cas ve determinat per la progressió que realitzen els flancs aigües amunt pel fons de barranc, que donen noves oportunitats de carrera per cada vessant.

Focs Topogràfics estàndards Nocturns

El flux de vents de vall i de vessant és descendent i el factor insolació no té rellevància degut a la manca de radiació solar. L'equilibri de forces entre vent descendent i la topografia serà el que determini la direcció de propagació del foc. Es diferencia del cas dels focs topogràfics diürns on el foc propaga per les parts altes de les carenes i es dissocia en dos caps cada vegada que arriba a un nus de carena.

Figura 93. **Incendi Forestal del Montmell, 06/06/2006.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

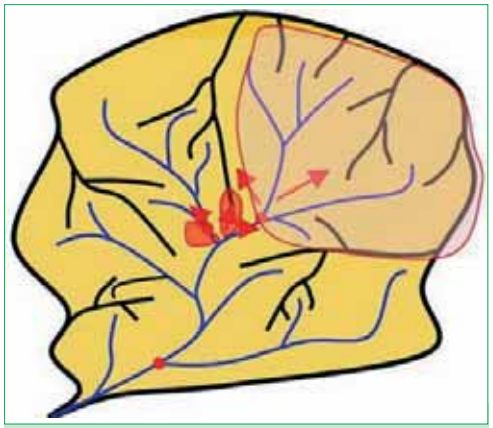


Figura 94. **Aquest esquema es denomina "propagació per fons de barranc"[(g)] i es replica fins arribar a la capçalera de la vall o conca hidrogràfica.** En el cas d'una vall complexa amb ramificacions laterals, l'esquema es multiplica a cada nus de barranc o confluència de valls secundàries, ampliant la superfície afectada per l'abast de l'incendi. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

Focs Topogràfics Litorals Diürns

S'ha de tenir en compte el canvi de direcció del vent associat a la marinada al llarg del dia. La marinada és un vent de compensació tèrmica de mar cap a terra. Al llarg del dia varia la seva direcció en funció del moviment del sol seguint les vessants insolades. Aquest fenomen es dona sempre i quan hi hagi influència directa del mar, és a dir, sense barreres orogràfiques significatives, veure *figura 95 i 96*.

A Catalunya, per exemple, la marinada va variant de la component est al inici del dia, cap a component oest al final de la tarda, passant pel sud en les hores centrals del dia. És important conèixer el gir de la marinada, definit i previsible, en el flux total de vents locals que afecta la zona on té lloc l'incendi.

Focs Topogràfics Litorals Nocturns

La propagació d'aquests focs durant la nit és molt similar a la dels focs topogràfics estàndards nocturns: el flux de vents de vall i de vessant és descendent i el factor insolació no te rellevància degut a la manca de radiació solar. L'equilibri de forces entre vent descendent i la topografia serà el que determini la direcció de propagació del foc.

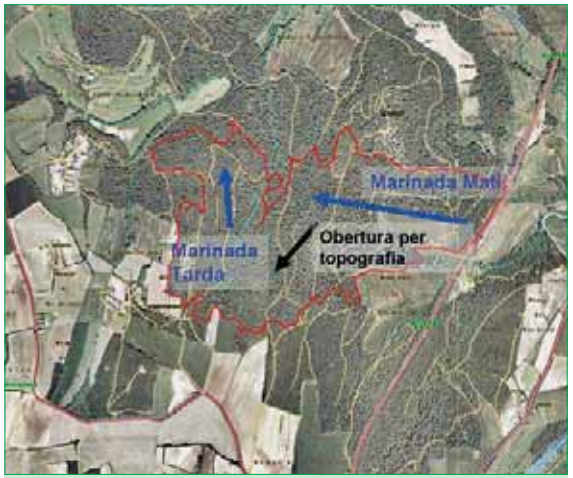


Figura 95. **Incendi Forestal de Vilademuls, 2003.** Incendi conduït per la marinada. El gir de la marinada provoca les diferents estirades. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

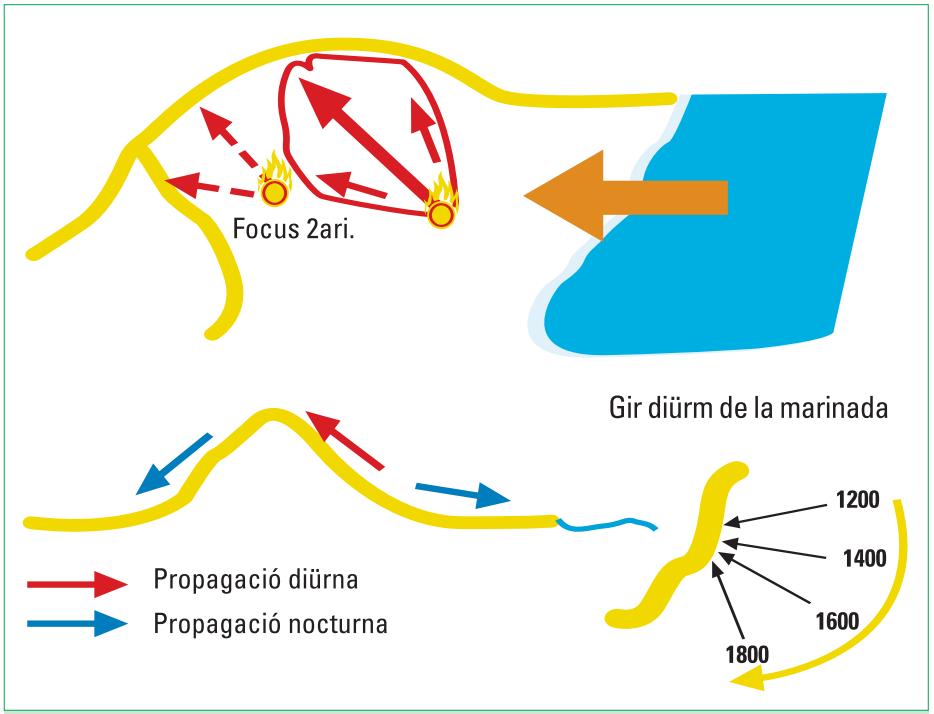


Figura 96. **Esquema de propagació d'incendi topogràfic en la vessant litoral.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Focs Topogràfics propers a Valls Principals i als Estrets Diürns

Les valls principals de conques hidrogràfiques importants tenen un règim de vents locals més intens i amb un cabal de volum d'aire superior a les valls secundàries. El fenomen de moviment de grans volums d'aire amb més intensitat que l'aire de l'entorn, degut a un estretament de la vall, comporta que es generi una depressió provocant una succió de l'aire del voltant cap aquesta zona (efecte venturi). Incendis situats en valls secundàries que es trobin pròxims a una vall principal tendiran a convergir cap el flux d'aire de la vall principal. Els focs que es donen en vessants properes a valls estretes o congostos tenen un esquema de propagació similar als focs propers a valls principals. El vent dins de l'estret augmenta la seva velocitat i si pot succionar el foc cap el seu interior, crea carreres de foc ascendents dins de l'estret i un eixamplament del front en la sortida oposada de l'estret. Les zones fora d'influència dels vents de l'estret es veuen afectades pels vents generals i topogràfics, augmentant el perímetre del foc. Veure *figures de la 97 a la 100*.

Focs Topogràfics propers a Valls Principals i als Estrets Nocturns

El flux de vents de vall i de vessant és descendent i el factor orientació no té rellevància degut a la manca de radiació solar. L'equilibri de forces entre vent descendent i la topografia serà el que determini la direcció de propagació del foc. En aquesta situació els vents descendents de vall exerceixen una dominància clara

respecte els vents descendents de vessant. A conseqüència d'aquest fet els perímetres d'incendis topogràfics nocturns tendeixen a allargar els flancs propers al flux de la vall principal. En els casos més extrems (ex: a prop d'estrets, proximitat a valls principals), el vent descendent de vall és l'únic factor que domina el moviment de l'incendi i es generen caps que van en direcció a l'estret o en direcció paral·lela a la vall principal sense respectar la topografia.

