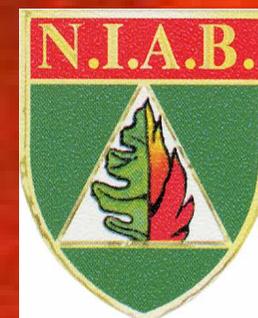


Tecniche d'investigazione sulle cause d'incendio boschivo



*Dipartimento di
Scienze dell'Ambiente
Forestale e delle sue
Risorse (Di.S.A.F.Ri.)
Università degli Studi
della Tuscia Viterbo*



**CORPO FORESTALE DELLO STATO
ISPETTORATO GENERALE
N.I.A.B.**

Nucleo Investigativo Antincendio Boschivo

Finalità dell'attività investigativa

- **determinare** le cause degli incendi forestali,
- **identificare** le situazioni a rischio per metter a punto, validandone l'efficacia, tecniche idonee di controllo.

Fondamentale è l'individuazione del punto d'origine

- Localizzando il punto d'origine si potranno cercare e individuare prove materiali;
- ricostruire l'evoluzione dell'incendio dal suo inizio;
- individuare e classificare la causa
- procedere all'identificazione dell'autore confrontando gli indizi con le prove e le testimonianze ottenute.

Metodologia operativa

Gli investigatori, giunti sull'area incendiata, mettono in atto una metodologia che, attraverso fasi successive permette di:

- delimitare l'area di inizio;
- determinare e validare il punto di inizio;
- cercare il mezzo d'iniezione.

Prodotto finale del processo investigativo: **Informativa Tecnica d'investigazione.**

Processo investigativo

L'investigazione inizia con la notizia stessa dell'incendio, ottenuta in tempo reale grazie al contatto permanente e diretto tra la rete di detezone degli incendi forestali ed i nuclei investigativi.

Alla notizia fa seguito l'immediata annotazione dell'ora e della data di allarme e dei dati di chi ha dato l'allarme che, potrebbe risultare essere l'unico testimone interrogabile.

Si procede poi alla raccolta della serie storica degli incendi verificatisi nella zona colpita, delle cause ricorrenti e dei dati meteorologici dei giorni precedenti e del momento dell'incendio.

Caratteristiche delle note raccolte durante l'investigazione:

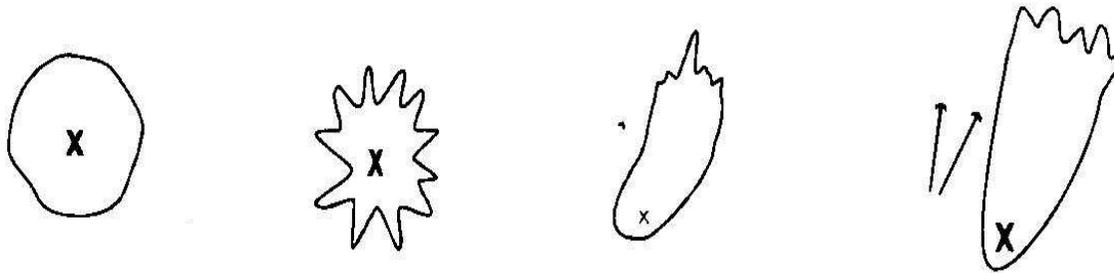
- **Esse devono risultare:**
- **leggibili:** interpretabili da chiunque debba consultarle (es. utilizzare parole complete al fine di evitare interpretazioni scorrette)
- **sintetiche:** periodi brevi, evitando lunghe descrizioni
- **descrittive:** anche facendo ricorso a schizzi o disegni
- **esatte:** i dati relativi a ore, date, luoghi, condizioni meteo, veicoli, etc., vanno raccolti con esattezza
- **discrete:** Evitare tassativamente la trasmissione di opinioni e conclusioni personali sia nelle note che nei discorsi.

Determinazione della geometria dell'incendio

Quando un incendio è di piccole dimensioni l'investigatore osserva direttamente tutto il suo perimetro e riesce facilmente a determinare l'area d'inizio nella quale individua il punto/i d'inizio.

Nel caso di investigare un incendio di grandi dimensioni, osservabile nella sua totalità solo dall'alto, è necessario delimitare una zona di lavoro facendo ricorso ai modelli teorici geometrici di propagazione. I modelli geometrici di propagazione sono otto, e si diversificano in funzione della topografia, della pendenza, della presenza/assenza del vento, della distribuzione dei combustibili, ecc..

