



# INCENDIS FORESTALS: NOCIONS BÀSIQUES



Govern d'Andorra

Elaborat per:  
Pere Pons Puy  
Bomber  
Departament de Prevenció i Extinció d'Incendis i Salvaments  
Febrer del 2020



Govern d'Andorra

## **ÍNDEX**

### **1. CONCEPTES GENERALS SOBRE EL FOC FORESTAL**

- 1.1. La reacció del foc
- 1.2. El triangle del foc
- 1.3. Fases de la combustió
- 1.4. Transferència de l'energia
- 1.5. El fenomen del foc forestal
- 1.6. Parts de l'incendi
- 1.7. Classificació dels incendis forestals
  - 1.7.1. Segons la seva morfologia del foc en la seva fase inicial
  - 1.7.2. Segons el combustible al que afecta
  - 1.7.3. Segons el patró de propagació de l'incendi
- 1.8. Extinció d'incendis
  - 1.8.1. Eliminació dels combustibles
  - 1.8.2. Eliminació de l'aire
  - 1.8.3. Eliminació de la calor

### **2. BASES DEL COMPORTAMENT DEL FOC**

- 2.1. Triangle del comportament del foc
  - 2.1.1. El combustible
  - 2.1.2. La topografia
  - 2.1.3. La meteorologia
- 2.2. Referències bàsiques del comportament del foc
  - 2.2.1. Velocitat de propagació
  - 2.2.2. Longitud de flama i intensitat lineal de flama

### **3. TÈCNIQUES D'EXTINCIÓ**

- 3.1. Mètodes d'extinció

### **4. ACTUACIÓ AMB EINES MANUALS**

- 4.1. Eines manuals
  - 4.1.1. Batefocs
  - 4.1.2. Motxilla extintora
  - 4.1.3. Pulaski (Destral-aixada)
  - 4.1.4. Mcleod
- 4.2. Execució de línies de defensa

### **5. ACTUACIÓ AMB AIGUA**

- 5.1. Condicionants

- 5.2. Aproximació a l'incendi
  - 5.3. Instal·lació d'atac o prolongació
  - 5.4. Sistema de relleu de motxilles
  - 5.5. Liquidació i recollida
  - 6. LLENGUATGE DEL SISTEMA DE PREDICCIÓ DE CAMPELL
    - 6.1. Proposta de protocol
    - 6.2. Llenguatge de comunicació
      - 6.2.1. Construccions bàsiques
      - 6.2.2. Articulació del llenguatge
  - 7. SEGURETAT PERSONAL
    - 7.1. LACES: Protocol de seguretat en les maniobres d'extinció d'incendis forestals
    - 7.2. Les 13 situacions de perill
    - 7.3. Les 10 normes de seguretat
    - 7.4. Equips de protecció individual
- REFERÈNCIES

## 1. CONCEPTES GENERALS SOBRE EL FOC FORESTAL

### 1.1. La reacció del foc

De forma senzilla pot definir-se el foc com una reacció química d'oxidació ràpida, en el nostre cas sobre material vegetal (en endavant combustible), que consumeix oxigen i genera diòxid de carboni, vapor d'aigua en forma de fum i cendres, alliberant energia en forma de llum i calor.



### 1.2. El triangle del foc

Per poder iniciar la reacció química de la combustió és necessari aplicar prou quantitat de calor a un material combustible en presència d'oxigen. Quan la temperatura del material està per sobre d'un determinat valor (entre els 300 i 400°C pel combustible vegetal) el material entrarà en combustió. Aquest procés s'anomena reacció de combustió i es defineix químicament com una oxidació ràpida que incorpora tres elements bàsics: combustible, oxigen i calor. Aquests tres elements formen els costats del famós triangle del foc (veure Figura 1).

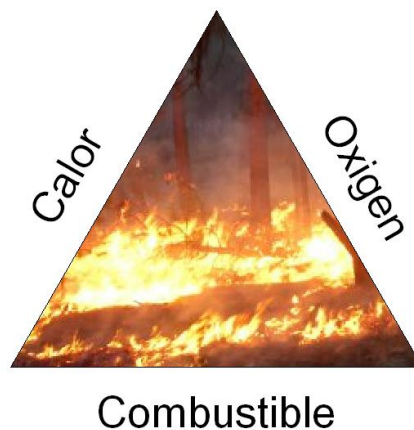


Figura 1.- Triangle del foc

Els tres elements han d'estar presents i combinats correctament abans que la combustió sigui possible. Hi ha d'haver combustible per cremar, aire per dotar d'oxigen la flama i per últim calor per donar continuïtat al procés de combustió. si falta algun dels costats del triangle no es produirà el foc.

### 1.3. Fases de la combustió

És necessari conèixer aquestes fases per poder entendre l'incendi forestal. Per descriure els diferents fenòmens físics i químics que es produeixen en un incendi forestal, podem analitzar la ignició, la combustió i l'eventual extinció i refredament d'un combustible vegetal.

### **Fase 1: Escalfament previ**

Els combustibles forestals han d'evaporar tot el seu contingut d'aigua o humitat abans de començar a cremar. Això succeeix a mesura que la flama es va atacant al combustible i el resultat visible és la generació i desprendiment de vapor d'aigua en forma de fum blanc. Quant més espès sigui el fum més contingut d'humitat tindrà el combustible.

Encara que l'escalfament previ és degut al front de flames també intervé en aquest procés la radiació solar.

### **Fase 2: Piròlisi**

La temperatura continua augmentant i comencen a volatilitzar-se les resines i olis de la fusta fins a assolir els 300-400 °C, produint-se una alteració del color de la fusta. Aquest signe és la clara evidència que ha començat el procés de piròlisi (ruptura per foc). És la descomposició química que pateix la fusta a causa de l'acció de la calor (degradació tèrmica de la fusta). Es desprenen gasos inflamables i es produeix un residu negre conegut com carbó vegetal. La reacció de piròlisi aprofundeix en la fusta a mesura que la calor continua afectant-la.

### **Fase 3: Punt d'ignició-autoinflamació**

És la piròlisi activa. La fusta produeix prou gasos combustibles com per alimentar una combustió gasosa. Tot i així, perquè comenci a cremar, cal una flama que la provoqui. Si no existeix aquest agent provocador necessitem una font de calor que faci que la superfície de la fusta arribi a temperatures molt més altes que provoquin autoignició o ignició espontània. Aquest fenomen pot observar-se en molts incendis en els que el front de flames encén per radiació combustibles curta distància, saltant discontinuïtats com camins, rius o línies tallafoc.

### **Fase 4: Combustió gasosa**

En aquest fase es produeixen les flames. Un cop iniciada la ignició, les flames cobreixen ràpidament tota la zona pirolitzada, augmentant la velocitat de degradació al mateix temps que la temperatura (els focs forestals es mouen entre els 600 i 1000 °C, encara que en algunes ocasions se superen aquests llindars).

La flama evita el contacte entre el combustible sòlid i l'oxigen de l'aire. La propagació a través de tota la superfície del combustible vegetal es produeix perquè les diferents fraccions del combustible capten i retornen gran part de l'energia emesa per radiació de la flama original.

### **Fase 5: Combustió sòlida**

S'acaben les flames i comencen les brases. El gruix de la capa carbonitzada augmenta amb la combustió. Aquesta capa és un bon aïllant de la calor, limita el cabal de calor que penetra cap a l'interior de la fusta, i limita la piròlisi, que va disminuint a l'esgotar-se el volum de fusta sense pirolitzar. En disminuir la intensitat de pirolització no pot mantenir-se la combustió de la fase gasosa, l'aire entra en

contacte directe amb la capa carbonitzada i facilita la combustió incandescent si les pèrdues de calor radiant no són massa elevades.

## **Fase 6: Refredament**

És la pèrdua de calor que succeeix la reacció de combustió.

Les tres primeres fases són prèvies al pas del front de flames, la quarta és el front de flames pròpiament dit, i les dues últimes són posteriors al front de flames visible.

### **1.4. Transferència de l'energia**

L'aportació d'una quantitat de calor suficient és un condicionant indispensable per la reacció de combustió. La calor cal que es desplaci d'uns combustibles a uns altres per tal que l'incendi progressi. S'anomena transferència de calor al moviment o flux de calor. Existeixen diverses formes de transferència de la calor:

**a) Radiació:** Transferència d'energia calòrica a través de l'espai sense contacte entre elements. És aquella calor que transmeten tots els cossos sense ser necessari el contacte físic.

A partir del front de flames es transmet calor en totes direccions, escalfant i per tant dessecant el combustible pròxim. Cal tenir en compte que la radiació és molt sensible a la distància (la potència disminueix de manera inversament proporcional al quadrat de la distància al front de flames) i que el seu efecte depèn de la longitud de flama.

**b) Convecció:** És el moviment produït per una massa d'aire de temperatura superior a l'aire circumdant. Els gasos calents que componen aquests fums poden assecar i encendre altres combustibles. Quan un incendi presenta una convecció important les mesures de seguretat s'hauran d'extremar i en moltes ocasions la recomanació serà no fer res per controlar-lo esperant una millor oportunitat. La convecció es reconeixerà pels següents indicadors:

- Columna desenvolupada
- Remolins de foc
- Columna amb tonalitats fosques
- Presència de focus secundaris

**c) Conducció:** És la transferència de calor per contacte directe entre els objectes. En el cas dels combustibles forestals no és massa important ja que són pèssims conductors tèrmics.

Ens protegirem fàcilment de la calor per conducció si evitem entrar en contacte directe amb objectes calents utilitzant el equip de protecció individual (EPI).

### **1.5. El fenomen del foc forestal**

Fins ara hem vist la reacció química, els factors de la reacció que componen el triangle, les fases necessàries pel procés, i com es transmet la calor que possibilita l'inici de la reacció. Ara cal entendre la reacció com un sistema global, i com aquest aconsegueix tenir una propagació que li permet créixer i passar de ser una petita

flama a ser un incendi forestal dinàmic. L'explicació d'aquest procés és la interacció de la reacció del foc i els combustibles que l'envolten.

Les propietats dels combustibles que permeten aquest procés són:

**a) Ignitabilitat:** capacitat del combustible per poder entrar en ignició. Depèn dels combustibles i d'una font de calor suficient com per portar els combustibles a través de les fases d'escalfament, piròlisi i ignició.

**b) Sostenibilitat:** facilitat del combustible per poder continuar cremant una vegada iniciada la ignició. És necessària la presència de suficient material disponible com perquè la reacció es mantingui i generi suficient calor.

**c) Combustibilitat:** velocitat a la que es pot cremar un combustible. S'ha de produir la combustió perquè es generi suficient calor i augmenti la intensitat i capacitat de reacció. A major combustibilitat més ràpida serà la propagació als combustibles veïns i més llarga serà la longitud de flama.

**d) Consumibilitat:** és la quantitat o percentatge del combustible que es crema. El combustible pot inflamar-se, mantenir-se en la seva combustió i passar el foc a altres combustibles, però també pot consumir-se en major o menor mesura, des d'una combustió superficial a una combustió quasi completa.

## 1.6. Parts de l'incendi

En un incendi es poden distingir quatre sectors principals. Si l'eix de propagació és el que uneix el punt d'inici amb el cap o front, al situar-nos sobre aquest i mirant en la direcció de propagació distingirem els flancs, esquerra i dret. El cap se situa en el sentit d'avanç de l'eix de propagació de l'incendi, mentre que la cua anirà en sentit contrari. Per tant, el cap tindrà una major longitud de flama i velocitat de propagació que la cua, i els flancs mantindran un comportament intermedi (veure Figura 2).

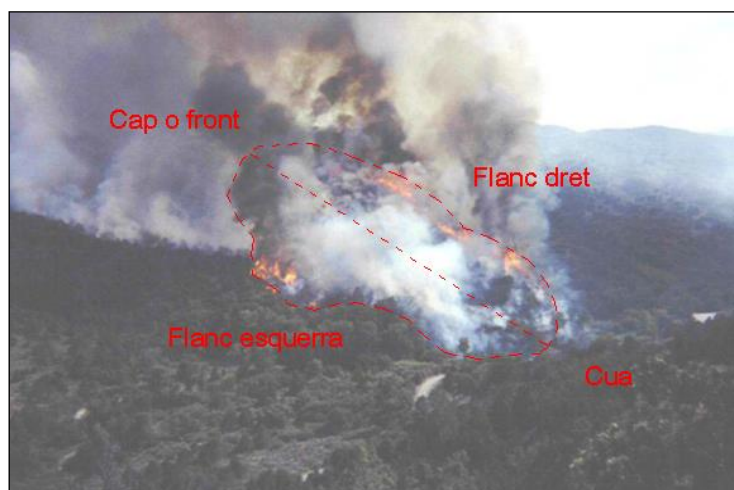


Figura 2.- Parts d'un incendi forestal

Normalment es parla d'un front d'avançament o línia d'ignició dels combustibles, sempre d'escassa amplada, que separa els materials encara combustibles i els



materials cremats que han alliberat bruscament la seva energia en pocs minuts o fins i tot segons, i d'un front de dessecament, en aquest cas invisible però responsable de les altes temperatures propagades per radiació que dessequen i maten ràpidament els vegetals predisposant-los per la seva combustió a l'arribada del front d'avançament.