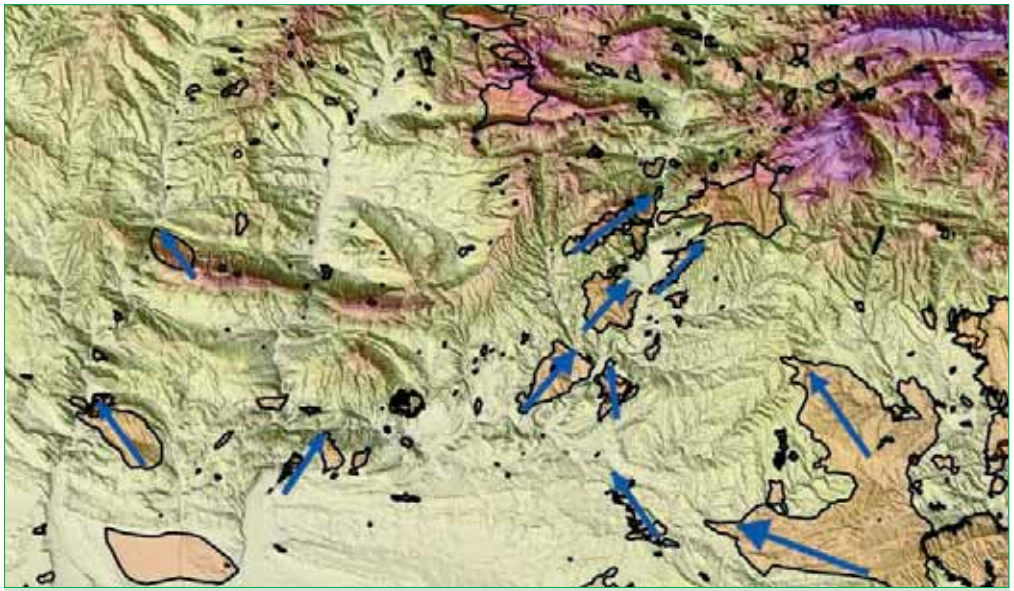


Figura 97. **Perímetres d'incendis afectats per la succió de la vall principal del Segre, Catalunya.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 98. **Esquema de propagació d' incendi topogràfic amb succió de vall principal.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 99. **Incendi forestal Alcover, 2003.** La imatge del perímetre mostra la tendència de l'incendi ha ser succionat cap a l'interior de l'estret. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

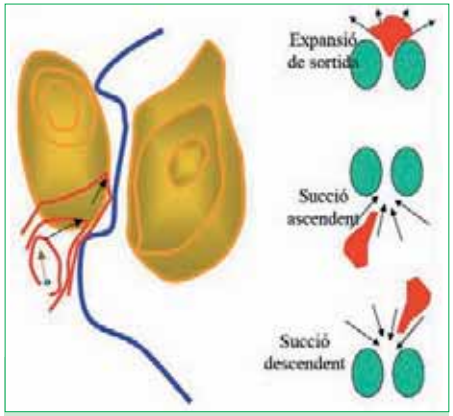


Figura 100. **Esquema de propagació d'incendi topogràfic proper a estrets.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

INCENDIS DE VENT

Incendis de Vent	El potencial dels focs de vent queda condicionat per la interacció del vent amb el relleu i la disponibilitat de combustible. El front d'un incendi conduit pel vent sempre busca la zona de màxima velocitat del vent, com el comportament d'un fluid continu. En les carreres a favor de vent és quan el foc supera fàcilment el límit de la capacitat d'extinció, *veure figura 101*.
Factors	El moviment del foc està dominat per dos factors principals, el vent, *figura 102*, i la velocitat de propagació de les flames que és superior a la velocitat d'extinció amb línia d'aigua. El patró de moviment d'aquests focs de vent és previsible quan es coneix el moviment del vent sobre el relleu. El fum és el major indicador d'aquesta interacció i dóna moltes evidències de la força, la direcció i els llocs de trencament d'aquest flux de vent per on el foc propaga ràpidament.
Patró de propagació	La propagació amb salts a llarga distància és freqüent quan el combustible cremat és gruixut i permet mantenir la incandescència durant pocs minuts, salts 500-1000 metres no són estranys en focs amb vents de 60 km/h cremant masses arbrades adultes, *figures 103, 104 i 105*.

Figura 101. **Incendi forestal de l'Escala, 2001.** A destacar la zona de caiguda de la columna de fum com a zona de recepció de focus secundaris. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 102. **Incendi forestal de Bonastre, 2009.** Incendi amb ràfegues de vent de 140 Km/h. S'observa com les flames estan molt tombades sobre el terra. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

Figura 103. **Incendi forestal a l'Espluga de Francolí, 24/06/2006.** Incendi conduït per vent. L'estrella indica el punt d'inici de la carrera principal i els punts grocs, un focus secundari. Font: Cos d'Agents Rurals.

Figura 104 i 105. **Exemple de 2 focs conduïts per vent, és característic d'aquests focs columnes tombades i perímetres allargats i estrets.** Incendi forestal Ventalló 04/08/2006 (esquerra) i Incendi forestal Capmany 06/08/2006 (dreta). Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Tipus d'Incendis de Vent

Foc de Vent a les Planes

En zones planes els focs de vent segueixen la direcció del vent i s'obren amb un angle entre 30 i 60 graus segons la força del vent, *veure figures 106 i 107*. Aquesta obertura es produeix a mesura que els flancs s'obren i generen noves carreres, al mateix temps el propi vent evita la propagació de les cues.

Figura 106. **Incendi forestal d'Ossó i Selvanera, 2003.** La fletxa vermella marca la direcció de propagació del foc. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

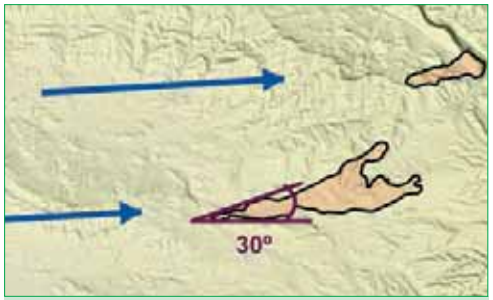


Figura 107. **Incendi forestal d'Ossó i Selvanera, 2003.** Perímetre amb obertura de 30º i carreres en la direcció del vent. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

Focs de Vent amb Relleu

Serres paral·leles a la direcció del vent

El cap del foc propaga fàcilment seguint les carenes de les serres alineades a la direcció del vent, *veure figura 108*.

Oportunitats: al final de la divisòria (d'aigües) o quan aquesta canvia de direcció, a les bifurcacions, o a on es manifestin els contravents.

Figura 108. **Incendi forestal de Cap de Creus.** El perímetre segueix la línia general de les carenes amb el vent paral·lel a la carena. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Serres perpendiculars a la direcció del vent

Una serra perpendicular a la màxima direcció del vent produeix turbulències al vent, aquest busca el camí més curt per superar la serra. Aquestes zones poden provocar variacions sobtades en el flux del vent, quedar sense quasi vent (sotavents) o inclús generar fluxos locals contraris a la direcció dominant (contravents). L'existència d'aquest contravent[h] o sotavent depèn de: l'alçada de la serra que es troba perpendicular al vent, de la velocitat que porta el vent i de les obertures que hi ha en el relleu (canals principals) a nivell de macroescala per on s'escola el vent. En relleus elevats el vent s'escola per les parts baixes, mentre que en relleus invertits i complexos el vent s'escola per les parts altes, veure *figures de la 109 a la 112*.

Figura 109 i 110. **Incendi forestal Coll de Nargó, 29/12/2004.** Esquerra: Inici incendi (estrella), direcció vent general (fletxa blava), eixos careners situats perpendicularment a la direcció del vent principal (línies negres), zona situada a contravent (semicercles blaus). Dreta: Detall del foc cremant a contravent durant la nit. Font: Bombers Generalitat Catalunya.

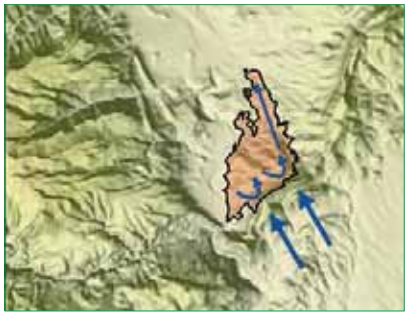


Figura 111 i 112. **Incendi forestal de La Riba, 2002.** Esquerra: Propagació i perímetre de l'incendi de la Riba. Dreta: Imatge de la columna tombada pel contravent i trencada en alçada pel vent general. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Serres diagonals a la direcció del vent

Serres situades en posició diagonal respecte la direcció del vent, la interacció d'aquest amb la vessant produeix major diferència en la propagació, cremant a favor de vent (en directe) o de rebuf del vent principal (en indirecte). Aquestes serres diagonals o les zones de turbulències provoquen carreres del foc amb direccions diferents a les del vent dominant, i generen situacions difícils per determinades maniobres d'atac directe, veure *figures 113, 114 i 115*.