Modelli geometrici di propagazione(1-4)



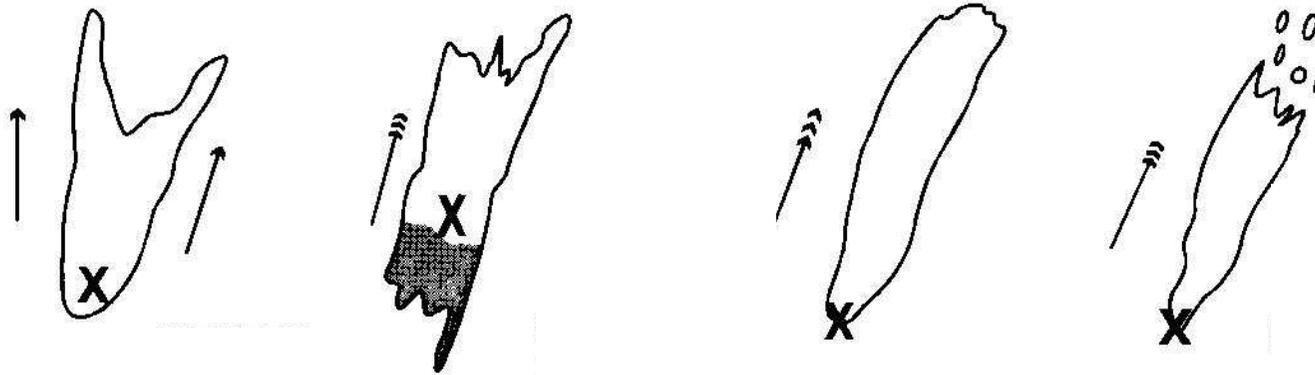
1: vento lieve o assente, terreno pianeggiante, distribuzione uniforme dei combustibili.

2: vento variabile, topografia irregolare, combustibili eterogenei.

3: vento lieve e leggera pendenza, distribuzione uniforme dei combustibili.

4: propagazione rapida con vento variabile, elevata pendenza.

Modelli geometrici di propagazione (5-8)



5: due pendenti separate da un fondo valle, vento variabile

6: pendenza elevata, vento forte

7: fuoco spinto da vento forte e leggera pendenza

8: vento forte, distribuzione eterogenea dei combustibili, pendenza elevata e comparsa di fuochi secondari

Individuazione del punto di inizio e ricerca della prova materiale

Una volta determinata la geometria dell'incendio e stabilita una zona d'inizio, più o meno ampia, è necessario ridurla per ottenere l'area d'inizio. In questa fase l'investigazione è incentrata anche alla ricerca del mezzo d'iniezione. L'area d'inizio viene stabilita applicando il *Metodo delle evidenze fisiche*.

Questa tecnica d'indagine permette di:

- ▶ ricostruire l'evoluzione di un incendio forestale attraverso lo studio delle tracce o segni che il fuoco ha lasciato sulla vegetazione e sul mezzo fisico;
- ▶ determinarne il punto d'origine;
- ▶ classificarne la causa e identificare l'autore materiale o quantomeno le sue motivazioni.

l'evoluzione dell'incendio viene ricostruita attraverso la ricerca e l'analisi delle tracce o **indicatori**.

Essi sono i segni che il passaggio del fuoco ha prodotto sulla vegetazione e sull'ambiente fisico; dal loro esame si ottengono informazioni sulla direzione della propagazione, sull'intensità di calore e sulla velocità di avanzamento dell'incendio. La corretta interpretazione degli indicatori permette di localizzare i punti d'inizio del fuoco, obiettivo fondamentale del processo investigativo, poiché attraverso essi si rilevano preziose informazioni sui mezzi d'iniezione e sulle cause.

I principali **indicatori** sono:

- **Grado di danni**
- **Modello di bruciatura**
- **Esposizione / Protezione**
- **Distacco della corteccia**
- **Modalità di carbonizzazione**
- **Desquamazione**
- **Pietrificazione di rami**
- **Macchie di fuliggine**
- **Colore delle ceneri**
- **Steli di graminacee**

• **Grado di danni:** Il volume di materiale vegetale colpito dal fuoco dipende dal vento dominante, dalla pendenza e dalla quantità di combustibile presente.

Risulta utile per confermare la direzione di avanzamento delle fiamme e ottenere informazioni relative al suo comportamento