## 1.7. Classificació dels incendis forestals

### 1.7.1. Segons la seva morfologia del foc en la seva fase inicial

La morfologia de l'incendi forestal quan aquest comença és un bon indicador del seu comportament futur. El bomber en arribar troba un incendi en la seva fase inicial, petit en dimensió però de potencialitat desconeguda. Fixar la seva forma serà el primer caràcter indicatiu per poder analitzar-lo. Aquesta valoració es fa indispensable per plantejar de forma correcta l'emplaçament i atac inicial.

- a) Incendis on els efectes del vent i el pendent no són importants (1)
- b) Incendis on els efectes del vent i/o el pendent dominen (2)
- c) Incendi conduït per un vent fort (3)
- d) Incendi a cavall entre crestes. Indica que els vents generals són importants (4)
- e) Incendi que segueix valls i barrancs. Indica que els vents de convecció o topogràfics controlen l'incendi (5)

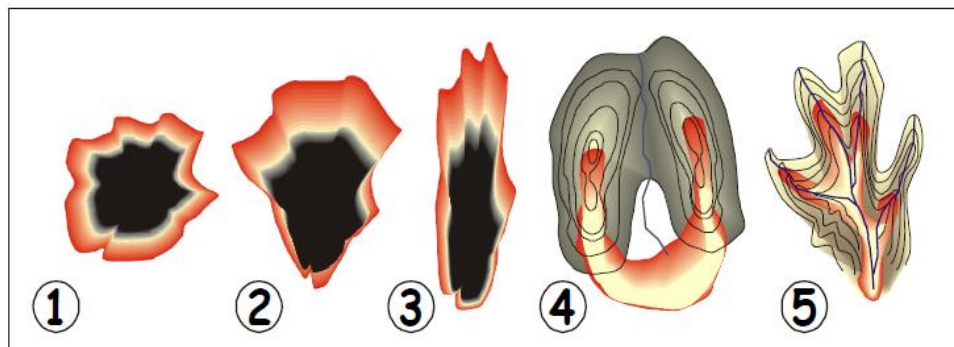


Figura 3.- Tipologia de focs segons la seva morfologia en fase inicial. Font: EBSCC

### 1.7.2. Segons el combustible al que afecta

La classificació es fa estudiant el combustible que propaga a l'incendi i que assegura la seva sostenibilitat.

#### Focs de sòl o del sòl forestal

Consumeixen la matèria orgànica i allò que queda per sota de la superfície del terra (arrels, fullaraca en descomposició, matèria orgànica...). Normalment només s'aprecia el fum que provoquen. Solen ser de baixa intensitat però poden durar dies o setmanes. Es donen sobretot a l'alta muntanya i solen ser poc freqüents. Un exemple en són els foc de torba.

## Focs de superfície

Cremen fulles i branques mortes, restes d'explotacions forestals així com vegetació viva d'herbàcies i matolls. És a dir, tot aquell combustible disponible situat immediatament per sobre de la superfície del terra. La immensa majoria dels incendis són d'aquest tipus (veure Figura 4).



Figura 4.- Focs de superfície. Autor Javier Blanco

## Focs de capçades

Cremen els capçades dels arbres (fulles, rames i troncs) i poden avançar independentment del foc de superfície o al mateix temps que aquest. N'hi ha de varis tipus:

**a) Focs de torxa:** Degut a les altes radiacions puntuals procedents d'un foc de superfície i/o als fenòmens de convecció esporàdics, normalment relacionats amb la distribució horitzontal i/o vertical del combustible, es produeix la combustió de les capçades en alguns peus de la massa de manera aïllada. (veure Figura 5).



Figura 5.- Foc de torxa de capçades

Aquest fenomen succeeix sovint en pinedes amb matoll abundant o amb acumulacions de biomassa morta (continuitat vertical del combustible i càrregues puntuals) També es dóna amb humitats del combustible de capçades tal que el foc

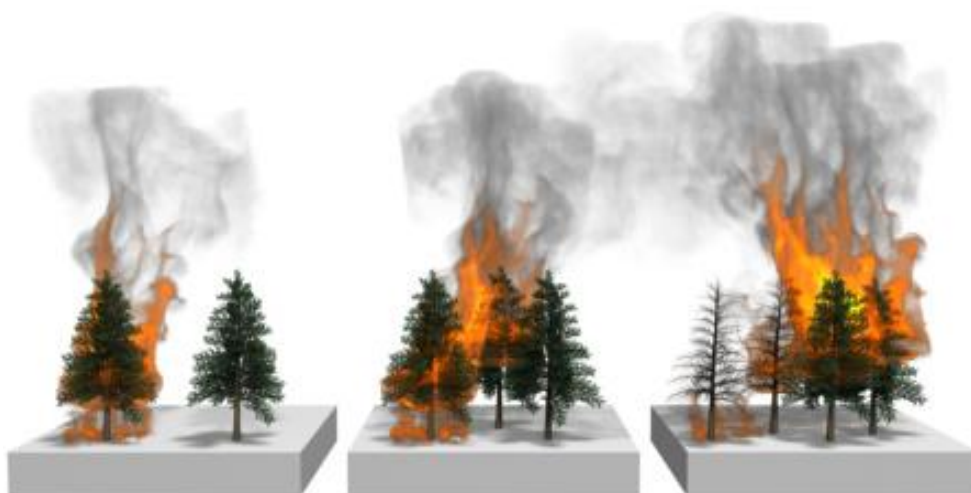
no s'hi manté de forma permanent, comportant-se com a preàmbul del que pot succeir si aquest estrès hídric empitjora.

**b) Foc passiu de capçades:** A mesura que es va cremant el combustible del sòl, matolls sota coberta, restes de tala, etc., com focs de superfície, també ho fan les capçades. Tot crema sobre el mateix front de flames, superfície i capçades alhora, encara realment el motor del sistema, el que propaga el foc és el combustible de superfície (veure Figura 6).



*Figura 6.- Front de flames d'un foc passiu de capçades*

**c) Foc actiu de capçades:** El foc es desplaça per les capçades de forma independent al foc de superfície, fet que el converteix en extremadament perillós. Poden donar-se casos en què el sotabosc queda sense cremar. Velocitats de propagació elevades i una gran capacitat de destrucció són les principals característiques d'aquests tipus de focs.



*Figura 7.- Foc de torxa, foc passiu de capçades i foc actiu de capçades*

**d) Foc de retorn:** El foc de superfície i el foc de capçades no avancen a la vegada sinó que existeix una diferència temporal. Primer propaga el foc de superfície que, encara que no afecta a les capçades, les desseca augmentant la seva disponibilitat. Posteriorment, al cap de minuts, hores o fins i tot dies, afecta l'incendi de capçades.



En el foc de retorn, el foc de superfície i el de capçades no tenen perquè portar el mateix sentit (veure Figura 8).

El cas més freqüent i més perillós és quan un incendi de superfície sota arbrat ha anat descendant vessant avall fins la part baixa i un cop allí el foc puja a capçades. En aquest moment el foc avança vessant amunt i amb el combustible disponible podent adoptar comportament extrems. El sentit oposat, la diferència espacial i el fet que es torni a cremar una zona ja cremada fa d'aquest tipus d'incendis un dels més perillosos pels serveis d'extinció que poden estar treballant en una zona que ells creuen segura.



Figura 8.- Fases d'un foc de retorn (CAR Corduente 2005).

### 1.7.3.Segons el patró de propagació de l'incendi

El desenvolupament de l'incendi està conduït per tres factors bàsics: els combustibles (vegetació forestal), la topografia per on es desplaça l'incendi i el vent que el dirigeix. Tenint en compte que la realitat és sempre més complexa, un incendi pot no presentar un únic patró de propagació. Els incendis poden manifestar patrons diferents però simultanis en diferents sectors o anar encadenant patrons diferents al llarg de la seva evolució.

Identificar el tipus d'incendi és el pas previ a una predicció del comportament del foc i poder aplicar així les estratègies i tàctiques adequades per la seva extinció.

#### Focs de combustible

Són incendis on l'acumulació de combustible és la responsable del seu desenvolupament i intensitat. Només quan s'acaba el combustible o varien les condicions meteorològiques, l'incendi canvia el seu comportament i permet el seu control. Si aquest té prou intensitat, pot fer que les variables meteorològiques (T, HR i vent) a l'interior de l'incendi siguin diferents i més desfavorables per l'extinció que a l'exterior d'aquest, és el que s'anomena "ambient de foc".

#### Focs topogràfics

L'escalfament diferent de la superfície terrestre provoca que els masses d'aire que estan en contacte amb el sòl s'escalfin també de forma diferent. Per tal d'equilibrar les seves temperatures, les masses d'aire més fredes es mouen en direcció a les més calentes tot provocant els corrents d'aire anomenats vents convectius o topogràfics. En les zones de relleu i a l'estiu és on, degut a la variació d'exposició dels vessants, es

manifesta de forma més evidents les diferències d'escalfament. Aquest fet genera el que es coneix com a vents topogràfics de vessant i vents topogràfics de vall.

Però a part del vent el pendent també és un factor molt important en aquest tipus d'incendis ja que afavoreix la velocitat de propagació del foc. Així, la conjunció dels factors vent i pendent determinarà la propagació del foc topogràfic sobre el territori.

### **Focs conduïts per vent**

Són incendis de propagació lineal en la direcció del vent, adaptant-se més o menys a la morfologia del terreny. Aquests tipus de focs, a diferència dels anteriors, sempre tenen un mateix sentit, sent molt ràpids i constants. Les claus són la direcció del vent, la força i la durada del període meteorològic que l'ocasiona. L'ambient de foc és inexistent. Quan els vents generals s'aturen, es produeix una certa confusió al passar a focs topogràfics i canviar el tipus de propagació, moment en el que poden produir-se nous fronts.

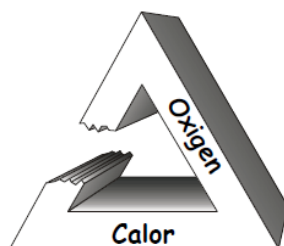
## **1.8. Extinció d'incendis**

Cadascun dels costats del triangle del foc representa un element que intervé en la reacció de la combustió (combustible, oxigen i calor). Quan els tres elements coincideixen amb prou quantitat, es produeix el foc. L'extinció consisteix en eliminar algun dels components per a poder la reacció d'oxidació.

Els diferents sistemes d'extinció es poden classificar segons si actuen sobre un o altre element, si bé en la majoria de casos cal actuar sobre dos d'ells per tal d'extingir el foc.

### **1.8.1. Eliminació dels combustibles**

Es tracta generalment d'un atac indirecte al foc basat en la creació d'una línia de defensa avançada al front de l'incendi on aquest pugui aturar-se amb garanties quan arribi a la seva vora. Es tracta d'eliminar el combustible en una faixa neta que s'interposa com a tanca entre el foc i la superfície forestal a protegir.

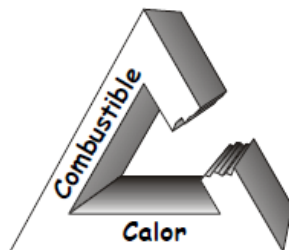


Per l'eliminació dels combustibles poden utilitzar-se els següents mètodes:

- Neteja mecanitzada amb tractor-pala, que arrenca tant la vegetació com part del sòl.
- Neteja manual mitjançant l'ús d'eines lleugeres, eliminant la vegetació i descobrint el sòl mineral.
- Crema d'eixamplament, o destrucció del combustible amb l'ús de foc recolzant-se en una línia de defensa prèviament preparada.

### 1.8.2. Eliminació de l'aire

Es tracta de separar el contacte de l'aire amb el combustible en ignició. És per tant un atac directe però sempre a petita escala donada la l'evident impossibilitat d'eliminar l'aire d'una forma senzilla.

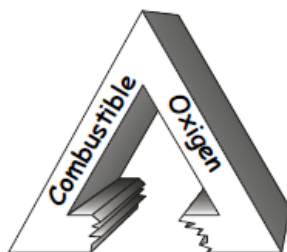


Per l'eliminació de l'aire poden utilitzar-se els següents mètodes:

- Mitjançant el recobriment del combustible en ignició amb terra escampada amb pales o aigua llençada amb mànegues o mitjans aeris.
- Colpejar el combustibles per tal d'ofegar-lo i sufocar l'emissió de gasos inflamables mitjançant l'ús de batefocs.

### 1.8.3. Eliminació de la calor

Es tracta d'inhibir la reacció exotèrmica, retardant l'emissió de gasos inflamables, mitjançant l'aplicació de productes sobre el combustible, principalment aigua o retardants.



L'aigua és el sistema de refredament més comú i s'utilitza de dues maneres amb efectes ben diferents:

- Directament sobre el foc, de manera que l'aigua en evaporar-se consum calor (540 kcal/l), reduint-se la temperatura i limitant la propagació de l'incendi, inclús arribant a extingir-lo si la quantitat d'aigua és prou gran o el focus de l'incendi és petit.
- Indirectament sobre el combustible abans que cremi, augmentant el seu contingut en aigua, donada la higroscopicitat de la matèria vegetal. El foc, en arribar, gastarà la seva calor principalment en l'evaporació de l'aigua. Fins que no es dessequi no començarà la piròlisi del combustible i es mantindrà la temperatura per sota dels 200 °C, necessitant-se per tant molta més calor per aconseguir les temperatures d'inflamació, retardant-se en conseqüència l'avanç del foc.