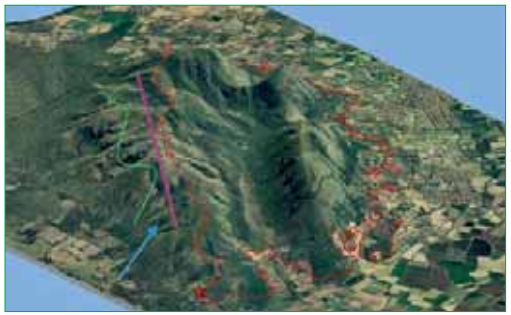


Figura 113 i 114. **Incendi forestal del Montgrí, 26/09/2004.** Esquerra: Inici incendi (estrella vermella), direcció vent general (fletxa blava), perímetre incendi (línia vermella), Serra diagonal a la direcció del vent (línia lila). Dreta: El vent general aguanta el flanc esquerra i no permet el seu descens cap a la vessant (línia verda). Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

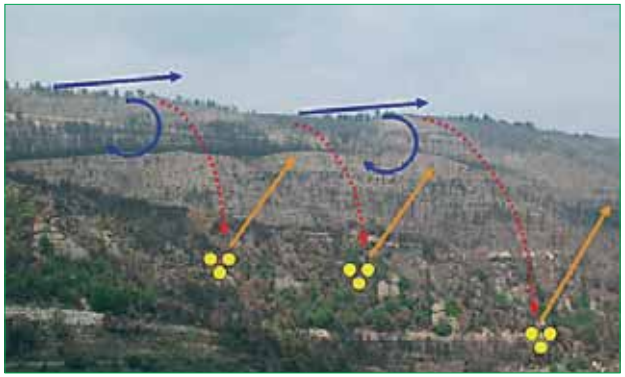


Figura 115. **Propagació per contravents.** Les carreres a contravent arriben dalt la carena on el vent general llança focus secundaris baix la pendent, per generar novament carreres pendent amunt pel contravent. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Direcció del vent general

Focus secundaris

Marques de contravent

Simbologia de carrera

Focs de Vent amb Subsidència

Fenomen que es dóna a les serres litorals de l'extrem sud de Catalunya, quan els vents topogràfics diürns són capaços de compensar el vent de nord en altura. A la nit els vents topogràfics són en descendent, el vent de nord toca la superfície i es veu reforçat pel vent topogràfic descendent. L'incendi durant les hores diürnes es comporta com un incendi topogràfic estàndard i durant les hores nocturnes com un incendi conduit per vent. Aquesta dinàmica implica que la cua de l'incendi definida durant el dia, es pot transformar en el cap de l'incendi durant la nit i viceversa.

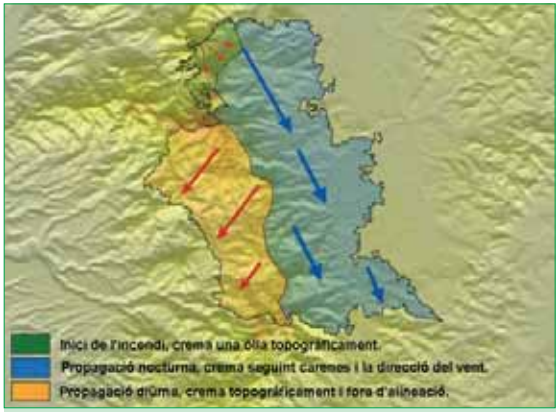


Figura 116. **Incendi forestal de Cardó, 1995.** Comença (verd) propagant topogràficament de dia. Després, la propagació es dóna plenament en subsidència, cremant tota la nit (blau) fins a mitja tarda del dia següent quan es para en arribar a un perímetre ja cremat el 1993. Els dies següents crema fora d'alineació propagant per topografia (taronja) en una zona de difícil accés on només es poden realitzar treballs manuals. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

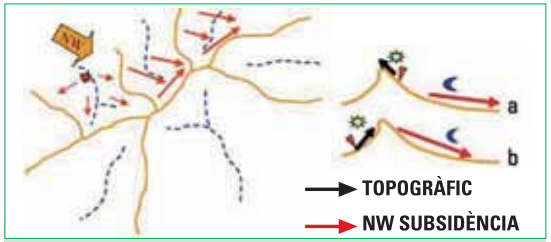


Figura 117. **Esquema de propagació amb subsidència.** Eixamplament de cua (a). Eixamplament de cap (b). Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 118. **Incendi forestal de Xert, 2001.** Incendi de vent amb subsidència. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

INCENDIS DE CONVECCIÓ

Incendis de Convecció	Són incendis associats a episodis sinòptics caracteritzats per les baixes humitats relatives sense recuperació nocturna i les altes temperatures. El vent de forma directa influeix poc en la velocitat de propagació del foc però marca la direcció de caiguda de focus secundaris i per tant la direcció de propagació, *veure figures 119 i 120.*
Factors	El moviment del foc està dominat per dos factors, els focus secundaris, *figura 121*, i l'ambient de foc[(a)]. La disponibilitat del combustible és alta i permet al cap de l'incendi propagar per llançament massiu de focus secundaris. Això genera un front de punts que interactuen entre si i amb el front principal de l'incendi, donant lloc a nous focus de combustió, que produeixen un nou llançament de focus secundaris en la direcció que marca el vent general. Aquest tipus de propagació provoca que el front de l'incendi es desplaci a impulsos o pulsacions. La distància de llançament dels focus secundaris ve determinada per: la capacitat convectiva de la combustió i la intensitat del vent general. L'ambient de foc i el seu comportament són paràmetres estretament relacionats, *veure figura 122*. No tots els incendis són capaços de crear el seu propi "ambient de foc", únicament aquells que tenen més intensitat.
Patró de propagació	L'àmbit de propagació d'aquests incendis està determinat per la macro topografia (conques de primer ordre i serralades principals), vents genèrics de sud o aponentats, i canals d'aire associats a rius de primer ordre o canals de sortida en el cas dels ponents.

Figura 119 i 120. **Incendi forestal de Cardona, 08/07/2005.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 121. **Incendi forestal a Margalef, 2005.** Interacció entre focus secundaris i succió d'aquest amb el front principal de l'incendi. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 122. **Incendi forestal Castellnou de Bages, 18/07/2005.** Alta intensitat i ambient de foc. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Tipus d'Incendis de Convecció

Focs de Convecció Estàndard

Incendis amb comportament de foc extrem amb caps que propaguen fora de la capacitat d'extinció degut a:

- l'alta velocitat de propagació (ratis de propagació lineal de fins 6 km/h).
- l'alta intensitat (longituds de flama superior als 60 metres).
- la superfície afectada (focs que poden consumir 500 ha/h).

La distància de llançament de focus secundaris pot anar de 500 a 2000 m, tot i que s'han registrat salts més llargs. En aquest context de propagació, la topografia no genera canvis en el comportament del foc (com és el cas dels focs topogràfics), ja que el foc és capaç de saltar d'una vall a un altra sense haver de recórrer valls i vessants per seguir propagant. Les condicions meteorològiques generals tenen poc efecte mentre l'ambient de foc estigui instaurat. La columna de fum manté una marcada tendència a dirigir-se en direcció nord i només està influïda per fluxes d'aire de valls principals. *Veure Focs Topogràfics propers a Valls Principals i als Estrets, p.67*.

Focs de Convecció amb Vent

Aquest incendi presenta comportament de foc convectiu, però el vent li afegeix velocitat de propagació. El vent augmenta la distància de llançament de focus secundaris, creant nous punts d'ignició fora de la zona d'influència de la columna convectiva i accelerant la propagació general de l'incendi. La tendència de la columna seguirà la direcció del vent, tot i que el foc anirà cremant grans olles topogràfiques, la caiguda de focus secundaris marcarà la direcció principal d'avanç del foc, *figures 123 i 124*.

Focs de Convecció amb formació de Pirocúmul

En alguns incendis de convecció és possible la formació d'un pirocúmul a la part alta de la columna convectiva. El fenomen es dóna només als casos que trobem aire estable i fred en alçada, actuant com un tap pel desenvolupament vertical de la columna. Aquesta, en arribar a aquesta capa freda i estable, condensa formant la típica forma de bolet, el pirocúmul, *figures 125 i 126*.