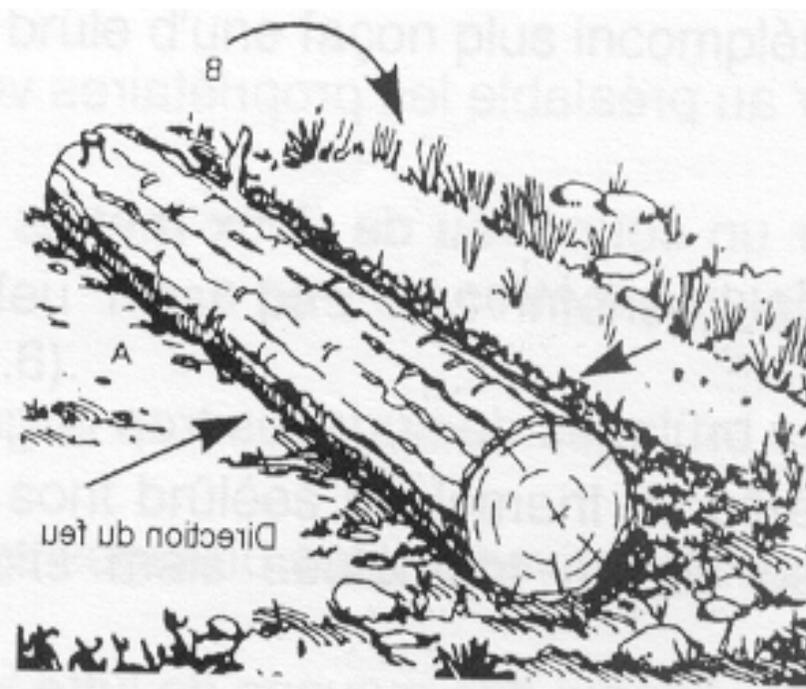
• **Modello di bruciatura:** ciascun tipo di vegetazione, in funzione del suo stato, brucia in maniera determinata, dando all'incendio una forma caratteristica.

Esaminando il modello di propagazione si potranno notare discrepanze o zone in cui il comportamento è diverso da quello previsto e nella quale può essere localizzata qualche prova materiale.



• **Esposizione / Protezione**: si manifesta in presenza di ostacoli che risultano “marcati” dal passaggio del fuoco per effetto del calore.

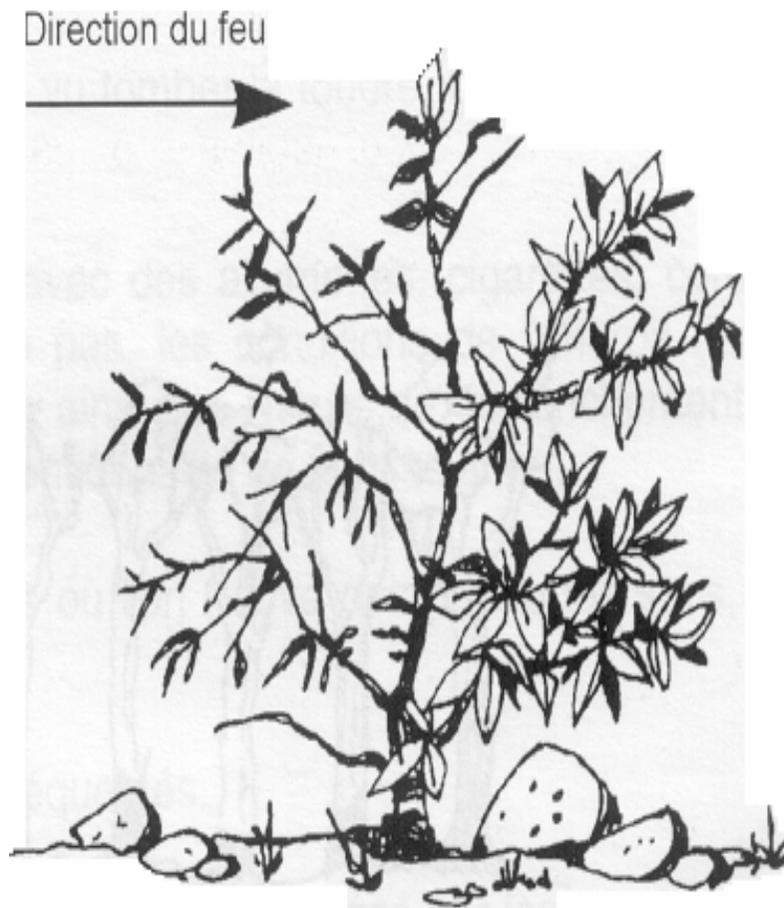
Combustibili e altri elementi quali pietre, rami, strobili, etc, che si trovano nelle vicinanze dell’area d’origine presentano una parte annerita e una intatta che indica la direzione di propagazione del fuoco.





Erbe e rametti sottili:

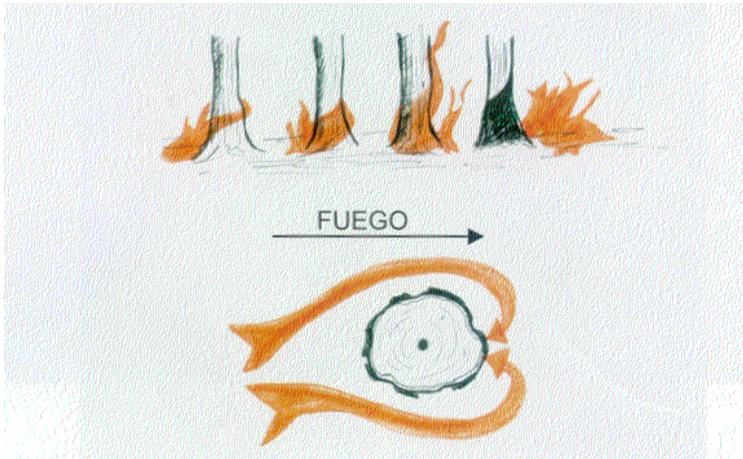
quando il fuoco comincia e non è ancora abbastanza forte, annerisce i rametti e li indebolisce piegandoli dalla parte d'origine del fuoco.