A més de l'aigua, s'utilitzen d'altres productes anomenats retardants que, combinats amb ella, milloren el seu rendiment (retardants de curt efecte) o bé presenten un efecte propi més intens (retardants de llarg efecte).

#### **Retardants de curt efecte:**

- Humectants, que redueixen la tensió superficial de l'aigua, millorant la penetració i recobriment sobre la superfície dels combustibles. S'utilitzen en focs de subsòl, de pastures i de matolls.
- Viscosants i gelificants, que en barrejar-se amb l'aigua formen un compost de major viscositat, millora el recobriment i l'evaporació de la massa d'aigua que es llença sobre el combustible.

Ambdós tipus milloren les propietats de l'aigua però perden la seva efectivitat un cop aquesta s'evapora.

#### **Retardants de llarg efecte:**

El retardants de llarg efecte tenen un efecte retardant propi on l'aigua és tan sols el seu vehicle d'aplicació. Actuen afavorint la formació de compostos volàtils, principalment vapor d'aigua i amoníac, que es desprenen de la matèria vegetal abans d'arribar al punt d'ignició, de manera que la matèria vegetal crema lentament i sense flames dificultant la propagació de l'incendi.

Els productes més utilitzats són el fosfat diamònic, el polifosfat amònic i el sulfat amònic, que es barregen amb aigua, un agent viscosant, argila o cola, un inhibidor de la corrosió per protegir els dipòsits d'emmagatzematge i aplicació, i un colorant d'òxid de ferro per marcar la zona tractada.

## 2. BASES DEL COMPORTAMENT DEL FOC

Quan es treballa en l'extinció d'incendis forestals, és imprescindible conèixer les bases del comportament del foc. És a dir, s'han de conèixer els factors de propagació de l'incendi, els tipus d'incendi i com es comportarà el foc en cada moment (anticipar els canvis en el comportament del foc).

El comportament d'un incendi queda definit per uns paràmetres físics, que descriuen el moviment del front de flames i la transferència de calor de l'incendi, que estan condicionats per uns factors bàsics. Analitzar el comportament permet conèixer les característiques del foc actual i predir el seu comportament futur. Si no podem anticipar-nos a l'avanç de l'incendi, escollirem una estratègia d'extinció equivocada, posarem en perill el personal d'extinció i farem inútil qualsevol esforç per aturar-lo.

### 2.1. Triangle del comportament del foc

Són varis els factors que influeixen en el comportament d'un incendi forestal (veure Figura 9):

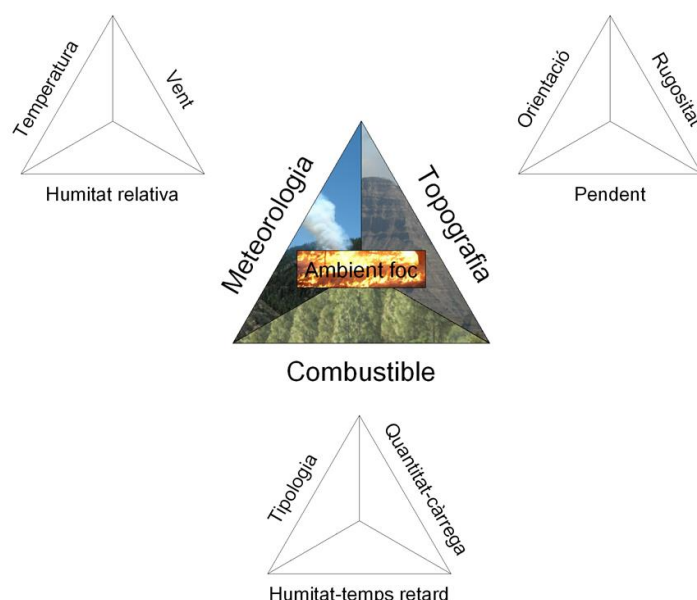


Figura 9.- Triangle-tetraedre del comportament del foc

#### 2.1.1.El combustible

El combustible és un dels factors més importants per entendre el fenomen del foc forestal i correspon a l'únic dels factors del triangle-tetraedre del comportament del foc que es pot modificar directament. Per a un bomber el combustible important no és tota la vegetació existent, sinó aquella que es crema en passar un front de flames i que permet la seva propagació.

S'entén per **combustible disponible** tota aquella fracció del combustible preparada per entrar en ignició. Té relació amb el seu contingut d'humitat. Aquest varia segons les condicions atmosfèriques, però també amb altres factors com l'hora del dia, la posició en el territori i la forma com l'afecta el foc.

#### La humitat



S'anomena humitat del combustible a la quantitat total d'aigua lliure continguda per aquest. S'expressa en percentatge sobre el pes sec obtingut en estufa en el laboratori.

$$CH = \frac{PH - PSE}{PSE} \times 100$$

on

CH: contingut d'humitat expressat en percentatge  
 PH: pes humit  
 PSE: pes sec en estufa

El contingut d'humitat d'un combustible limita la possibilitat d'inici d'un incendi i condiona la seva sostenibilitat i intensitat. L'incendi ha de generar prou calor com per poder evaporar el contingut d'aigua del combustible abans d'iniciar la combustió.

En la natura cal diferenciar entre els combustibles vius i els combustibles morts.

Els **combustibles vius** es mouen en un rang d'humitats que va del 100 fins al 300%. Aquesta quantitat depèn de forma bàsica de l'estat vegetatiu i l'estació de l'any. Tenen la capacitat d'autoregular, fins a cert punt, el seu contingut d'aigua independentment de la humitat exterior. Encara que l'ambient sigui sec poden mantenir els seus teixits hidratats i, per tant, serà més difícil que cremin.

En els **combustibles morts** la humitat no sobrepassa el 30% i pot baixar fins el 5%. Estan en equilibri higroscòpic amb l'aire perquè no tenen capacitat de regulació. Depenen sempre de la humitat exterior.

De forma senzilla es defineix el **temps de retard (HR)** com el 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 depèn en gran mesura de la forma i mida del combustible (veure Figura 10).

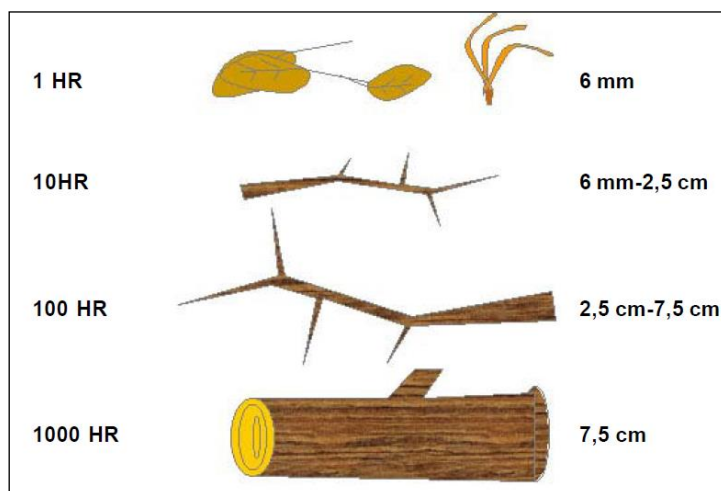


Figura 10.- Temps de retard en funció de la mida del combustible

Així doncs, els combustibles d'1 i 10 HR són més plàstics i reaccionen més ràpidament als canvis de la HR ambiental, i s'assequen i humitegen a un ritme semblant al de l'atmosfera. Per contra, els combustibles de 100 i 1000 HR són molt més lents en equilibrar el seu CH amb la HR de l'ambient.

### Tipologia de combustibles i quantitat o càrrega

Per poder entendre com es comporta la vegetació davant el foc s'han establert una sèrie de models de combustibles. Els més famosos són els de Rothermel (1972). Aquests tenen en compte algunes variables com l'estructura, l'alçada o la càrrega (t/ha). Cal destacar que els models de combustible no corresponen a associacions vegetals ni classificacions botàniques. Es tracta de tipificar la vegetació segons la seva ordenació espacial i el seu estat. Aquests models s'agrupen en quatre grups:

#### a) grup de prats i pastures

<b>Pastures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Focs molt ràpids</li> <li>• Longituds de flama baixes normalment &lt; 2m</li> <li>• Càrregues de combustible d'entre 1-10 t/ha</li> <li>• Es pot consumir el 100% del combustible</li> <li>• Combustió sòlida poc abundant i curta. Facilitat de liquidació</li> </ul>
-----------------	---

Combustible	Descripció
<b>Models de Prat i Pastures</b>	
<b>1</b>	<b>Pastura fina i seca, rostoll.</b> Quantitat de combustible: 1-2 Tm/ha.      H ext: 12% 1HR: 1,5Tn/ha
<b>2</b>	<b>Pastura amb matolls sota superfície arbrada.</b> Quantitat de combustible: 5-10 Tm/ha.      H ext: 15% 1HR 4tn/ha 10HR 2tn/ha 100HR 1tn/ha
<b>3</b>	<b>Pastura densa, seca i alta.</b> Quantitat de combustible: 4-10 Tm/ha.      H ext: 25% 1HR 6 Tn/ha

#### b) grup de matolls

<b>Matolls</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Focs ràpids</li> <li>• Longituds de flama des baixes a altes</li> <li>• Matolls i arbustos, fins i tot arbrat baix o jove. Dificultat d'extinció a causa de l'espessor</li> <li>• Càrregues de combustible d'entre 5 i 35 t/ha</li> <li>• Es pot consumir el 95% del combustible</li> <li>• Combustió sòlida pot dilatar-se en el temps. S'ha d'anar amb cura durant la liquidació</li> </ul>
----------------	--

## Models de Matolls

4	<b>Matolls o repoblació densa. Altura de 2 m propagació pels matolls.</b>
	Quantitat de combustible: 25-35 Tm/ha. H ext: 20% 1HR 10tn/ha 10HR 8tn/ha 100HR 4tn/ha viu 10tn/ha
5	<b>Matoll dens però baix (&lt;1m). Propagació per la fullaraca del terra.</b>
	Quantitat de combustible: 5-10 Tm/ha. H ext: 20% 1HR 2tn/ha 10HR 1tn/ha viu 4tn/ha
6	<b>Igual que l'anterior. Més inflamable i sec.</b>
	Quantitat de combustible: 10-15 Tm/ha. H ext: 25% 1HR 3tn/ha 10HR 5tn/ha 100HR 4tn/ha
7	<b>Matoll molt inflamable. Altura de 0,5 a 2 m. Sota arbrada.</b>
	Quantitat de combustible: 10-15 Tm/ha. H ext: 40% 1HR 2.2tn/ha 10HR 3.8tn/ha 100HR 4tn/ha viu 1tn/ha

### c) grup de fullaraca sota arbrat

<b>Fullaraca sota arbrat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbrat tancat que frena el vent. Microclima humit a l'interior</li> <li>• Propagació lenta i per superfície en bones condicions</li> <li>• Facilitat d'extinció</li> <li>• En pendents elevades possibilitat de noves per material rodant</li> <li>• Combustió sòlida pot dilatar-se en el temps. S'ha d'anar amb cura durant la liquidació</li> </ul>
------------------------------	---

## Models de fullaraca sota arbrat

8	<b>Bosc dens de coníferes i frondoses sense matoll. Propagació per la fullaraca del terra.</b>
	Quantitat combustible: 10-12 Tm/ha. H ext: 30% 1HR 3tn/ha 10HR 2tn/ha 100HR 5tn/ha viu 10tn/ha
9	<b>Igual que l'anterior amb fullaraca menys compacta.</b>
	Quantitat de combustible: 7-9 Tm/ha. H ext: 25% 1HR 6tn/ha 10HR 0.8tn/ha 100HR 0.3tn/ha viu 10tn/ha
10	<b>Bosc afectat per malalties o plagues, amb gran quantitat de restes llenyosos mortes de volum &gt; 7.5 cm.</b>
	Quantitat de combustible: 30-35 Tm/ha. H ext: 25% 1HR 6tn/ha 10HR 4tn/ha 100HR 10tn/ha viu 4tn/ha

#### d) grup de restes d'operacions silvícoles

<b>Restes de treballs silvícoles</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arbrat obert que permet pas del vent (no microclima humit)</li><li>• En condicions adverses molt difícil de controlar</li><li>• Grans longituds de flama</li><li>• Combustió sòlida pot dilatar-se molt dies degut al gran nombre de restes gruixudes o arrels d'arbres morts</li></ul>
--------------------------------------	---

#### Models de restes d'operacions silvícoles

	<b>Igual 10 però amb mides menors a 7,5 cm. Poda artificial.</b>	
<b>11</b>	Quantitat de combustible: 30-35 Tm/ha.	H ext: 15%
	1HR 3tn/ha 10HR 9tn/ha 100HR 11tn/ha	
	<b>Domini de les restes sobre l'arbrada en peu.</b>	
<b>12</b>	Quantitat de combustible: 50-80 Tm/ha.	H ext: 20%
	1HR 8tn/ha 10HR 28tn/ha 100HR 32tn/ha	
	<b>Grans acumulacions de material procedent de tales. No hi ha arbres en peu.</b>	
<b>13</b>	Quantitat de combustible: 100-150 Tm/ha.	H ext: 25%
	1HR 14tn/ha 10HR 46tn/ha 100HR 52tn/ha	

La continuïtat horitzontal i la distribució vertical són conceptes referits a la forma on se situen els combustibles en una determinada àrea (veure *Figura 11*).