El pirocúmul, quan condensa, va guanyant pes paulatinament fins al desplom. Aquest es produeix, bé per l'exhauriment del combustible, per la baixada de temperatura de la columna convectiva, o bé perquè la massa que ha adquirit el pirocúmul sobrepassa la seva sustentació.

El desplom del pirocúmul, núvol fred i condensat, provoca el descens d'aire fred per l'exterior de la columna, generant un llançament massiu de focus secundaris i un eixamplament de l'incendi en totes direccions. Es tracta d'un fenomen perillós ja que durant el desplom es poden produir atrapaments degut a l'eixamplament de l'incendi. Conèixer i identificar l'evolució d'un pirocúmul pot evitar aquestes situacions.

Figura 123. **Incendi forestal de Gualba, 1994.** Incendi de convecció amb vent de ponent. El perímetre mostra la tendència general que va prendre l'incendi, dominat pels vents d'oest. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 124. **Incendi forestal de Castellnou de Bages, 2005.** La inclinació de la columna convectiva indica la direcció del vent. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 125. **Incendi forestal de Cardona, 2005.** Columna convectiva. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

Figura 126. **Incendi forestal de Cardona, 2005.** Pirocúmul en alçada en procés de formació. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

REFERÈNCIES

1. *CASTELLNOU, M; PAGÉS, J; MIRALLES, M i PIQUÉ, M. (2009). Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. Comunicació del 5è Congrés Forestal Nacional (Ávila), SECF.*
2. *AGEE, JAMES K. 1993. Fire ecology of Pacific Northwest forests. Washington, DC: Island Press. 493 p.*
3. *CAMPBELL, D., 1995. The Campbell Prediction System: A Wild Land Fire Prediction System & Language. D. Campbell ed. 129 pp.*

3.b Propostes d'actuació per a cada Incendi tipus

La caracterització d'Incendis tipus d'un territori permet identificar les oportunitats de treball que tindrà el sistema d'extinció davant els Grans Incendis Forestals (GIF) en un massís concret, localitzant els punts claus on calen actuacions de creació o manteniment d'infraestructures per a limitar l'abast dels GIF.

Aquests punts, que poden ser oportunitats per l'extinció, reben el nom de **Punts Estratègics de Gestió (PEG).**

3.b.1 Identificació dels Punts Estratègics de Gestió (PEG)

Identificar les zones on el comportament del foc farà un canvi, sigui a millor o a pitjor pel servei d'extinció, és la base per determinar la prioritat dels tractaments dels combustibles i preparació de les infraestructures de prevenció.

Els PEG prioritaris a identificar i tractar són aquells on el comportament del foc no només supera la capacitat d'extinció sinó que, a més a més, posa al límit la organització dels sistemes d'extinció.

Recolzament en simuladors i eines GIS

En els casos que sigui convenient, l'estudi es recolzarà en l'ús d'eines de sistemes d'informació geogràfica (GIS) i en l'ús de simuladors, particularment els basats en temps mínim de recorregut, que permetin localitzar oportunitats .

Hi ha 3 objectius pels quals es poden utilitzar els simuladors com a eina de suport en aquesta metodologia:

- modelització del comportament del foc en zones de contravent
- modelització del comportament en els llançaments de focus secundaris
- modelització dels canvis en la propagació del foc

3.b.2 Creació dels PEG

A cada Punt Estratègic de Gestió PEG hi van assocides una sèrie d'actuacions, tant de gestió de combustible per reduir el comportament del foc o per garantir zones de treball segures, com d'infraestructures auxiliars com línies de defensa, franges de transitabilitat en pistes forestals, etc.

Les mesures de gestió forestal i prevenció que es proposen serveixen per assolir l'objectiu plantejat al PEG de cara a la gestió i extinció dels GIF.

Objectius dels PEG:

Limitadors d'incendis.

- Limitar l'efecte multiplicador de la propagació de fronts.
- Limitar la intensitat de propagació a salts.
- Evitar focs de capçades en arbrat adult estratificat.
- Reduir continuïtat del matoll per disminuir les longituds de flama.

- Confinament de la ignició.

- Facilitar l'ancoratge de cues i flancs.
- Facilitar l'ancoratge de maniobres amb foc tècnic.
- Gestió de causes.
- Protecció de punts vulnerables.

- Facilitar l'accessibilitat.

- Garantir l'accés i emplaçament de vehicles en zones segures.
- Garantir l'accessibilitat a flancs molt llargs.

Per complir aquests objectius cal conèixer quin tipus de comportament de foc permet mantenir l'estructura forestal del PEG, exemple a la *figura 128*, segons l'incendi tipus sobre el qual planifiquem. Per tant cal categoritzar el comportament del foc, *figura 127*, i relacionar-ho amb l'estructura forestal.

Figura 127. **Exemple de classificació qualitativa de comportament de foc forestal segons Bombers de Catalunya, amb 5 imatges: focs de superfície de baixa, mitja i alta intensitat, foc de capçades passiu-antorxeig i foc de capçades actiu.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

El canvi en l'estructura forestal provocat pel gestor permet augmentar o disminuir la càrrega de combustible, la seva disposició en l'espai i la seva disponibilitat. Per tant, la gestió forestal de la massa permet variar el comportament del foc fins al nivell desitjat (inferior al límit de la capacitat d'extinció) segons l'incendi de disseny establert i l'escenari de disponibilitat de combustible determinat.

Figura 128. **Exemple d'un PEG a les estrivacions Nord-est del massís de Prades.** Localització: Terme municipal de Montblanc, Catalunya. (1) Arranjament i nova obertura de pista per a millorar l'accessibilitat al massís; (2 i 4) Creació d'àrees de baixa càrrega de combustible a nusos de barranc per evitar l'obertura i bifurcació del foc segons incendi de disseny cap a les valls properes; (3) Creació d'una faixa auxiliar de pista per a confinar possibles ignicions i com a zona d'ancoratge per a possibles actuacions dels equips d'extinció d'incendis. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3.b.3 Propostes d'actuació per a cada tipus de propagació

Els Incendis tipus estan basats en les grans famílies de Patrons de Propagació (vent, topogràfics i de convecció). Per a cada tipus de propagació hi ha unes recomanacions comunes, i d'altres d'específiques per alguns Incendis tipus, com per exemple, els incendis de subsidència o Topogràfics Litorals.

A continuació es descriuen les directrius generals més habituals i necessàries per una òptima planificació forestal, prevenció i extinció d'incendis forestals.

INCENDIS TOPOGRÀFICS	
Estratègia per limitar la propagació	1. Atac directe[j] o paral·lel[k] a la cua i als flancs per evitar que arribin a tenir alineacions desfavorables (fons de barranc o nusos de barranc). La cua i els flancs sovint estan dins la capacitat d'extinció.
	2. Atac indirecte[l] al cap per limitar la capacitat de propagació per focus secundaris, si aquests poden arribar a tenir alineacions desfavorables.
	3. Esperar tenir alineacions favorables per atacar el cap, cua o flancs. Quan el foc està situat dins d'un barranc i afecta a les dues vessants, es generen dos caps i quatre flancs amb un denominador comú que és el fons del barranc. Aquest és el lloc per on les cues i els flancs progressen donant lloc a noves carreres de cap. En aquests casos s'estableix un nou factor estratègic.
	4. Limitar la propagació de fons de barranc amb atac directe o paral·lel als flancs d'aigües amunt. Quan la propagació de fons de barranc se situa a prop de la confluència de diferents barrancs secundaris (denominat nus de barrancs), donarà oportunitat a l'incendi a replicar el mateix patró en més d'un barranc al mateix instant, incrementant el potencial de forma notòria.
Accessibilitat	Camins de maniobra: - De fons de barranc (mínim secundari[m]), que transiti preferentment pel fons de la vall amb zones segures cada 1000 metres i zones segures obligatòries en els nusos de barranc. - D'accés a fons de barranc (mínim secundari), que transiti preferentment per vessants nord i est amb zones segures cada 700 metres.
	Camins de trànsit: - Mínim secundaris, amb zones segures cada 1000 metres que permetin el trànsit de recursos. Traçats més o menys paral·lels a la carena evitant les vessants més exposades.
Actuacions	Trencament dels multiplicadors de la propagació o punts de canvi[n]: gestionar parcel·les en nusos de barrancs per tal d'evitar que l'incendi pugui cremar noves vessants i noves conques. L'actuació ha de garantir que el foc sigui de superfície podent ser atacat amb instal·lacions d'aigua o confinat amb eines manuals. La parcel·la ha de permetre l'emplaçament segur de mitjans terrestres.
	Limitar la intensitat del propi foc: reduir la distància de llançament de focus secundaris des de les parts altes de les carenes mitjançant la reducció del combustible sec més gruixut (10 i 100 HR).
	Confinar la ignició: -facilitar l'ancoratge dels flancs: gestionar parcel·les situades entre el fons del barranc i la carena, a ser possible en diagonal positiva, per a facilitar l'extinció del flanc que es genera entre els dos punts esmentats. Ha d'anar complementada amb una parcel·la de nus de barranc per garantir la seva efectivitat. - facilitar l'accessibilitat: Crear camins per possibilitar el moviment de mitjans terrestres d'extinció entre conques hidrogràfiques (mínim secundari), amb zones segures cada 700 metres. Evitar preferentment vessants sud i oest per evitar que el camí es trobi situat en una zona on el foc pugui propagar amb plena alineació. En traçats paral·lels a la carena, *veure figura 132* , mantenir una distància entre la pista i la carena per a minimitzar els efectes de la radiació i convecció del foc que cremi en la conca adjacent.