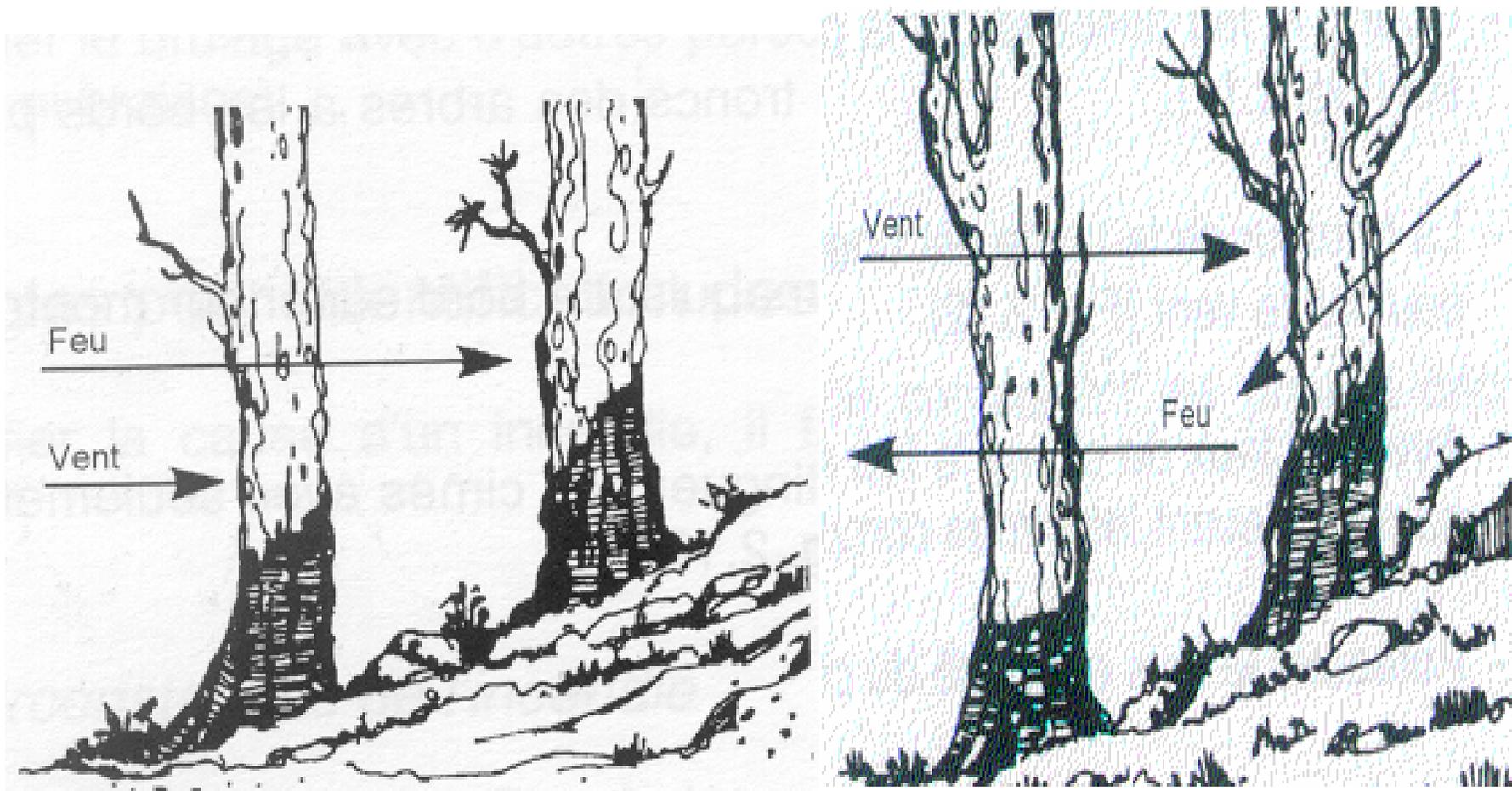


Combustibile protetto:

quando il fuoco comincia e non è ancora abbastanza forte, brucia la parte di ciuffi d'erba che trova all'inizio riducendoli in cenere mentre dalla parte opposta risultano bruciati e anneriti in modo incompleto