#### Continuïtat horitzontal

- Combustibles uniformes: inclou tots els combustibles distribuïts de manera uniforme en una superfície.
- Combustibles dispersos: inclou tots els combustibles distribuïts de manera uniforme en una superfície però amb trencaments definits o barreres, com afloraments rocosos, un tipus de terra mineral o àrees amb un altre tipus de combustible dominant menys inflamable.

#### Distribució vertical

- Combustibles aeris
- Combustibles superficials
- Combustibles del terra

La continuïtat vertical es defineix per les escales del combustible. Una continuïtat vertical implica una escala perquè el foc es propagui cap als combustibles aeris. La falta de continuïtat vertical permet que, excepte que sigui per fortes intensitats, el foc es mantingui tan sols en la superfície.

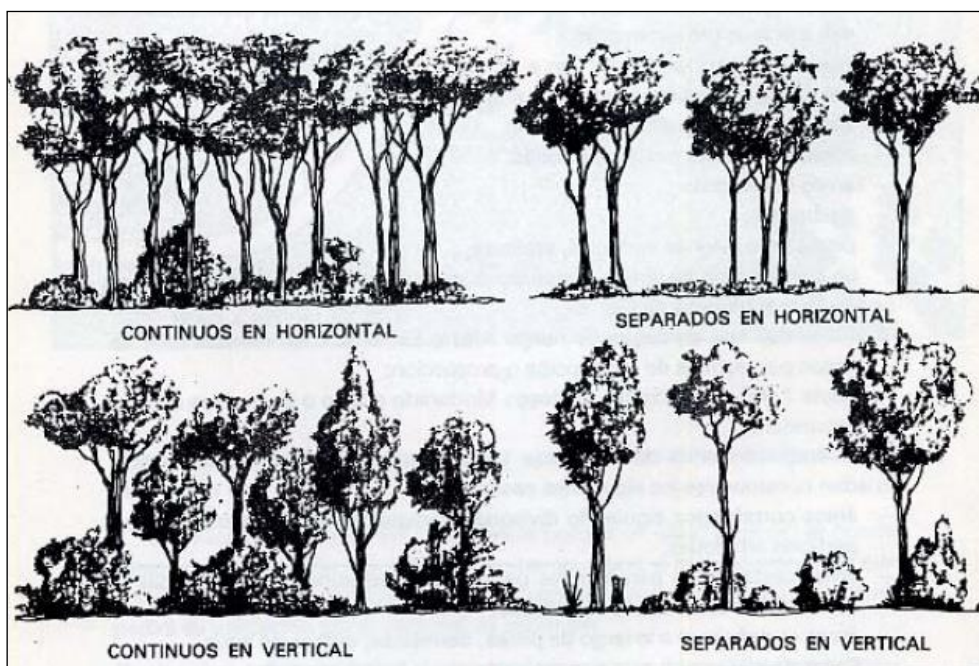


Figura 11.- Continuitat horitzontal i distribució vertical dels combustibles

### 2.1.2. La topografia

La topografia és la més constant dels tres elements ambientals que determinen el comportament del foc.

#### El pendent

El pendent és la inclinació del terreny sobre un pla horitzontal de referència. Normalment es calcula en graus o percentatge (un pendent del 100% equival a  $45^\circ$ ). Afecta la continuïtat del combustible ja que la presència d'un pendent provoca que les flames es trobin directament amb el combustible facilitant la seva combustió i el pas del foc a capçades.

En les mateixes condicions generals, els focs que es propaguen pendent amunt ho faran amb una velocitat i intensitat superior a aquells que ho facin pendent avall. Quan el foc avança pendent amunt, el combustible que queda per sobre del foc queda més a prop de les flames inclinades ascendents, amb un efecte similar a quan és el vent el que controla l'incendi (veure Figura 12).

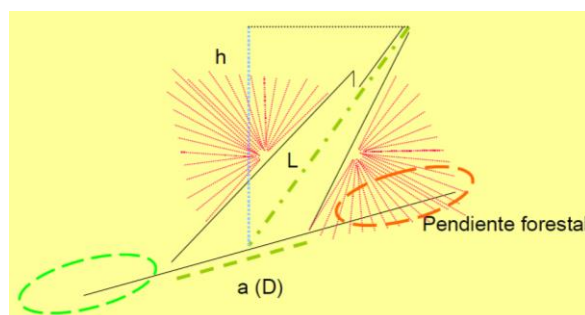


Figura 12.- Efecte del pendent en la propagació de l'incendi



El moviment convectiu d'aire escalfat accelera el procés de piròlisi. Tot això provoca l'escalfament i la inflamació més ràpida del combustible per radiació i convecció, afavorint les condicions que fan augmentar la velocitat de propagació.

En els focs que propaguen pendent avall (comportament de cua) les flames estan tombades cap a la zona cremada. Per tant la radiació cap a la zona de combustible no cremat serà molt pobre, dificultant per tant la dessecació del mateix. La convecció anirà vessant amunt de manera que no afectarà al combustible no cremat. Existeix la possibilitat que rodoli material encès des d'un nivell superior iniciant una combustió en cotes inferiors al foc principal i possibilitant l'aparició de carreres ascendents (veure Figura 13).



Figura 13.- Incendi propagant pendent amunt (esquerra) i pendent avall (dreta)

## Orientació

És la direcció a la que està encarat un pendent respecte als quatre punts cardinals (nord, sud, est i oest). L'orientació d'un pendent determina la quantitat total de calor que rep del sol per radiació. Aquest esclafament varia hora a hora, tal i com el sol es desplaça al llarg del dia. És a dir, que a cada hora pot ser que el comportament del l'incendi sigui diferent segons l'angle amb que incideixi el sol i escalfi els combustibles (veure Figura 14).

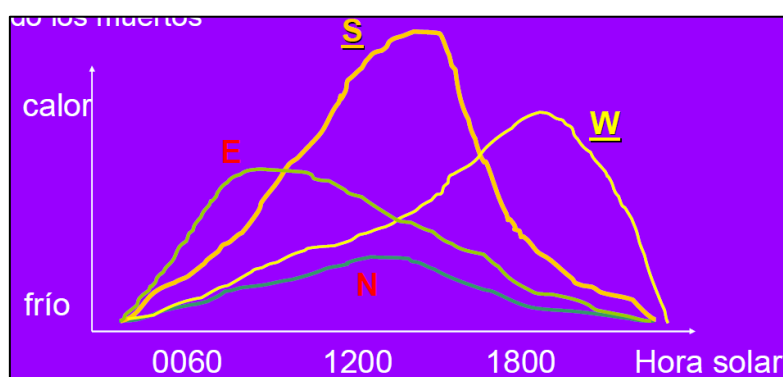


Figura 14.- Corbes d'inflamabilitat segons l'orientació del pendent

L'orientació també condiciona el tipus i l'estada del combustible present. Les vessants sud i sud-oest estan més exposades a l'escalfament solar, generalment compten amb més combustibles lleugers, menys humitat, menys humitat dels combustibles i són més crítics en termes d'iniciació i propagació d'incendis forestals.

Les orientacions nord, més ombrejades, tenen combustibles més pesats, temperatures menors, humitat ambiental i dels combustibles més altes. Els incendis en una vessant nord normalment es desplacen més lentament encara que, degut a que predominen els combustibles pesats en aquesta orientació, poden ser incendis més difícils de controlar.

### Rugositat o configuració del terreny

La configuració del terreny i la seva rugositat, afecten els patrons de vent, el règim de precipitacions, l'exposició al sol i, en definitiva a tots els factors que determinen la propagació de l'incendi. Així doncs, una vall tancada pot facilitar un itinerari de vent una mica diferent a la vall del vent predominant. La forma del territori pot afectar també l'itinerari de la propagació del foc, velocitat i intensitat dels incendis forestals. Cal estar doncs molt atents als fenòmens que es poden donar en situacions de barrancs encaixats, crestes i collades.

### 2.1.3. La meteorologia

La meteorologia incidirà notablement en la ignició de l'incendi i el seu posterior comportament. Es podria definir amb un altre triangle amb els costats temperatura, humitat relativa i vent. Cal recordar que sobre l'incendi influeix el dia que fa quan es produeix, però també el temps ocorregut els dies anteriors (condicions antecedents).

### El vent (V)

Factor meteorològic fonamental en el que la seva intensitat i direcció influirà decisivament en el comportament de l'incendi. Quan més fort sigui el vent, més ràpida serà la propagació de l'incendi cap al front i menor cap a la cua. El vent té un triple efecte:

- Aporta oxigen en forma d'aire que alimenta la combustió i l'accelera.
- Estén les flames cap els combustibles immediatament per davant del front d'avanç. A l'inclinar les flames del front o cap de l'incendi cap endavant s'escalfen i dessequen més eficaçment els combustibles.
- Fa volar cremallots (material incandescent) per davant del foc principal podent provocar focus secundaris.

Generalment la intensitat dels vents ve donada per la seva velocitat en km/h i se solen classificar segons l'escala de Beaufort (veure *Figura 15*).

No. de Beaufort	Nom	Velocitat Km/h	Descripció
0	Calma	0-1	El fum puja verticalment
1	Aire lleuger	1-5	El fum s'estén lentament
2	Brisa lleugera	6-11	El vent es nota a la cara i fa moure les fulles dels arbres
3	Brisa lleugera	12-19	Les fulles i els brots dels arbres es mouen. També les banderes

4	Brisa Moderada	20-28	Saixeca pols i volen papers. Les branques ja es mouen
5	Brisa fresca	29-38	Els arbres joves es balancegen
6	Brisa fort	39-49	Es mouen els arbres grans i xiulen els cables elèctrics
7	Vent	50-61	Els arbres grans es balancegen. Dificultat per poder avançar cara al vent
8	Vent fort	62-74	Les branques es trenquen i caminar cara al vent no és possible
9	Ventada	75-88	Arbres caiguts i petites destrosses a les cases
10	Vent molt fort	88-101	Arbres desarrelats i cases fetes malbé
11	Vents huracanats	102-120	
12	Huracà	+121	

Figura 15.- Classificació de la força del vent segons l'escala de Beaufort

Els vents es diferencien segons la direcció en què bufen i per conveni es pren la direcció d'allà o venen (veure Figura 16).

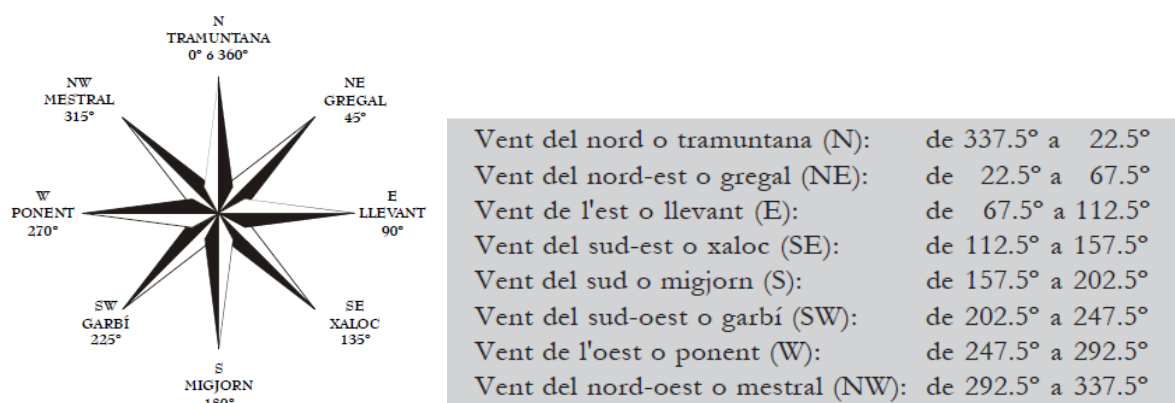


Figura 16.- Classificació de la direcció del vent

## La temperatura (T)

És la representació sobre una escala del grau d'agitació de les molècules de l'aire. Quant més calent és l'aire més agitació. La temperatura es mesura en graus i en funció de l'escala utilitzada aquests poden ser Celsius, Kelvin, Fahrenheit, etc.

La temperatura de l'aire i els eu contingut d'humitat té un efecte directe en la manera que crema l'incendi. Quan més calent és l'aire, menor serà la humitat. Quant més calent és l'aire, major quantitat d'humitat pot contenir. Extraurà la humitat dels combustibles morts, disminuint els seu contingut en aigua. La radiació solar canvia la temperatura dels combustibles i la temperatura dels combustibles canvia la temperatura de l'aire.