INCENDIS DE VENT	
Estratègia per limitar la propagació	1. Atac directe des de la cua cap al cap, la cua i els flancs sovint estan dins la capacitat d'extinció aguantats pel propi vent general.
	2. Frenar o confinar el cap quan crema a favor de vent i atacar-lo quan perd alineació.
	3. L'atac paral·lel (crema d'eixamplament) és útil en comportaments de flanc i cua, doncs el propi vent n'afavoreix l'execució. Molt important cremar de cap en direcció la cua o, en tot cas, en contra de la direcció del vent a la zona, *veure figura 131* .
	4. L'ús de foc en atac indirecte (contrafoc) és complicat perquè el vent, factor principal, condiciona la finestra d'actuació (lloc i moment) i limita la intensitat del contrafoc que pugui verticalitzar la columna. També és complicada la maniobra de redireccionament del cap ja que la interacció dels fronts queda limitada pel vent.
Accessibilitat	Camins de maniobra: De final de carena (mínim secundari), que transiti per la part del límit del contravent. - D'accés a les vessants, paral·lel a la carena principal i convergent cap al final de carena, per poder accedir als flancs des de la part baixa o, des del cap de l'incendi (final de carena) poder marxar cap a la cua perdent alçada i posant distància amb el flanc, amb zones segures cada 700m.
Actuacions	Sentit de la progressió i accés: - l'atac directe de la cua cap al cap, maniobra de "flanqueig"; - l'atac paral·lel del cap a la cua, en contra de la direcció del vent.
	Trencament dels multiplicadors de la propagació o punts de canvi: mantenir les oportunitats de treball en les zones sotaventades, contravents, finals de carenes o abans de nusos de carenes alineades.
	Limitar la intensitat del propi foc: reduint la distància de llançament de focus secundaris des de les parts altes de les carenes mitjançant la reducció del combustible sec més gruixut (10 i 100 HR), *veure figura 129* .
	Confinar la ignició: facilitar l'ancoratge dels flancs mantenint línies d'ancoratge en diagonal positiva respecte a la direcció del vent en la vessant.

Figura 129. **Crema prescrita al coll de Valleta 17/03/2005 per crear zones de baixa càrrega a les parts altes de les vessants, susceptibles d'enviar o rebre focus secundaris.** Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

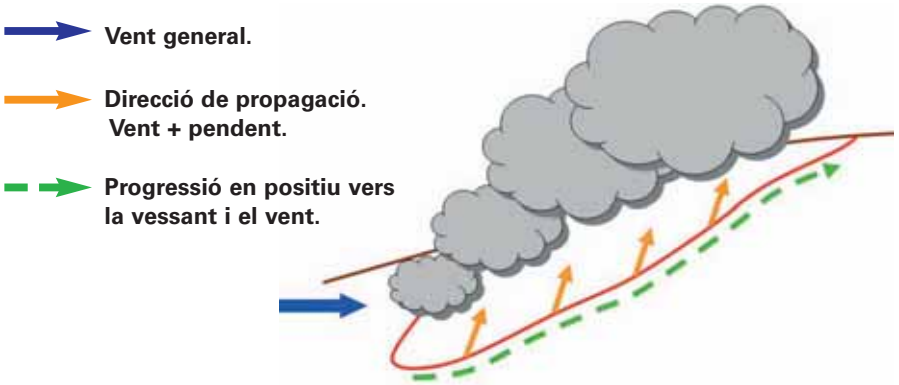


Figura 130. **Progressió en positiu vers la vessant i el vent.** El fum i les flames no cauen sobre l'avanç de la línia d'ancoratge. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

INCENDIS DE CONVECCIÓ	
Estratègia per limitar la propagació	1. Atac directe o paral·lel a la cua i als flancs per limitar la seva obertura i evitar noves carreres en direcció al cap de l'incendi, evitant que s'incrementi la longitud del front del cap.
	2. Trencar la dinàmica de propagació del cap per llançament massiu de focus secundaris amb atac indirecte, o esperar o generar (amb atac paral·lel) discontinuïtats amb amplada superior a la distància de caiguda de focus secundaris.
	3. Atac al cap per la seva estabilització allà on el cap perd alineació o es transforma en flanc degut a l'efecte de l'atac indirecte.
	4. Esperar canvi de la situació Meteorològica.
Accessibilitat	Camins de maniobra: - De sotavent de propagació de front (mínim secundari), per tal de realitzar maniobra d'atac indirecte, que transiti perpendicularment a l'eix principal de propagació i ubicat al sotavent de la carena a una distància suficient per fer efectiu el contrafoc (generalment vessants nord i est). S'ha de dotar de franja auxiliar de 10 metres a banda i banda i zones segures cada 500 metres.- De confinament de flanc (mínim secundari), per tal de realitzar maniobres d'atac directe o paral·lel a la perifèria de les conques hidrogràfiques principals. Preferentment traçats paral·lels a la carena i a certa distància, amb zones segures cada 700 metres.
	Camins de trànsit: Per a possibilitar el moviment de mitjans terrestres d'extinció en direcció sud-nord i oest-est (mínim secundari), amb zones segures cada 1000 metres. Evitar preferentment vessants sud i oest per evitar plena alineació de forces[m], i en traçats paral·lels a la carena mantenir una distància de la mateixa per minimitzar els efectes de la radiació i convecció del foc que cremi la conca adjacent.
Actuacions	Trencament dels multiplicadors de la propagació o punts de canvi: gestionar parcel·les en nusos de barrancs per tal d'evitar que l'incendi pugui cremar noves vessants i noves conques. L'actuació ha de garantir que el foc sigui de superfície podent ser atacat amb instal·lacions d'aigua o confinat amb eines manuals. La parcel·la ha de permetre l'emplaçament segur de mitjans terrestres. Prioritzar les actuacions en nusos de major ordre, així com les parcel·les situades al fons de barrancs perpendiculars a l'eix de propagació principal, per tal de contenir focus secundaris i fronts descendents.
	Limitar la intensitat del propi foc: reduir la distància de llançament de focus secundaris des de les parts altes de les carenes mitjançant la reducció del combustible sec més gruixut (10 i 100 HR). Prioritzar les vessants que es troben plenament alineades amb els vents que dominen aquest tipus de foc. En el cas de Catalunya es tracta de les orientacions sud i oest.
	Confinar la ignició: facilitar l'ancoratge dels flancs: gestionar parcel·les situades entre el fons del barranc i la carena, a ser possible en diagonal positiva, per a facilitar l'extinció del flanc que es genera entre els dos punts esmentats. Ha d'anar complementada amb una parcel·la de nus de barranc per garantir la seva efectivitat. *Veure figura 130*.