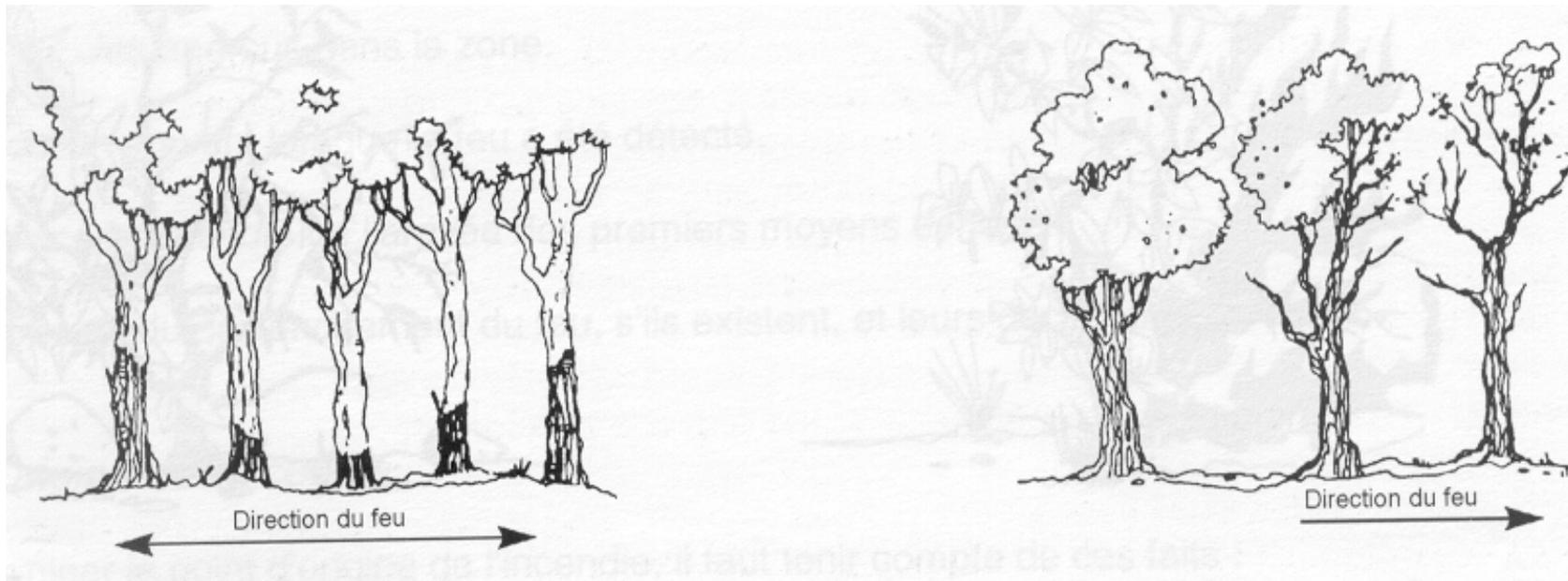
- **Modalità di carbonizzazione**: Sono i segni lasciati dal fuoco durante il suo passaggio sui tronchi degli alberi. Assumono un aspetto particolare in funzione delle caratteristiche del combustibile, della direzione del vento e di propagazione dell'incendio.





(A) Nella parte sotto vento, la “macchia” di corteccia annerita risale di più per un doppio effetto. Il tronco provoca un vuoto che fa salire le fiamme; a questo si aggiunge il calore radiante del fuoco che è passato.

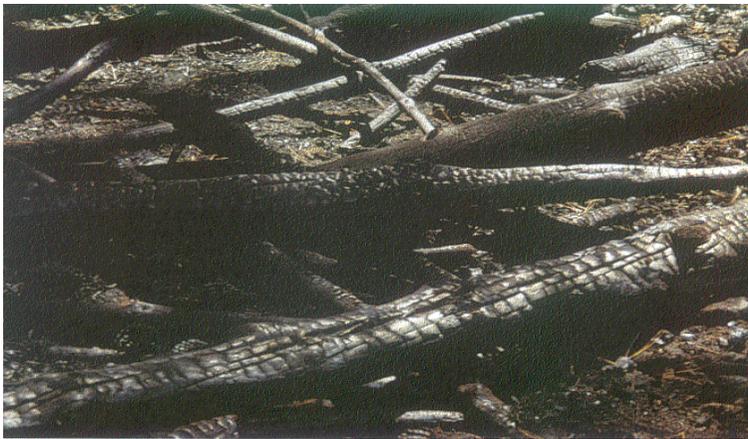
(B) Se il fuoco scende lungo un versante la “macchia” nera presenta il bordo parallelo al suolo



(A) Nei fuochi che si originano nelle macchie sotto alto fusto, l'altezza della tacca è funzione di quella della macchia; il suo bordo superiore indica il verso in cui soffia il vento

(B) Nei fuochi di chioma l'incendio si muove dal suolo verso la cima dell'albero. Pertanto prima di vedere fronde bruciate si osservano cime intatte con tronchi anneriti.