La temperatura de l'aire també té el seu efecte sobre els bombers. S'ha de prendre mesures de seguretat quan es combatin incendis en dies de molta calor



## La humitat relativa (HR)

És el contingut d'aigua de l'atmosfera expressada en % en relació a l'atmosfera saturada (100%). El vapor d'aigua és un element comú en la natura afectant a la humitat que contenen els combustibles. L'aire que envolta als combustibles humits absorbeix la seva humitat i la traspassa als combustibles més secs.

Els combustibles més verds i humits no cremen fàcilment, però quan més secs, és més fàcil que s'inflamin. Normalment l'aire està més sec durant el dia que per la nit. És més normal que els incendis es propaguin més lentament per la nit, ja que els combustibles més lleugers (de menys hores de retard) absorbeixen la humitat de l'aire moll de la nit.

L'absorció d'humitat dels combustibles, els vents pendent a baix, les baixes temperatures i qualsevol altre diferència meteorològica entre el dia i la nit poden ajudar als bombers quan es fa de nit. Això implica el perquè un incendi en condicions normals aguanta els esforços d'extinció durant el dia, però pot apagar-se quan és de nit. S'ha de fer un esforç especial per poder contenir un incendi abans que apareguin les condicions més desfavorables al dia següent. Si un incendi és difícil de controlar durant el dia, haurem de desplegar el màxim d'efectius possibles per la nit.

La humitat relativa a nivell del terra és un factor meteorològic molt relacionat amb l'extinció, ja que influeix en el comportament de l'incendi i en els combustibles. L'estació, el moment del dia, el pendent, l'orientació, l'altura, els núvols i la vegetació provoquen importants variacions a la humitat relativa. Si la humitat relativa és del 30% o menor, el perill d'incendi és crític i és possible que es doni un comportament de l'incendi extrem.

Durant les primeres hores del matí, la temperatura és menor i la humitat relativa està en el seu màxim. A mesura que el sol va ascendint la temperatura va augmentant i la humitat relativa va disminuint. Quan la temperatura arriba al seu màxim, normalment per la tarda, la humitat relativa disminueix fins el mínim. Aquest serà el moment d'humitat mínima dels combustibles fins. Quan el sol va baixant, la temperatura disminueix i la humitat relativa augmenta de nou, tancant-se el cercle (veure Figura 17).

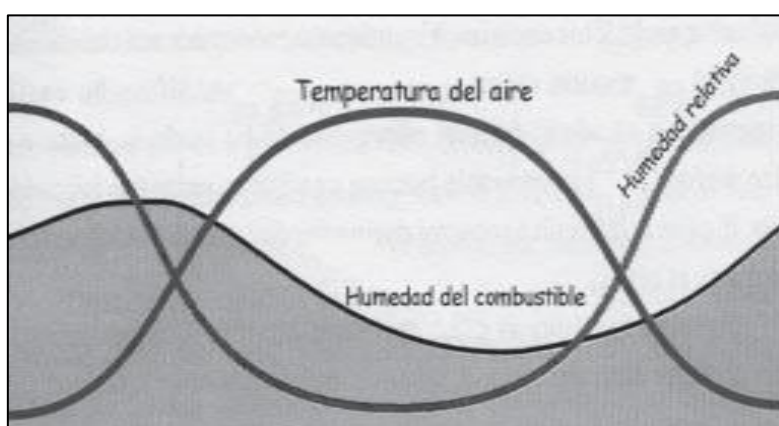


Figura 17.- Evolució de la T, H i HR durant el dia

## 2.2. Referències bàsiques del comportament del foc

Un cop coneguts els factors que influeixen en el comportament del foc és necessari quantificar el comportament de l'incendi per tal de determinar si estem dins o fora de capacitat d'extinció i quin serà el tipus d'atac a efectuar.

### 2.2.1. Velocitat de propagació

És l'espai recorregut pel front de flames per unitat de temps. La velocitat és un factor que limita la capacitat de control de l'incendi de manera que si el foc és més ràpid que nosaltres se'ns escaparà i estarà fora de capacitat d'extinció (veure *Taula 1*).

**a) Velocitat de propagació lineal del front (km/h):** Diferenciant entre tipus de fronts o sectors (cap, flancs i cua). La seva determinació ajuda a establir les línies de control del perímetre en aquells sectors al preveure el que tardarà el foc en superar-les.

**b) Velocitat de propagació del perímetre (km/h):** És la velocitat de creixement del perímetre. Permet determinar els recursos necessaris per executar les tasques de control amb èxit i dimensionar les de liquidació.

**c) Velocitat de propagació de la superfície (ha/h):** Permet determinar la superfície afectada i els danys virtuals.

*Taula 1.- Capacitat d'extinció en funció de la velocitat de propagació. Autor: D. Molina*

Velocitat de propagació	m/min	km/h
Velocitat LENTA fins	2	0,1
Velocitat MITJA fins	10	0,6
Velocitat MITJA-ALTA fins	34	2
Velocitat ALTA fins	83	5
Velocitat EXTREMA més de	83	5

### 2.2.2. Longitud de flama i intensitat lineal de flama

La longitud de flama ( $L$ ) correspon a la distància entre la base de la flama i el seu extrem, i ens permet determinar la intensitat lineal de flama  $I_f$  a partir de l'equació:

$$I_f = 259 \cdot L^{2,17}$$

On

$I_f$  intensitat lineal de flama en kW/m  
 $L$  longitud de flama en m

La intensitat lineal de flama és el limitador real de la capacitat d'extinció ja que ens diu quant ens podem apropar a l'incendi per extingir-lo amb atac directe. La *Taula 2* esquematitza els tipus d'atac recomanats en funció de la longitud de flama tenint en compte el recolzament de diferents mitjans aeris.



Figura 18.- Esquema diferenciador entre la longitud (L) i l'altura (H) de flama. Equips PRESA



Figura 19.- Longitud de flama vs alçada de flama

Taula 2.- Opcions d'atac recomanades en funció de la longitud de flama. Autors: D.Molina i J.Blanco

Longitud de flama (L)	Opció recomanada
Menys d'1,5 m	<b>Atac directe</b> (eines manuals i instal·lacions d'aigua)
Entre 1,5 i 2,5 m	<b>Atac directe</b> (maquinària pesada i instal·lacions d'aigua)
Entre 2,5 i 3,5 m	<b>Atac paral·lel</b> (cremes d'eixamplament)
Més de 3,5 m	<b>Atac indirecte</b> (possible ús de contrafoc)

### 3. TÈCNiques D'EXTINCIÓ

L'objectiu de l'extinció és actuar sobre algun o alguns dels costats del triangle del foc que són el combustible, el comburent (oxigen) i la calor.

**Combustible:** Sobre el combustible podem actuar amb l'eliminació del material vegetal ja sigui amb eines fins a sòl mineral (línia de defensa) o cremant el combustible disponible amb l'ús de l'anomenat foc tècnic (contrafoc i cremes d'eixamplament), augmentant el contingut d'humitat (aigua de les instal·lacions de mànegues, motxilles d'extinció o mitjans aeris) o retardant la seva combustió recobrint-los de productes químics (tallafocs químics).

**Comburent:** sobre el comburent (oxigen) actuarem desplaçant-lo i evitant el contacte amb el combustible (batefocs, productes químics).

**Calor:** Per actuar sobre la calor s'ha de refredar el combustible amb aigua. També es pot actuar dispersant el combustible (evitant l'autoalimentació per radiació). En aquest últim cas no refredem realment sinó que dificultem la sostenibilitat de la reacció tan dependent d'una eficaç transmissió de la calor.

#### 3.1. Mètodes d'extinció

**a) Atac directe:** La línia de control s'estableix directament sobre la vora de l'incendi, és a dir, ataquem sobre les flames.

Taula 3.- Diferents accions en atac directe. Autors: J. Blanco i D. Molina

MÈTODE	ACCIÓ	EINA
ATAc DIRECTE	Desplaçament violent de l'aire	Batefocs o rames
	Augmentar el vapor d'aigua	Aigua polvoritzada
	Sufocar les flames	Cobrir amb batefocs
		Cobrir amb terra amb pala o bulldozers
	Reduir la temperatura del combustible	Utilització d'aigua (autobombes, mitjans aeris)
	Retirar i dispersar el combustible (línia de defensa)	Tallar, retirar i dispersar el combustible amb eines manuals

**b) Atac paral·lel:** S'actua sobre el front de foc a distància i avançant de forma paral·lela al mateix, recolzant-se sobre una línia de control.

Taula 4.- Diferents accions en atac paral·lel. Autors: J. Blanco i D. Molina

MÈTODE	ACCIÓ	EINA
ATAc PARAL·LEL	Tallar la continuïtat del combustible	Obertura de línies de defensa manuals
		Obertura de línies de defensa amb maquinària
		Tallafocs químics
		Cremes d'eixamplament
	Reduir la temperatura del combustible	Utilització d'aigua amb retardants
		Mitjans aeris

**c) Atac indirecte:** S'actua a certa distància de l'incendi, normalment perquè aquest es troba fora de la capacitat d'extinció convencional del dispositiu. La seva filosofia rau en retirar-se fins una zona estratègica per implementar una maniobra segura.

*Taula 5.- Diferents accions en atac indirecte. Autors: J. Blanco i D. Molina*

MÈTODE	ACCIÓ	EINA
<b>ATAC INDIRECTE</b>	Modificar el comportament del front principal mitjançant un altre front de foc	Contrafoc sobre línies de defensa, pistes, etc.
	Tallar a l'incendi la continuïtat del combustible cremant-lo prèviament	Crema d'eixamplament sobre línies de defensa, pistes, etc.
	Modificar les característiques del combustible (augmentar la tensió superficial de l'aigua, modificar la combustibilitat de la vegetació)	Tallafocs químics amb retardants
	Tallar la continuïtat del combustible	Tallafocs executats amb maquinària

**d) Atac en punts calents:** Es realitza sobre sectors crítics o calents i zones sensibles o vulnerables com ara edificacions.

## 4. ACTUACIÓ AMB EINES MANUALS

### 4.1. Eines manuals

#### 4.1.1. Batefocs

Es tracta d'una eina destinada a apagar el foc per sufocació (desplaçament de l'aire), consistent en un mànec metàl·lic o de fusta, i acabat en una pala elàstica de goma.

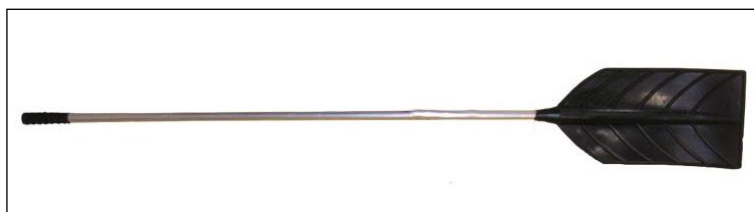


Figura 20.- Batefocs

#### Ús

En atac directe sobre fronts dèbils, incipients o de combustibles lleugers (principalment pastures i rostolls). En aquests combustibles l'incendi pot adquirir velocitats de propagació importants, raó per la que es necessita una eina essencialment ràpida.

En atac indirecte, en operacions de recolzament en cremes d'eixamplament de línies de defensa, contrafocs, control de focus secundaris i operacions de rematada.



Figura 21.- Brigada helitransportada treballant amb batefocs. Foto: J. Blanco, 2005

És una eina útil, que treballa per sufocació. S'utilitzarà de forma sistemàtica i pausada sobre les flames. El donar cops de forma violenta i indiscriminada no és efectiu ja que aporta més oxigen a la reacció i dispersa les espurnes. És necessari l'ús d'ulleres de protecció ocular contra partícules.

Es donaran cops secs contra la base de les flames, retenint momentàniament el batefocs sobre el sòl per sufocar-lo. El cop es dirigirà cap a la superfície cremada perquè no caiguin espurnes fora de la mateixa.

## **Manteniment**

No deixar mai el batefocs en zones on pugui ser trepitjat per persones o vehicles ja que els mànecs poden partir-se o doblar-se.

Abans d'emmagatzemar-los, sacsejar-los en posició vertical amb la pala cap amunt, ja que en el seu interior pot hi haver entrat terra, cendres, etc.

No deixar el batefocs durant massa temps en contacte amb el foc ja que la goma perd les seves propietats de duresa.

No recolzar-se sobre ells ni picar amb molta força per evitar que es dobleguin els mànecs o s'esquerdi la inserció amb la goma.

## **Observacions**

El batefocs s'ha d'utilitzar en el combat de focs incipients preferentment de combustibles lleugers. No són molt recomanables en pinedes amb acumulació d'acícules, ja que en primer lloc sembla que sufoquin però al cap d'una estona si no s'enretiren aquestes acícules, es reapareixen les flames.

Quan les flames són elevades és més efectiu utilitzar varis batefocs simultàniament i de forma coordinada. També és efectiu utilitzar el batefocs sobre el combustible situat davant del front. Amb aquesta acció ens allunyem de la calor que desprenen les flames i aixafem el combustible, amb la qual cosa les flames seran inferiors quan el front arribi al no estar tan airejades.

### **4.1.2.Motxilla extintora**

Aparell aplicador d'aigua, ja sigui a raig o polvoritzada, que consta d'un dipòsit de transport dorsal rígid o tou a base de gomes, cinglador de connexió i bomba (llança) d'accionament manual.