Figura 131. **IF Alcover 5/08/2003. Utilització de pista (vermell) com a línia d'ancoratge per realitzar un atac paral·lel (groc) per confinar i definir el flanc.** En blau zones segures. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

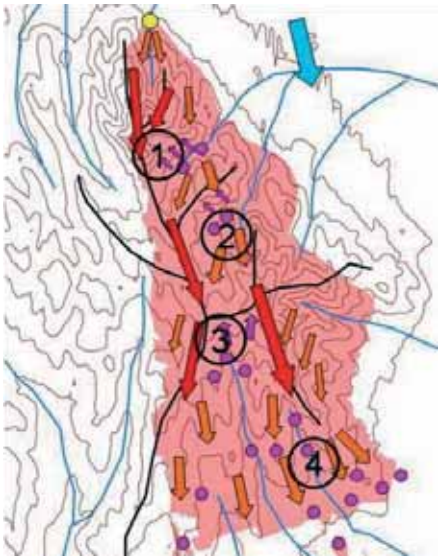
Figura 132. **Massís de Prades.** Pista auxiliar paral·lela a la carena i franja de baixa càrrega carenera. Font: Bombers de la Generalitat de Catalunya.

3.b.4 Validació d'oportunitats predefinides

A continuació es comenten els aspectes operatius més destacats, els comportaments observats i les principals oportunitats d'extinció detectades, tant les utilitzades eficaçment com les fallides, com a procés necessari per a validar oportunitats per aquets tipus d'incendis.
S'utilitza la següent llegenda per identificar cada un d'aquests elements:

VALIDACIÓ D'OPORTUNITATS PREDEFINIDES EN INCENDIS CONDUITS PER VENT EN ZONES PLANES

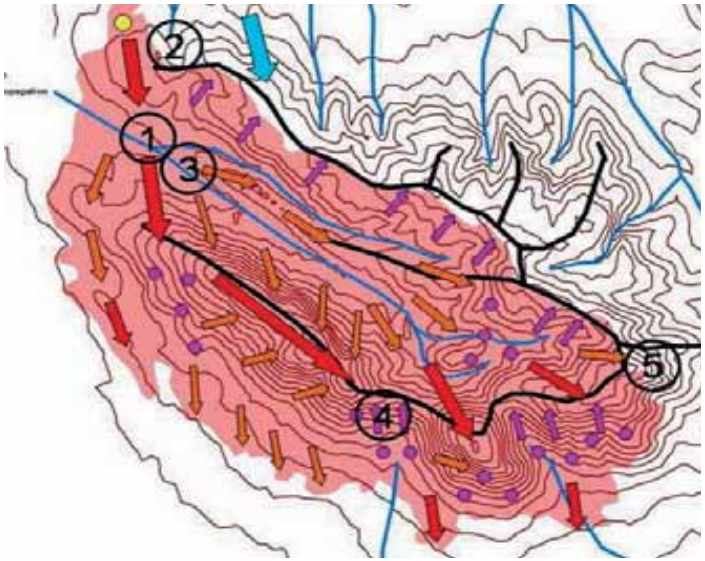
Incendi forestal de Ventalló de 1011 ha del 04/08/2006



Estratègia inicial: **TANCAR ELS FLANCS** per evitar la seva obertura.
Oportunitat 1: CONTRAVENT: el cap de l'incendi arriba a un estretament de la carena principal amb una vessant amb un contravent local. Aquesta oportunitat permet estretir el front, però els focus secundaris salten per sobre el contravent i agafen l'altra vessant, amb el vent general a favor.
Oportunitat 2: CONTRAVENT igual que la 1 però amb un contravent menys marcat, l'amplada de la vall permet treballar el flanc descendent però la manca d'accés i visibilitat n'impedeix l'actuació.
Oportunitat 3: CANVI DE DIRECCIÓ DE LA CARENA: Hi ha un nus de carenes, fet que obre el front que arriba per la única carena menys alineada. A partir d'aquí el foc inicia un descens de la velocitat però els focus secundaris i l'obertura en diverses carenes eixamplen el front.
Oportunitat 4: FI DE CARENA: la discontinuïtat de combustible existent amb el mosaic agrícola-forestal permet treballar els diversos focus secundaris i limitar-ne la seva propagació.

VALIDACIÓ D'OPORTUNITATS PREDEFINIDES EN INCENDIS CONDUITS PER VENT EN ZONES AMB RELLEU

Incendi forestal de Montgrí de 671 ha del 26/09/2004



Estratègia inicial: **TANCAR ELS FLANCS** per evitar la seva obertura i **CONFINAR** l'incendi a les dues carenes.

Oportunitat 1: TANCAR CAP ABANS ENTRADA A LA SEGONA CARENA: existeix una oportunitat, molt reduïda per la continuïtat de combustible, d'intentar aturar el cap abans no entri dins la dinàmica de vents del massís, els flancs es tanquen però el cap s'escapa i afecta la vessant ascendent i amb vent a favor, i ràpidament també l´altre flanc.

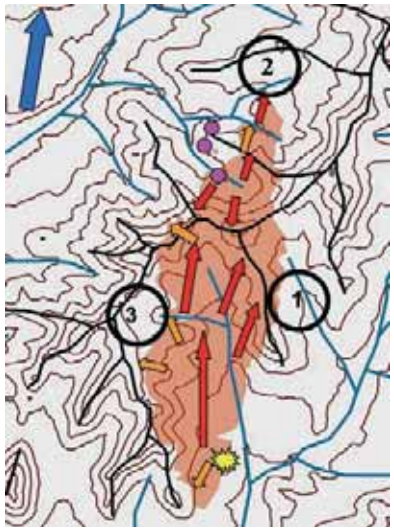
Oportunitat 2: TANCAR EL FLANC ABANS L´ENTRADA A L´ALTRA VESSANT: es treballa perquè el flanc esquerre no es recol·loqui i faci noves carreres alineades a la carena secundaria.

Oportunitat 3: CONTRAVENT: El flanc esquerre s'obre per la influència de la vall en diagonal, on s'acanala part del vent i es generen petits contravents que empenyen el flanc cap a l'interior.

Oportunitat 4: CONTRAVENT: coll entre dos carenes alineades, la desacceleració i el contravent permeten que la velocitat de les línies sigui equiparable al foc, però l'orografia, la continuïtat del combustible i el fum en limiten l'actuació.

Oportunitat 5: NUS DE CARENES: bifurcació de la carena secundària, el foc hi arriba mitjançant el contravent de la carena principal, es limita la seva propagació en el moment de menys velocitat de propagació.

VALIDACIÓ D'OPORTUNITATS PREDEFINIDES EN INCENDIS TOPOGRÀFICS



Incendi forestal de Sallent de 134 ha del 12/07/2007

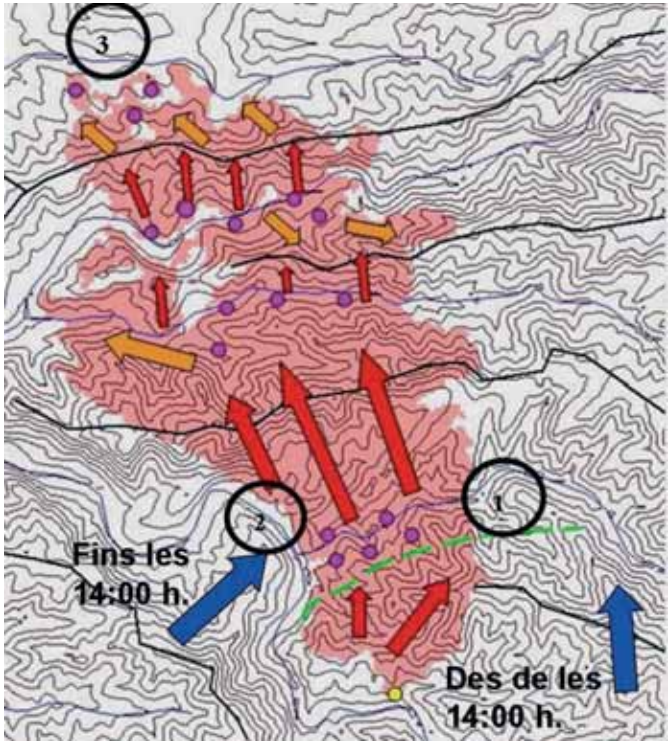
Estratègia inicial: **TANCAR FLANCS** sobretot el **DRET** abans que arribi al torrent situat a l'est.

Oportunitat 1: CAMPS LLAURATS. Torrent situat a l'est amb fons de vall amb camps llaurats. S'aprofita l'oportunitat tancant 2/3 del flanc dret en aquests camps evitant l'obertura a vessants en plena alineació.