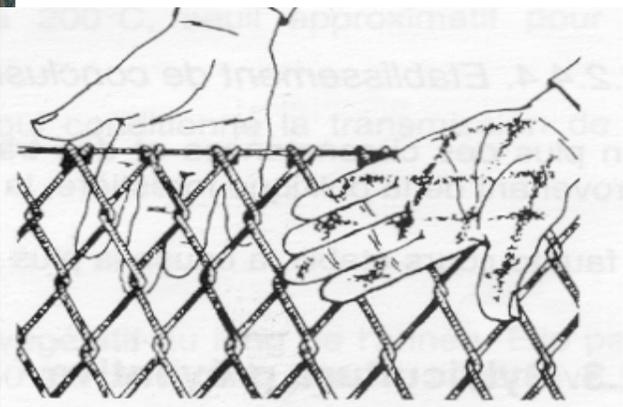
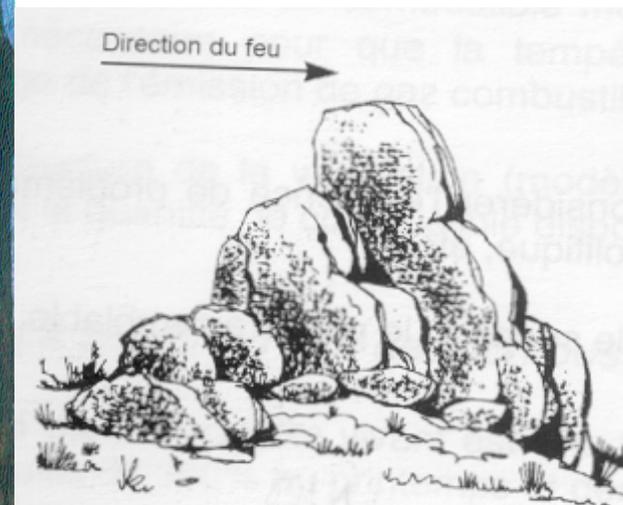
• **Desquamazione:** Risultato della carbonizzazione profonda del legname che provoca la desquamazione in squame nere e brillanti. In questo caso la direzione di propagazione si determina stabilendo quale lato del tronco risulta più bruciato



• **Pietrificazione di rami**: aspetto che i rami sottili degli arbusti assumono per effetto del calore.; Nelle zone in prossimità del punto d'inizio o con lunghi tempi di residenza delle fiamme, sembreranno come pietrificati e si presenteranno piegati in verso la direzione di propagazione del fuoco.



- **Macchie di fuliggine:** piccoli **particolati carboniosi** che si formano come risultato **della combustione incompleta**. Questi particolati sono trasportati dal fumo che **si propaga nella stessa direzione d'avanzamento del fuoco**, peratanto possono rinvenirsi in zone in cui non vi è stata la combustione di materiale vegetale. Quest'indizio si può osservare sotto forma di punti (macchie) su rocce, tronchi, etc.



•**Colore delle ceneri:** Il colore delle ceneri indica il tempo di permanenza della fonte di calore in un determinato punto, essendo più grigiastra dove la combustione è stata completa. Questo effetto va tenuto presente quando si è alla ricerca del mezzo d'iniezione, poichè in molte occasioni i suoi resti o possono aver calcinato i combustibili adiacenti il cui colore grigiastro può risaltare sul terreno o aver assunto essi stessi un colore grigiastro(stoppini, parti di razzo)
Discrepanza nel modello di bruciatura



• **Steli di graminacee:** le graminacee possono avere le seguenti trasformazioni:

se si trovano in prossimità del punto d'inizio del fuoco e questo non ha una direzione definita gli steli perdono turgore e cadono in direzione del punto d'inizio;

se il fuoco acquista potenza e comincia a muoversi in una direzione definita i culmi bruciandosi alla base si rompono; la parte più bassa si troverà nel punto d'inizio del fuoco e la più alta nella direzione di propagazione



•**Distacco della corteccia**: si verifica in piante con corteccia fragile che riscaldandosi perde umidità e salta in forma di placche nella zona opposta rispetto alla direzione del fuoco



Attraverso l'interpretazione degli indicatori l'investigatore riesce a realizzare sul terreno *il cammino di propagazione* e a definire il *Quadro degli indicatori*.

Il **cammino di propagazione** si individua collocando bandierine rosse nei punti in cui risulta più chiara la traccia lasciata dal fuoco. La punta delle bandierine viene orientata in modo da indicare il percorso di progressione dell'incendio.

In questo modo si arriva alla delimitazione di una piccola superficie che viene immediatamente delimitata con nastro segnaletico e nella quale può accedere solo il team d'investigazione: **l'area di inizio**.