## **Ús**

En atac directe sobre fronts dèbils, incipients o de combustibles lleugers. Es complementa magníficament amb els batefocs. Ha d'anar davant baixant la intensitat de les flames pel batefocs i en ocasions darrera liquidant petits fums residuals.

En atac indirecte, en operacions de recolzament en cremes, d'ampliació de línies de defensa, cremes prescrites, contrafocs, control de focus secundaris i operacions de rematada o liquidació.

Mitjançant la modalitat de polvoritzat, el rendiment de l'aigua és major que la de raig, encara que amb aquesta última l'aigua arriba més lluny. La motxilla s'ha d'utilitzar en combinació amb les demés eines manuals, que permetran separar els materials en ignició, augmentant les superfícies sobre la que l'aigua exercirà el seu efecte refrescant.





Figura 22.- Motxilla extintora i utilització en tasques d'extinció. Foto: J. Blanco 2005

## Manteniment

La llança ha de deixar-se recolzada sobre un suport, i mai sobre el terra a fi d'evitar trepitjar-la i que es deformi.

No deixar caure la motxilla plena de cop sobre el terra ja que els objectes tallants la poden foradar.

Rentar els filtres periòdicament i greixar l'èmbol.

Quan s'emmagatzema per ser utilitzada, intentar no deixar-la exposada al sol per evitar que apareguin algues i fitoplàncton que poden obstruir les canalitzacions. En qualsevol cas s'ha de canviar l'aigua de forma periòdica.

## Observacions

La seva utilització està molt estesa en dispositius amb abundància d'incendis en combustibles lleugers (pastures i rostolls). Presenta l'inconvenient d'anar omplint la motxilla raó per la qual s'ha de preveure l'aprovisionament d'aigua en el temps. És recomana en brigades helitransportades de 7 ó 8 combatents no superar el número de quatre motxilles, sent excel·lent la combinació de tres batefocs, tres motxilles i un Mcleod.

### 4.1.3. Pulaski (Destral-aixada)

Eina composta d'una placa acerada amb dos bisells oposats en plans perpendiculars entre sí format una aixada per un costat i una destral per l'altre. Disposa d'un ull central per encastar-la en un mànec.

## Ús

En atac directe, removent el sòl a base de picar i excavar per llençar la terra sobre les flames del front o les brases fent una extinció per sufocació. També serveix per arrossegar la terra solta sobre petites flames.





*Figura 23.- Detall Pulaski*

En atac indirecte, mitjançant l'obertura i ampliació de línies de defensa eliminant el combustible a base d'excavar i raspar fins a sòl mineral. Es pot utilitzar en cremes prescrites, contrafocs, control de focus secundaris i qualsevol operació de rematada de l'incendi.

Eina molt recomanada per excavar en terrenys pedregosos i molt apreciada com a element de tall sobre combustibles llenyosos tipus matoll en l'obertura de línies de defensa en atac indirecte i paral·lel.



*Figura 24.- Utilització de pulaskis per obertura de línies de defensa. Foto: Equips PRESA 2007 i Bombers GRAF 2010*

## **Manteniment**

S'han de mantenir els bisells laterals esmolats després de cada utilització. També han de mantenir-se nets i evitar la seva oxidació.

## **Observacions**

El pulaski és una de les eines més conegudes en el món dels incendis forestals gràcies a la seva enorme difusió des dels Estats Units. Actualment s'ofereix aquesta eina amb un capçal de titani desmuntable, podent intercanviar el mànec amb una pala, una aixada o un batefoc.

#### 4.1.4. Mcleod

Eina composta d'una placa plana d'acer estampat, amb sis dents gruixuts en un costat, i bisell de tall en l'oposat, proveïda d'un casquet d'acer en la seva part central per encastar-la en un mànec de fusta.

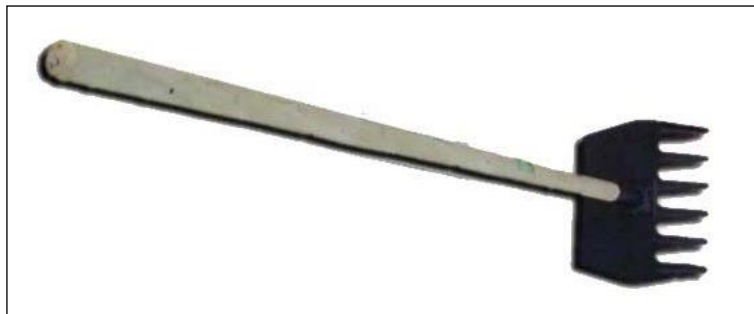


Figura 25.- Detall d'un Mcleod

#### Ús

En atac indirecte i en paral·lel, ampliació i consolidació de línies de defensa per tall i rasclat de combustibles lleugers i raspat fins a sòl mineral. Cremes prescrites, contrafocs, controls de focus secundaris i operacions de rematada i liquidació.

En atac directe sobre el combustible encès, removent-lo i separant-lo o tirant terra sobre el foc.

#### Manteniment

S'han de mantenir els bisells esmolats després de cada utilització. També han de mantenir-se nets i evitar la seva oxidació.

#### Observacions

A l'igual que el pulaski és una eina molt coneguda. Té l'inconvenient de ser una eina pesada encara que en ocasions pot ser un avantatge quan es vol colpejar a consciència, per exemple per tallar rames o arrels.

#### 4.2. Execució de línies de defensa

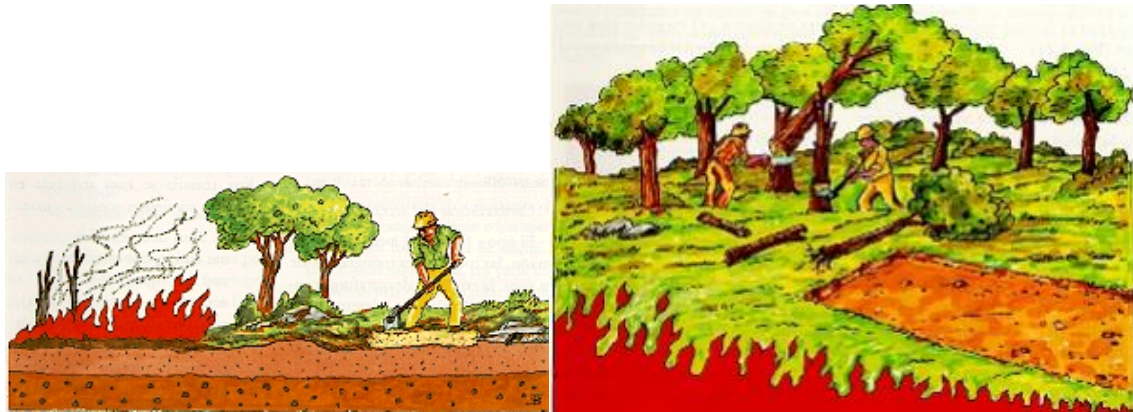
Una línia de defensa consisteix en l'eliminació del combustible forestal fins a sòl mineral, creant així una discontinuïtat del combustible que impedeixi l'avanç del foc en el control de l'incendi o garanteixi que no es reiniciï un cop extingit.

Les línies de defensa poden executar-se en atac paral·lel prop de les flames quan aquestes són petites o una certa distància quan la calor és massa intensa. En general pot establir-se de mitjana:

$$\text{Longitud de flama} \sim \text{Amplada línia de defensa}$$

Generalment la seva execució es fa amb eines manuals i seguint un mètode progressiu. L'equip avança en línia fent cada bomber la part proporcional del treball total a realitzar (veure *Figura 26 i 27*):

- Tall de vegetació i disposició de restes vegetals: pas de moto serra o desbrossadora seguida de col·locació de restes vegetals
- Picat i cavat
- Arrossegament de restes i cavallons



*Figura 26.- Execució de línia de defensa*



*Figura 27.- Línia de defensa envoltant l'incendi*

## 5. ACTUACIÓ AMB AIGUA

En els perímetres de l'incendi on les longituds de flama siguin petites i es pugui realitzar un atac directe, una de les possibilitats és utilitzar línies de mànegues per atacar el foc amb aigua.

### 5.1. Condicionants

Des del punt de vista de l'extinció, amb la utilització d'aigua s'aconsegueixen varis objectius. Un d'ells és reduir la calor mitjançant el canvi d'estat físic del líquid-aigua al gas-vapor d'aigua, canvi que necessita l'absorció d'una gran quantitat de calor. Amb l'aigua ataquem directament un dels costats del triangle del foc.

Per cada grau que s'augmenta en estat líquid, s'inverteix 1 cal/g, però per passa de 100°C líquid a 100°C gas es necessiten 540 cal/g.

Un segon objectiu és la modificació de la humitat del combustible disponible, sobre tot el d'una hora de temps de retard i que correspon al combustible més fi.

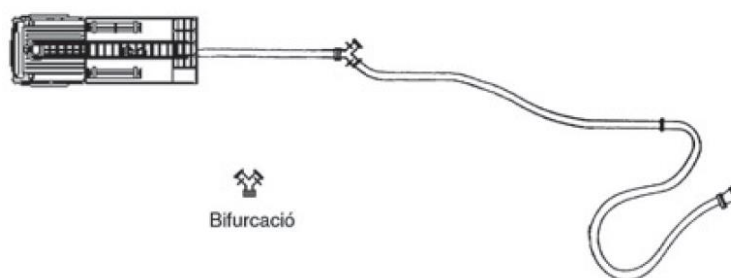
### 5.2. Aproximació a l'incendi

La instal·lació d'aproximació correspon al tram de mànegues de 25mm que es fa quan la distància de la bomba al punt més pròxim de l'inici d'extinció és considerable.

En aquest primer tram de la instal·lació, concretament entre la primera i la segona mànega es col·locarà un bifurcació 25-25-25 que ens permetrà:

- Treure pressió d'una instal·lació ascendent en cas de recollir ràpidament
- Canviar d'autobomba sense buidar la instal·lació. D'aquesta forma estalviem aigua i temps per tornar a omplir la instal·lació
- En cas de fugida, retirar l'autobomba sense necessitat d'haver de tallar mànegues

No s'ha de confondre la utilització d'aquesta bifurcació amb la que ens permet bifurcar una instal·lació de 25mm en dues instal·lacions de 25mm. És a dir deixarem sempre un sortida lliure i amb l'aixeta tancada (veure *Figura 28*).



*Figura 28.- Col·locació de la bifurcació en la instal·lació d'aproximació*



Al finalitzar l'aproximació a l'incendi, senyalant el punt de reunió on començarà la línia d'atac es col·locarà una altra bifurcació, de manera que es pugui dividir l'atac en dues línies, ideal per l'entrada per la cua de l'incendi i progressió pels flancs i sempre i quan les condicions hidràuliques de la instal·lació ho permetin (veure Figura 29).

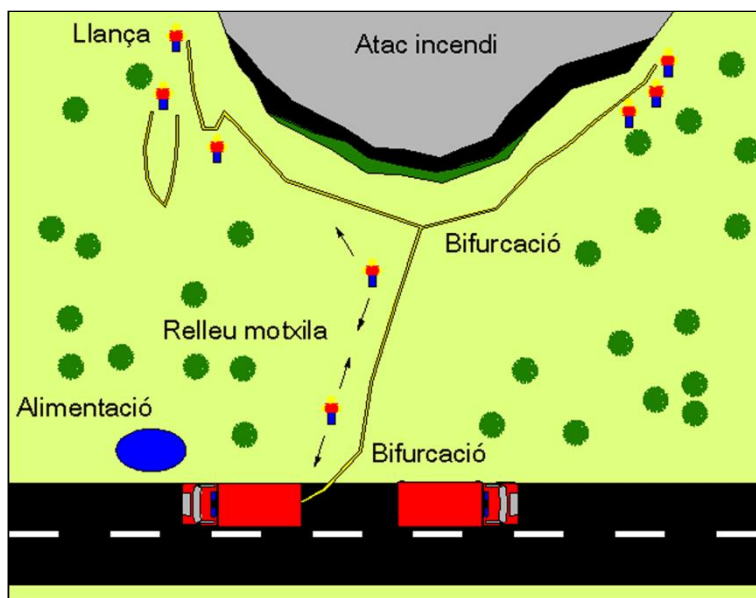


Figura 29.- Instal·lació d'aproximació i de prolongació pels flancs des de la cua de l'incendi.

### 5.3. Instal·lació d'atac o prolongació

Es tracta d'una operació a realitzar per un mínim de tres bombers (veure Figura 30).

Quan quedin pocs metres per tensar la instal·lació es prepararà una nova mànega (bomber 2), en sentit contrari a l'atac (mai cap endavant ja que podria cremar-se). El punta de llançadora (bomber 1) tancarà la llançadora i sol·licitarà l'estrangulació de la instal·lació al bomber 3. Un cop fet això obrirà la llançadora i la traurà quedant-se-la a la mà mentre que el bomber 2 connectarà els extrems de la nova mànega. És important que les puntes no es deixin al terra ja que es poden omplir de brutícia fet que pot produir problemes a l'hora de fer la nova connexió. Un cop completada la instal·lació, i sempre sota les ordres del punta de llançadora es demanarà aigua i es deixarà d'escanyar la mànega per continuar l'atac.