Oportunitat 2: PÈRDUA D'ALINEACIÓ I CAMPS LLAURATS per l'estabilització del cap. Llançament de focus secundaris cap al nord a les carreres produïdes a la part alta de la primera conca. L'augment de la proporció de camps permet estretir el cap entre camps llaurats i alguna crema d'eixamplament ancorada en camí forestal.

Oportunitat 3: CAMPS LLAURATS I PÈRDUA D'ALINEACIÓ per tancar el flanc esquerre. Les instal·lacions d'aigua progressen ràpidament amb el recolzament de mitjans aeris a les zones amb poca alineació i l'ancoratge als camps llaurats.

VALIDACIÓ D'OPORTUNITATS PREDEFINIDES EN INCENDIS DE CONVECCIÓ SENSE VENT



Incendi forestal de Rocafort de 869 ha del 19/07/2005

Estratègia inicial: **ANCORAR CUA I TANCAR FLANC ESQUERRE** per evitar la seva obertura.

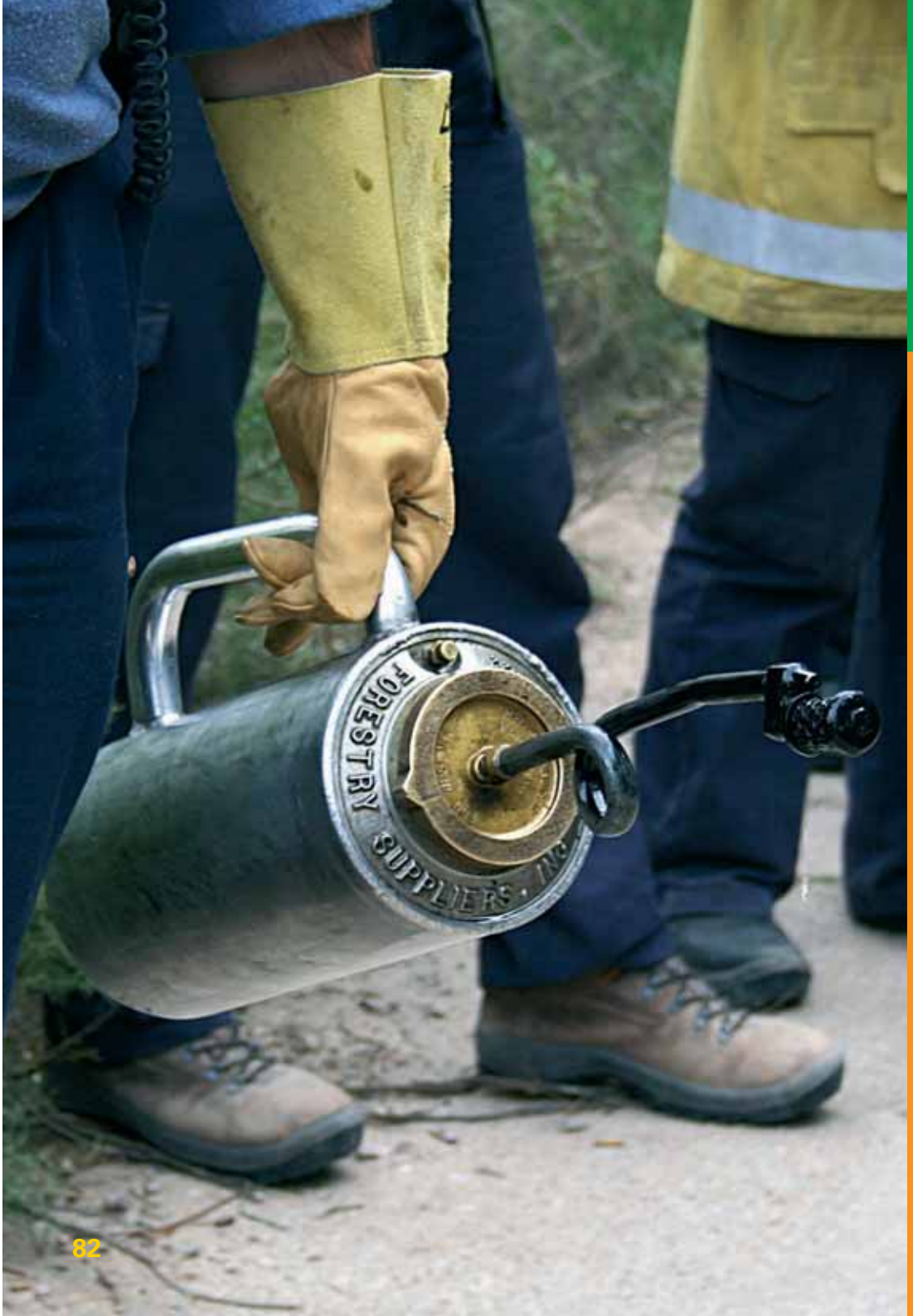
Oportunitat 1: FLANC ESQUERRE SURT D'ALINEACIÓ i comença el descens cap al barranc situat al nord. El gir del vent general, encara que de baixa intensitat canvia el comportament del foc amb creació de focus secundaris que travessen el barranc, iniciant carreres en plena alineació.

Oportunitat 2: EL NOU FLANC ESQUERRE PERD ALINEACIÓ i es pot ancorar en les discontinuïtats del fons del barranc principal, evitant que es pugui obrir a la següent vessant. S'aprofiten petits camps i una pedrera des de la cua fins a la part més al nord.

Oportunitat 3: DISCONTINUÏTAT DE CAMPS que permeten confinar els focus secundaris amb cremes d'eixamplament, estabilitzant el cap. Fins a aquesta vall el foc havia estat capaç de superar amb focus secundaris tots els fons de barranc, sense donar opció a cremes d'eixamplament i contrafocs. A la carena anterior es realitza un contrafoc que permet alentir la propagació durant 1 hora i limita la capacitat de salt del foc.

REFERÈNCIES

1. *FINNEY, MA.; SAPSIS, DAVID B.; BAHRO, B. (2002). Use of FARSITE for simulating fire suppression and analyzing fuel treatment economics. In: Sugihara, Neil G.; Morales, Maria E.; Morales, Tony J., eds. Proceedings of the symposium: fire in California ecosystems: integrating ecology, prevention and management; 1997 November 17-20; San Diego, CA. Misc. Pub. 1. Berkeley, CA: Association for Fire Ecology: 121-136.*


FORESTRY SUPPLIERS · INC

Glossari per termes

a Ambient de foc
b Temps de retard
c Cremes prescrites
d Extinció passiva
e Extinció activa
f Procés de preescalfament
g Propagació per fons de barranc
h Contravent
i Punt de Canvi
j Atac directe
k Atac paral·lel
l Atac indirecte
m Classificació de camins i pistes forestals
n Alineació de forces

Glossari per termes

a) Ambient de foc

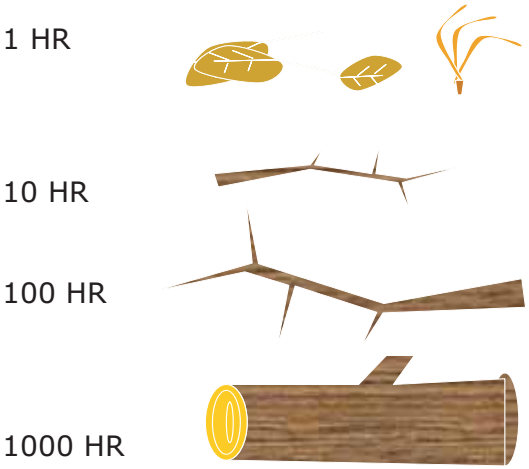
condicions meteorològiques pròpies del front de foc que determinaran el procés de combustió com un sistema tancat quasi independent de les condicions meteorològiques generals. L'Atmosfera que es crea al voltant de l'incendi i és directament afectada per aquest. És a dir, quan un incendi forestal ha crescut prou en extensió i intensitat, crea el seu propi "ambient de foc" on els components meteorològics es modifiquen (augment de la temperatura, disminució de la humitat relativa i, sobretot, la formació de vents convectius de més o menys força provocats per la succió del mateix incendi). L'ambient de foc i el seu comportament són paràmetres estretament relacionats. No tots els incendis, però, són capaços de crear el seu propi "ambient de foc", únicament aquells que tenen més intensitat.