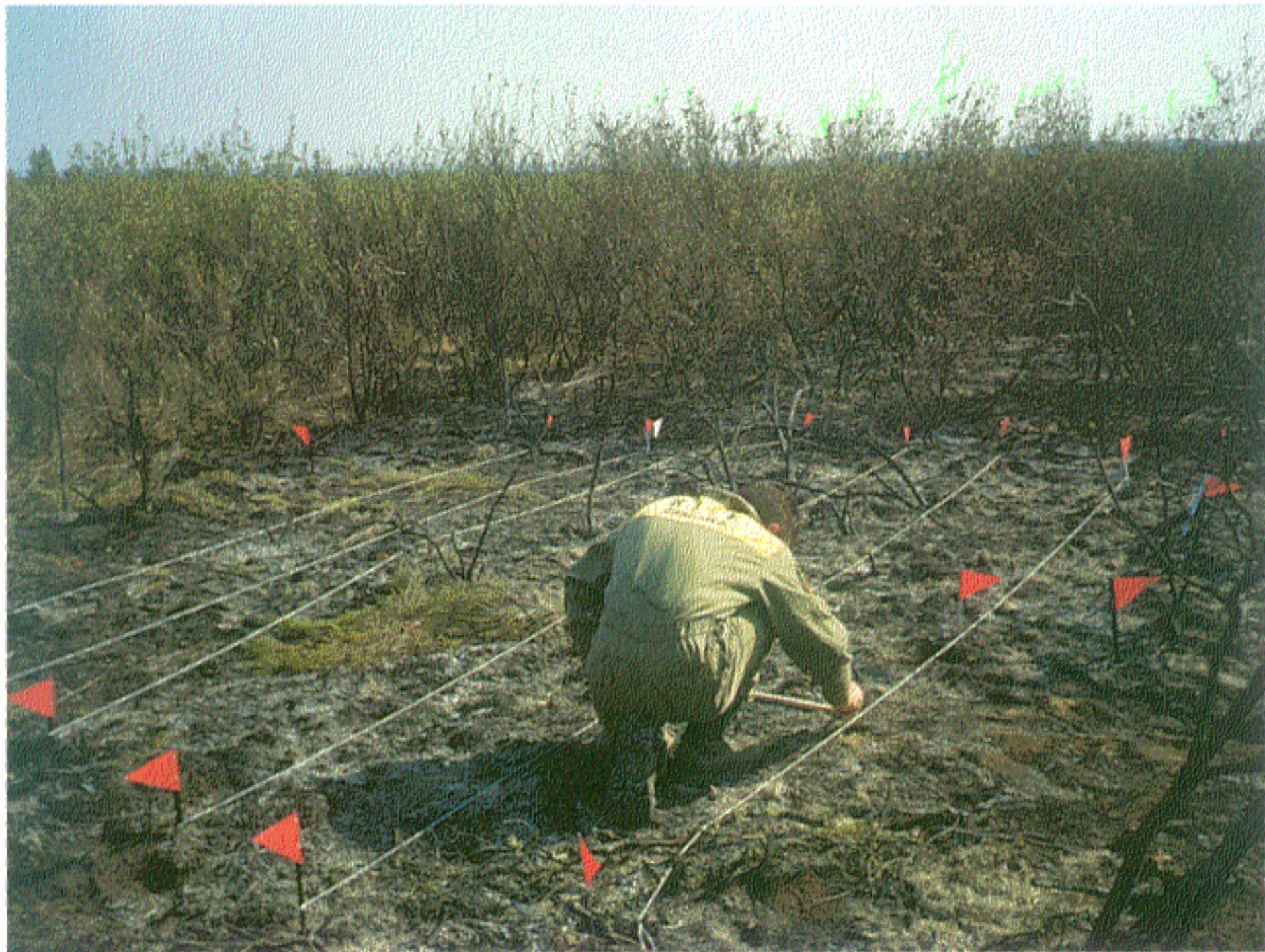
In quest'area andranno ricercate le informazioni necessarie per individuare la causa dell'incendio.