Com a normes preventives s'ha de tenir en compte:

- No continuar l'atac si no hi ha la pressió necessària per l'extinció en punta de llançadora
- Mai es quedarà un bomber sols en punta de llançadora executant les tasques d'extinció
- Utilitzar sempre l'equip de protecció individual, especialment el casc en maneig de mànegues en alta pressió

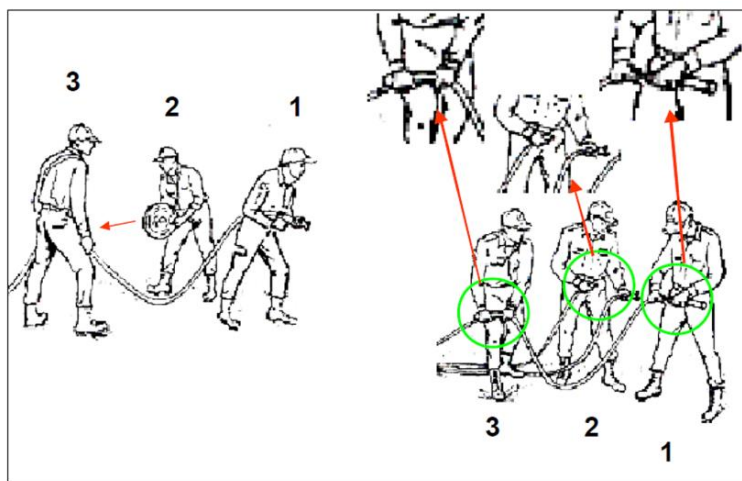


Figura 30.- Maniobra de prolongació d'una línia d'aigua

#### 5.4. Sistema de relleu de motxilles

El sistema de relleus és un procediment d'actuació per a instal·lacions forestals que pressuposem llargues i que per realitzar-les es compta amb un personal mínim. El sistema es basa en el transport de motxilles de mànegues entre un grup de bombers a trams indeterminats, fins arribar a la punta de llança. Les principals avantatges són:

- Garanteix la contínua arribada de material d'extinció a punta de llança.
- Permet als bombers treballar d'una forma més contínua, absent de sobreexforços.
- Permet mantenir contacte verbal entre tots els components de l'equip.

Per dur a terme aquest sistema amb equip complet, cal que tots els bombers menys el punta de llança surtin des del vehicle equipats amb una motxilla a l'espatlla, la qual al llarg del muntatge de la instal·lació aniran buidant alternativament.

Un cop buida la primera motxilla, el seu portador (bomber 5) retornarà fins el vehicle a amb la motxilla buida per tal de reomplir-la quan arribi al vehicle.

El bomber 5, amb la motxilla plena retornarà cap a la punta de llança. Donat que continua l'extinció de l'incendi, es buidarà una segona motxilla. El bomber 4 retornarà cap al vehicle per recollir més material. En un determinat punt de la instal·lació, es creuaran el bomber 4 i el bomber 5. En aquest punt intercanviaran les motxilles, la plena que porta el bomber 5 i la buida que porta el bomber 4.

Així, repetidament cada bomber caminarà un trajecte indeterminat amb la motxilla plena, i la lliurarà al bomber procedent del cap de la instal·lació que en porta una de buida.

Aquet sistema permet que l'esforç sigui més continu sense sobrecarregar el bomber amb trajectes excessivament llargs amb pes a l'esquena (veure Figura 31).



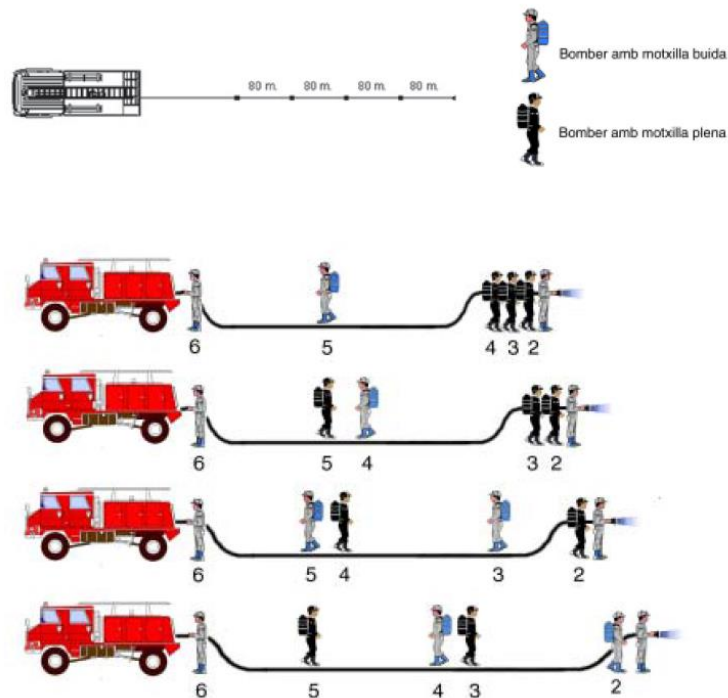


Figura 31.- Sistema de relleu de motxilles

## 5.5. Liquidació i recollida

En les tasques de liquidació es procedirà a remullar al mateix temps que es recull la instal·lació. L'objectiu principal serà assegurar el perímetre de cara a possibles repeses del foc.

La recollida de la instal·lació (normalment en baixada) s'ha d'executar amb un mínim de tres bombers. El bomber 1 (punta de llança) se situa a la punta de la instal·lació, mentre que el bomber 2 se situa un parell de metres per darrera. El bomber 1 inicia el descens remullant el perímetre de l'incendi en direcció a la bomba, de manera que s'escurçarà la instal·lació i es formarà un bucle en la mànega. El bomber 2 recollirà la mànega a treure pel bucle que es crea. Quan el bomber 1 arribi a l'alçada de l'extrem de la següent mànega s'aturarà i la mànega a extreure quedarà correctament estesa per a ser plegada i es buidarà perfectament per gravetat.

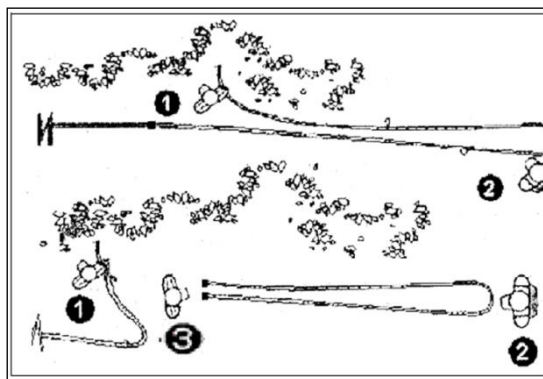


Figura 32.- esquema de recollida d'una instal·lació en baixada

Seguidament el punta de llança tanca la llança i dona l'ordre d'escanyar la mànega per sota seu (bomber 3). Seguidament obrirà la llança per treure pressió, desconnectarà la llança i la tornarà a connectar a la següent mànega. A continuació demanarà que es deixi d'escanyar la mànega i continuarà amb les tasques de liquidació. Seguidament el bomber 2 procedirà a efectuar el plegat de la mànega en madeixa (veure *Figura 32 i 33*).



*Figura 33.- Sistema de plegat de mànegues en madeixa. Foto: J: Blanco 2005*

## 6. LLENGUATGE DEL SISTEMA DE PREDICCIÓ DE CAMPELL

El CPSL (Campbell Prediction System Language) és fàcil d'operar amb els factors bàsics de propagació orientació, vent i pendent. Es tracta de realitzar un breu anàlisi útil per al bomber a l'hora de plantejar tàctiques basades en el comportament previst del foc i delimitar-se la seva validesa en l'espai i el temps (**finestra d'actuació**).

Aquesta lògica es basa en el sistema d'alineació de forces, entenent com a tal el grau de coincidència favorables o desfavorable respecte el front de foc dels tres factors esmentats (veure Figura 34).

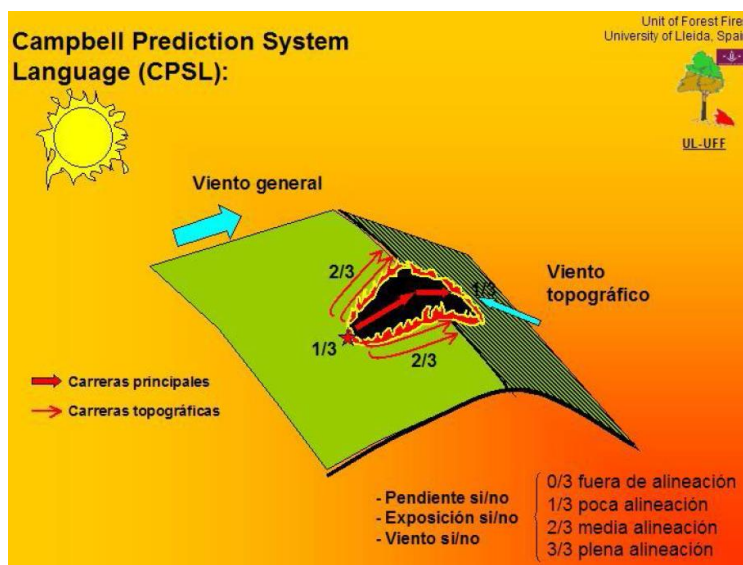


Figura 34.- Utilització del CPSL

### 6.1. Proposta de protocol

La manera d'operar amb lògica de camp és seguir el següent protocol:

- Identificació del patró de propagació de l'incendi.** Definir si el foc és topogràfic, de vent o de combustible o d'alguna tipologia mixta
- Identificació del factor dominant del front (de cada sector de l'incendi).** Identificar quin dels factors vent, pendent i orientació, és el responsable del comportament del foc o quina combinació dels tres. Cal definir l'alineació de forces.
- Definició dels canvis futurs amb que es trobarà el foc.** Identificar el moment i el lloc de l'espai (topografia) en que l'alineació canviarà a millor (l'extinció serà més fàcil, el foc perdrà alineació) o pitjor (l'extinció es complicarà). Quantificar aquest canvi a nivell de variables de comportament del foc longitud de flama (m) i velocitat de propagació (m/min)
- Interpretació de l'efecte dels canvis del factor sobre el foc.** El comportament del foc sota la mateixa alineació serà sempre similar sota les mateixes condicions meteorològiques, topogràfiques i de vegetació. Així, una alineació de 3/3 amb 6 m de flama ens diu que totes les alineacions similars de 3/3 en aquell incendi seran de 6 de flama. Similars vol dir sobre la mateixa pendent, orientació i vegetació. La resta de

correspondències es poden deduir. És important l'observació del foc i l'anotació del seu comportament per tal de poder fer una correcta interpretació dels canvis d'alineació.

e) **Elaboració de prediccions.** Ens cal ara plasmar sobre el mapa els canvis d'alineació i traduir-los a canvi de comportament del foc per tenir dibuixat i definit on tindrem capacitat d'atac i on no podrem tenir garanties d'èxit.

Eines que cal dominar

- Brúixola
- Mapa topogràfic

Processos que cal tenir clars sobre el mapa topogràfic

- Càlcul de pendents
- Càlcul d'orientacions

Normes a recordar

- El sol surt per l'est i la màxima alçada l'assoleix al sud, quan és el migdia.
- Cada hora el sol es mou 15° cap a l'oest.
- A les nostres latituds, les obagues vertaderes són l'orientació NW-NE i la pendent de més de 30°.

## 6.2. Llenguatge de comunicació

El llenguatge de comunicació per un incendi forestal ha de ser un conjunt de construccions fetes, conegudes per tot el personal implicat i que ens permetin ràpidament saber l'estat de l'incendi i la seva evolució futura. No cal que ens perdem en explicacions de matisos i observacions que no duen generalment enlloc més que a la mera constatació d'un sentiment de l'observador, més que subjectiva. Cal comunicar aquests fets i sensacions clara i ràpidament per que tothom les entengui i alhora pugui comunicar-les a altra gent sense que es perdi informació pel camí. Analitzarem primer les expressions a emprar i posteriorment el seu encadenament per a funcionar com un llenguatge com a tal.

### 6.2.1. Construccions bàsiques

*Alineament de forces;* mot per explicar la posició i els factors determinats del foc, és a dir, vent, pendent i orientació. S'usa emprant plena, mitja o nul·la alineació.

*Vent, pendent i temperatura del combustible;* són els factors bàsics que han d'estar dins o fora d'alineació.

*La situació va a millor o a pitjor;* és l'expressió usada per a constatar l'evolució del foc segons el nostre anàlisi de la situació, definint si el comportament del foc millorarà o empitjorarà.

*Combustible calent / combustible fred;* ens serveix per definir l'estat del combustible respecte l'orientació de la vessant on ens trobem.

*Anant a munt o anant avall per la corba;* expressió a usar quan estem treballant amb la tarja d'inflamabilitat i estem identificant la nostra posició temporal i espacial sobre elles.

*Tipus de focs; conduïts per vent, topogràfics o de combustible;* estem definint la tipologia del foc davant el qual ens trobem per tal d'emmarcar ja les tàctiques possibles i el tipus de raonament a emprar.