b) Temps de retard

temps que triga el combustible mort en equilibrar el seu contingut d'humitat amb la humitat relativa ambiental. Aquest paràmetre es mesura en hores i, principalment, depèn de la forma i la grandària del combustible. Els combustibles poden ser d'1HR (hora de retard) (<6 mm de diàmetre), 10HR (6 mm-2,5 cm), 100HR (2,5 cm-7,5 cm), 1000HR (>7,5 cm)

Exemples:

- *1HR: herbes, pinassa i fulles*
- *10 HR: branques petites (6 mm – 2,5 cm)*
- *100 HR: branques més grosses (2,5 – 7,5 cm)*
- *1000 HR: soques i troncs d'arbres (7,5 –20 cm)*



c) Cremes prescrites

Ús del foc en unes condicions fixades de meteorologia, estat del combustible, de conducció de crema i de comportament del foc per tal d'assolir uns resultats de gestió de l'ecosistema definits prèviament.

d) Extinció passiva

Busca el tractament de punts concrets del paisatge, ja sigui amb foc tècnic, silvicultura, o altres mètodes, amb l'objectiu de preparar l'extinció dels incendis en base a les capacitats del sistema d'extinció.

e) Extinció activa

Són les maniobres que es duen a terme en el mateix instant de l'incendi, amb l'objectiu d'extingir-lo o canviar-li el comportament. Aquestes inclouen l'atac directe, atac paral·lel i atac indirecte.

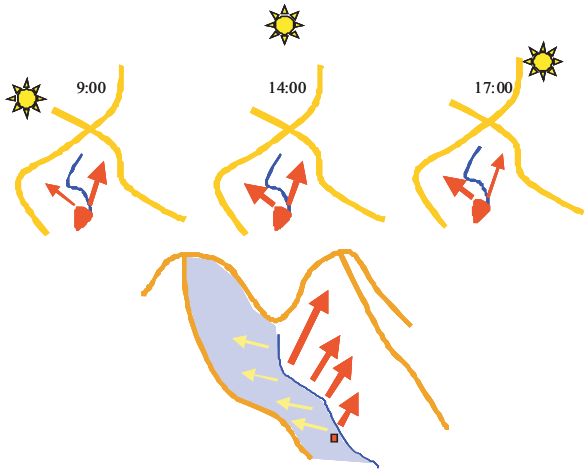
f) Procés de preescalfament

Fase del procés de combustió. L'augment de temperatura, propera al punt d'ebullició de l'aigua, provoca el dessecament de la fusta. Aquesta comença a despendre gasos poc inflamables, entre ells vapor d'aigua. Amb el continu augment de temperatura el procés de dessecació avança cap a l'interior de la fusta.

g) Propagació per fons de barranc

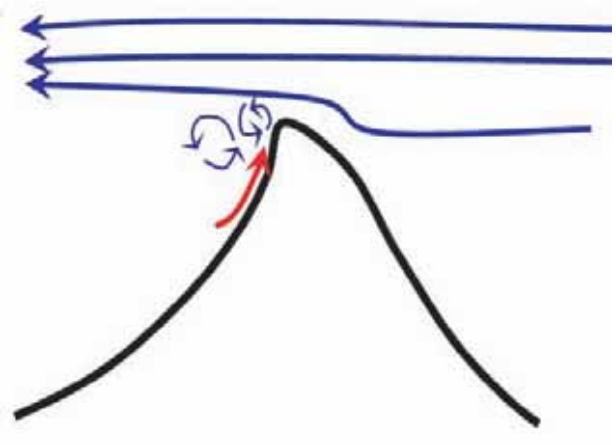
Es tracta de focs que propaguen topogràficament seguint les vessants més calentes.
La variable més important en la propagació és l'hora del dia que determina l'escalfament de les vessants i per tant on el foc pot agafar més intensitat.

La dinàmica de vents locals i marinada/terral afectarà a el comportament podent convertir una cua en cap.



h) Contravent

Es tracta d'una corrent de vent en la mateixa direcció i en sentit contrari que el vent general, originat a partir de les turbulències que es donen a la vessant de sotavent, per la fricció d'aquest amb les serres abruptes perpendiculars a ell.



i) Punt de canvi

És un punt en el territori on l'incendi canviarà el seu comportament o potencial d'afectació. A partir d'aquest punt l'incendi pot anar a millor de cara a la seva extinció o pot anar a pitjor.

j) Atac directe

Estratègia emmarcada dins la extinció activa. Es tracta d'actuar directament sobre les flames i el seu combustible immediat amb aigua, eines manuals, maquinària pesada o bé retardants.

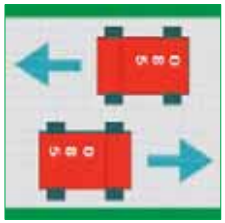
k) Atac paral·lel

Estratègia emmarcada dins la extinció activa. Es tracta d'un atac a l'incendi a distància. S'avança paral·lelament a ell, recolzant les actuacions en una línia de defensa, eliminant el combustible entre la línia.

l) Atac indirecte

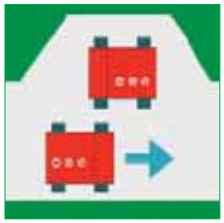
Estratègia emmarcada dins la extinció activa. Es tracta de crear un altre front de foc amb una intensitat igual o superior i amb capacitat de succió sobre aquest. Es crea a partir d'un punt crític i frontalment a ell amb l'objectiu d'aturar-ne l'avanç o disminuir la seva propagació.

m) Classificació de camins i pistes forestals



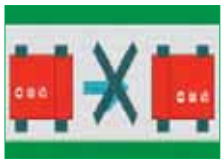
PRIMARI

Camí o pista per la qual dos camions BRP (Bomba Rural Pesant, dimensions: 2,45 metres d'amplada, 3,05 metres d'alçada, 6,7 metres de longitud) poden creuar-se en tot o quasi tot el recorregut.



SECUNDARI

Camí o pista per la qual dos camions BRP poden creuar-se en punts concrets. La distància entre punts d'encreuament no ha de ser superior a 200 metres.

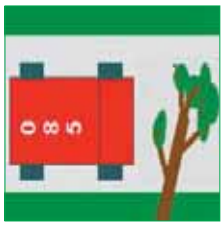


TERCIARI

Camí o pista que només admet la circulació en un sol sentit d'un camió BRP.

NO ACCESSIBLE

Camí o pista per la qual no hi passen els vehicles.



TALLAT

Camí o pista per la qual no hi passen camions en l'estat en que es troba però és fàcil arreglar el camí per permetre-hi el pas.

n) Alineació de forces

Entenem per alineació de forces el grau de coincidència dels tres factors bàsics de propagació del foc forestal, (pendent, orientació i vent), donant-nos una idea del comportament actual i futur, favorable o desfavorable del front de foc. S'usa l'expressió de plena, mitja o nul·la alineació.

En les darreres dècades, diverses àrees del continent europeu, particularment als països mediterranis, han estat marcades per canvis dràstics en l'ús del sòl. L'abandonament del món rural i la reducció d'activitats com la pascicultura han afavorit l'increment de les àrees forestals. Aquests canvis en el paisatge han facilitat la propagació més agressiva dels grans incendis forestals (GIF) a nivell europeu. En els últims anys, els episodis d'incendis forestals de comportament extrem han afectat diverses regions d'Europa: Portugal (2003 i 2005), sud-est de França (2003), Espanya (2006 i 2009) i Grècia (2000, 2007 i 2009).

En aquest context, l'objectiu principal de la guia que teniu entre les mans és la introducció de mètodes de treball en prevenció d'incendis com una eina per la pre-extinció. Aquesta guia inclou la integració i l'ús del foc en la planificació forestal per prevenir els incendis forestals. Aquest document pretén ser una eina de suport per a les polítiques forestals.

Aquest producte ha estat estructurat en dues parts. A la primera part, es presenten l'estat actual i l'evolució durant els últims cinquanta anys dels boscos europeus. Es presenten les causes de la proliferació dels grans incendis forestals, sobretot les relacionades amb els canvis del paisatge i amb les polítiques forestals basades en l'augment de la capacitat d'extinció. A més a més, s'introdueixen i es descriuen conceptes com Incendi Tipus i Patrons de Propagació, necessaris per planificar treballs forestals en punts estratègics de gestió.

La segona part del document està formada per tres annexes: (1) l'ús del foc com a eina de gestió, (2) estratègies de prevenció en funció de la generació d'incendi i (3) propostes d'actuació per a cada tipus de propagació.