*Finestra d'actuació;* espai topogràfic i interval de temps en el qual la tàctica és vàlida per garantir el nostre èxit. Ens serveix per definir la validesa de les tàctiques emprades sobre un determinat espai en un interval de temps. Tota tàctica ha d'anar acompanyada d'una **hora de caducitat** i un **espai de caducitat**.

*Què t'està dient el foc?;* és la pregunta per interrogar que ens està explicant el foc sobre com es comporta i què vol fer.

*El límit de control;* es defineix com el límit de comportament del foc (intensitat i flama) al qual amb els nostres mitjans ens podem enfrontar. Per sobre d'aquest nivell les nostres tasques d'extinció són plenament inservibles.

*Tècniques oportunistes o tàctiques basades en la predicció del comportament del foc;* les **tàctiques oportunistes** són les que aprofiten una oportunitat sense anàlisi passat ni futur de la situació. Aplicant aquesta tipologia de treball anem sempre a remolc del foc i ens trobem amb fets "estranyos" i "imprevistos". Les **tàctiques basades en el comportament del foc** ens permeten saber què està fent el foc i quan serà atacable o quan no. Alhora podem posar períodes temporals de validesa a les operacions. Ja no anem a remolc, anem per davant sabent en tot moment què està passant i podent explicar perquè passa el que passa.

### 6.2.2. Articulació del llenguatge

Una construcció típica comunicada hauria de tenir la següent estructura:

- a) Identificació del tipus de foc (en si ja factor dominant) + tipus alineació.
- b) Identificació de la posició del factor clau i evolució immediata.
- c) Delimitació de l'interval de validesa de l'observació.
- d) Constatació del moment i/o lloc de superació de límit de control; punt crític.
- e) Opcions i propostes

## 7. SEGURETAT PERSONAL

En qualsevol maniobra d'atac a un incendi forestal la principal premissa és garantir la seguretat del personal que treballa en l'extinció, tenint en compte en situacions noves i d'estrès, es tendeix a caure en hàbits, i resulta difícil analitzar els punts claus de cadascun dels escenaris. D'aquí la necessitat d'establir un protocol de seguretat en operacions d'extinció d'incendis forestals.

### 7.1. LACES: Protocol de seguretat en les maniobres d'extinció d'incendis forestals

Pretén, com tot protocol de seguretat, mitigar el risc a l'hora d'implementar maniobres d'atac a l'incendi forestal:

**Look-out (guaita):** Persona dedicada únicament a vetllar per la seguretat dels combatents i de l'eficiència de les operacions d'extinció.

El punt de guaita ha de tenir visibilitat sobre:

- La zona en la que es desenvolupen les operacions d'extinció, i l'àmbit de treball dels combatents
- L'incendi forestal
- La zona segura
- La ruta d'escapament

De la mateixa manera ha d'encarregar-se de transmetre la informació sobre diferents aspectes:

- Canvis en el comportament del foc
- Canvis en la meteorologia
- Progressió de les operacions implementades (situacions de poca visibilitat)
- Canvis en l'estratègia i tàctiques a implementar

El guaita ha de tenir capacitat d'anàlisi i interpretació del comportament del foc, i ha de disposar d'un mapa de la zona de l'incendi, brúixola o qualsevol altre sistema d'orientació, aparells meteorològics, medis de comunicació així com equipament i protecció individual.

**Anchor point (punt d'ancoratge):** Qualsevol maniobra d'atac a l'incendi forestal ha de començar i acabar en una zona completament segura, de manera que es garanteixi l'existència de zones en els extrems de l'operació on podem definir clarament la maniobra, i la seguretat del personal combatent. Es durà a terme la maniobra d'extinció d'incendi forestals sempre i quan ens troben en **finestra d'actuació**, és a dir, disposem del temps necessari per desenvolupar la maniobra i ens trobem en la localització adequada de manera que aquesta s'executi amb èxit.

**Comunicación (comunicació):** És fonamental mantenir una comunicació constants entre els combatents, i d'aquest col·lectiu cap a l'escala de comandament. Els missatges a transmetre han de ser clars i concisos, assegurant-se de la correcta recepció dels mateixos en cas que es consideri necessari, i evitant la saturació d'emissores. Les paraules de pronunciació confusa o poc corrents, s'aclariran utilitzant l'alfabet aeronàutic.



La informació a transmetre, a fi de garantir la seguretat dels combatents, ha de contemplar entre altres els següents aspectes:

- Canvis en la meteorologia
- Canvis en el comportament del foc, en l'estratègia d'atac, les tàctiques a implementar i els seus comandaments, les operacions d'execució imminent, etc.
- L'estat del desenvolupament de les operacions d'extinció
- Arribada de nous recursos, ja siguin propis o col·laboracions exteriors

Pot passar que es produeixin errors en els sistemes de comunicació, ja siguin tècnics o humans. Per aquest motiu s'ha d'assegurar el contacte entre individus independentment del sistema de ràdio. S'ha de garantir que tota informació d'especial rellevància disposa d'un flux de transmissió fluït des del centre de comandament avançat a la línia de foc, i viceversa.

Finalment s'ha d'assumir el fet que és responsabilitat de tot combatent comunicar i estar alerta a qualsevol tipus de risc per la seva persona i la de la resta de combatents i transmetre'ls.

**Escape route (ruta d'escapament):** Ruta definida de manera prèvia a la implementació d'una maniobra d'extinció d'incendis forestals, i que pretén arribar a la zona segura de la manera més ràpida i segura possible. Aquesta ruta ha de complir els següents requisits:

- Ser coneguda per tots els implicats en les operacions d'extinció
- Assegurar que sigui visible i transitable al llarg de tot el seu recorregut, i estar exposada al camp de visió del guaita
- Garantir, en cas de perill imminent pels combatents, que disposem de temps suficient per arribar a la zona segura. Per aquest motiu s'ha de considerar la velocitat d'avanç de la unitat la velocitat del membre més lent de la mateixa
- És possible, i desitjable, definir diferents rutes d'escapament. No obstant ha de quedar molt clar de manera prèvia a la implantació de la maniobra, quina ruta d'escapament correspon a cadascuna de les diferents unitats, i en quin moment han d'abandonar les operacions d'extinció

**Safety zone (zona segura):** Zona desproveïda de combustible, i suficientment àmplia per evitar el calor de la radiació i convecció del front de flames.

## 7.2. Les 13 situacions de perill

- Construcció d'una línia de defensa vessant avall cap a l'incendi. Definir rutes d'escapament i zones segures. Mantenir permanentment comunicacions amb la resta de combatents i el guaita
- Quan es combat l'incendi en un vessant amb caiguda de material rodant, font de nous focus secundaris. Explorar la zona per detectar material rodant i focus secundaris
- En el moment que el mòdul, o bé la direcció del vent canvia

- Canvi crític en la temperatura o bé en la humitat relativa. En aquest sentit intervé de manera significativa qualsevol canvi en l'alineació de forces de l'incendi forestal
- Quan ens trobem en una línia de defensa amb combustibles pesats, secs, i no cremem entre nosaltres i l'incendi. Especial atenció a les propagacions explosives
- Situacions en què resulta difícil accedir a els rutes d'escapament, ja sigui per l'orografia o per les condicions intrínseques de la vegetació
- Treballar en terrenys desconeguts, especialment si és de nit i no hem reconegut el terreny durant el dia
- Desconeixement dels factors a nivell local, que defineixen el comportament de l'incendi forestal. Per reduir el nivell de risc és necessari recollir la màxima informació sobre la zona on s'està treballant
- Qualsevol maniobra d'atac directe al foc amb vehicle d'incendis sota condicions extremes
- Generació de focus secundaris
- Pèrdua de visibilitat del front principal de l'incendi i de comunicació amb el guaita o amb aquells combatents que el puguin visualitzar. A l'implementar un atac directe començar per la cua de l'incendi i progressar pels flancs. Mai avançar del front cap a la cua
- Si no s'han entès clarament les instruccions, la tàctica o el càrrec assignat, demanar un aclariment ja que qualsevol confusió pot implicar errors operatius i comprometre la seguretat dels combatents
- No descansar ni dormir mai prop de la línia de foc. S'ha de garantir els períodes de descans i una correcta alimentació a totes les persones que treballen en les tasques d'extinció de l'incendi. S'ha de preveure una zona per descansar i menjar apartat del foc i dels vehicles en moviment.

### **7.3. Les 10 normes de seguretat**

Normes sobre el comportament del foc:

- Mantenir-se informat sobre les condicions meteorològiques i les previsions
- Mantenir-se sempre assabentat del comportament de l'incendi
- Qualsevol acció contra l'incendi ha de ser segons el comportament actual i futur del mateix

Normes sobre seguretat:

- Mantenir rutes d'escapament per tot el personal i donar-les a conèixer
- Mantenir un lloc d'observació quan existeixi la possibilitat de perill

- Mantenir-se alerta i calmat, pensar clarament i actuar amb decisió

Normes sobre el control de les operacions:

- Mantenir comunicació amb tot el personal que intervé en les operacions d'extinció
- Donar instruccions clares i assegurar-se que tot el personal les ha entès
- Mantenir el control del personal en tot moment

Norma general:

- Combatre l'incendi mantenint la seguretat com la primera consideració

#### 7.4. Equips de protecció individual

S'anomena a l'equip de protecció individual (EPI) a aquells equips homologats i certificats que porta el treballador per protegir-se per la seva salut i seguretat. S'ha de ser conscient que un EPI no disminueix el risc, sinó que tan sols minimitza les seves conseqüències.



Figura 35.- Bomber GRAF amb l'equip de protecció individual. Foto: EBSCC

#### Roba ignífuga

Poden distingir-se dos models principals, la granota i el conjunt pantaló i camisa. Amb aquests elements protegim la pell del cos, tronc i extremitats de la radiació calòrica i de les espurnes. El disseny ha d'incorporar bandes reflectores i colors cridaners per destacar en la distància dins del bosc. És important destacar dues qüestions sobre la roba ignífuga:

- Quantes més capes més protecció
- La millor protecció la dóna la capa d'aire que es genera entre el teixit i la pell



*Figura 36.- Bomber GRAF equipat amb pantaló i jaqueta ignífuga*

### **Protector de nuca**

Peça de roba de teixit ignífug amb subjecció al casc o al cap i amb una tira de velcro, que protegeix el coll de la radiació tèrmica establint una capa d'aire entre la pell i el teixit.

### **Casc**

De material no metàl·lic, aïllant elèctric, resistent a cops i calor (sense deformacions permanents a 100°C), de colors vius i amb sistema de ventilació. Protegeix en cas de caiguda i cops al cap, a banda del material incandescent en suspensió.

### **Ulleres**

Protegeix els ulls de la pols i de petites partícules que poden generar-se en la utilització de les eines mecàniques, mitjans aeris, fums, etc. Han de ser resistents a la calor, antibaf, estanques i amb camp de visió ampli i d'una sola peça amb opció a integrar-se al casc. Han de tenir una banda elàstica, han de ser muntatge ràpid a part de ser regulables. En zones amb elevada exposició solar poden incorporar protecció UVA.

### **Màscara antipartícules**

Protegeix els vies respiratòries. És un filtre de partícules i no de fum. Ha de presentar baixa resistència a la inhalació i exhalació i ser de fàcil transport. La normativa de Protecció EN-149 les determina com altament eficaces contra partícules sòlides (FPP2).



Figura 37.- Bomber GRAF amb casc, ulleres, protector de nuca i màscara antipartícules

### **Fire-shelter (Refugi ignífug)**

Element de seguretat d'un sol ús. En cas d'incendi pot salvar-nos la vida si ens hi refugiem. La clau per al seu ús està en l'elecció de l'emplaçament: zones sense vegetació per evitar la radiació directa i la convecció.



Figura 38.- Fire-shelter o refugi ignífug

### **Guants**

De pell, amb prolongació fins l'avantbraç, amb costura hidròfuga. Preferentment de color groc i amb mosquetó de subjecció. Protegeix dels fregaments amb els mànecs de les eines i de petits talls produïts per les fulles de les eines.

### **Botes**

De les tres categories que existeixen (de treball, de protecció i de seguretat) la més utilitzada és la de seguretat. De cuir i ajustades al turmell, de mitja canya amb cordons i sense sivelles ni punteres de ferro. La sola serà no lliscant, cosida o vulcanitzada, i mai de goma. Protegeixen de caigudes o torçades, així com de talls i cops contra les eines o altres objectes.



## REFERÈNCIES

**CASTELLNOU M. 2005.** Seguridad en la extinción. Selección y contratación de personal

**GRILLO F., CASTELLNOU M., MOLINA D., MARTÍNEZ E. & FABABÚ D. 2008.** Análisis del incendio forestal: Planificació de la Extinció. Ediciones AIFEMA

**GRILLO F., FABABÚ D. & MOLINA D. 2009.** Incendios Forestales I: Módulo Básico. Ediciones AIFEMA

**ESCOLA DE BOMBERS I SEGURETAT CIVIL DE CATALUNYA. 2002.** Documentació del curs bàsic de bombers de la Generalitat de Catalunya

**MOLINA D., BLANCO J., GALÁN M., POUS E., GARCÍA J. & GARCÍA D. 2009.** Incendios Forestales: Fundamentos, Lecciones Aprendidas y Retos de Futuro. Ediciones AIFEMA