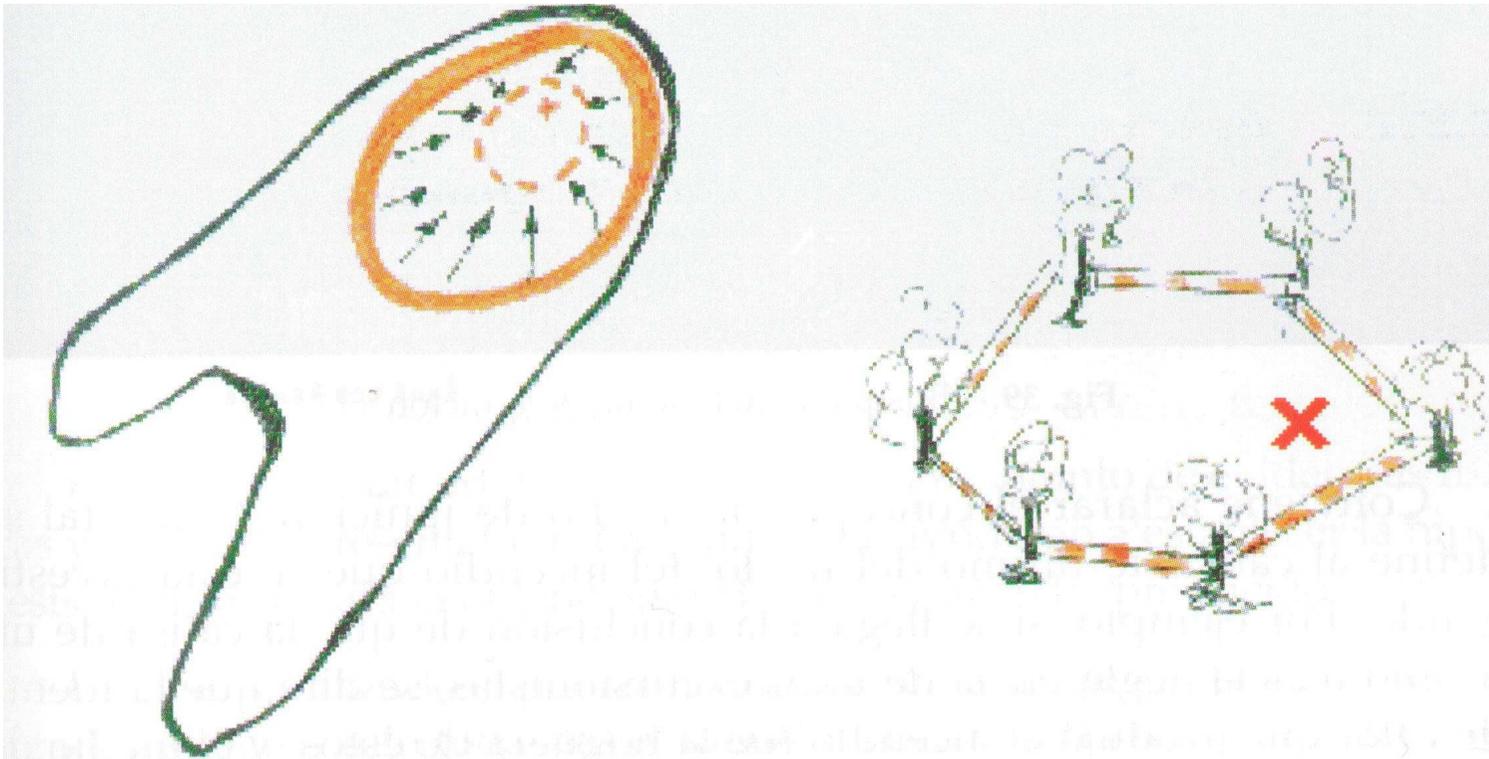
La validazione dell'area di inizio viene effettuata comprovandone l'ubicazione attraverso il confronto con le informazioni ottenute da eventuali testimoni e/o dal personale dei primi mezzi di estinzione giunti sul posto.

Si procede poi alla determinazione del **punto d'inizio** suddividendo l'area stessa in piccole particelle (50 cm di larghezza) che vengono esaminate scrupolosamente alla ricerca delle prove materiali e possibilmente del mezzo d'ignizione.

Il quadro degli indicatori, l'elencazione della serie di tracce presenti nella zona d'inizio dell'incendio, elaborato dagli investigatori ha l'obiettivo di stabilire un'ipotesi della causa d'incendio.

Una volta formulato esso va confrontato con la serie di quadri sviluppati corrispondenti a differenti tipologie (fulmini, fuochi d'artificio, fuochi intenzionali, abbruciamenti di residui agricoli, attività ferroviarie, fumatori, abbruciamenti di spazzatura, attività ricreative, caccia e animali selvatici, altre attività) per cercare di comprovare se i fatti registrati corrispondono con quelli caratterizzanti una o più tipologie.





-  Perimetro dell'incendio
-  Indizi (tracce)
-  Zona d'inizio determinata attraverso la geometria
-  Area d'inizio delimitata
-  Punto d'inizio

Procedimento per la determinazione dell'area d'origine

Quadro degli indicatori degli incendi causati da fulmini

Tracce presenti:

- Cielo nuvoloso o presenza di nembocumuli.
- Tuoni
- Presenza di picchi o alberi dominanti nell'area
- Presenza di felci o altri indicatori di umidità
- Suolo scoperto all'interno dell'area
- Suolo rimosso, rocce e pietre spaccate
- Materiale vetroso fuso
- Ferite recenti sugli alberi (ampia tipologia)
- Varie scariche → vari punti d'inizio
- Segnali di carbonizzazione sotto i pali in legno (elettrici)

Attenzione: sotto i parafulmini e le linee d'alta tensione, il comportamento del fuoco può differenziarsi rispetto a quello abituale.

Quadro degli indicatori degli incendi causati da fuochi d'artificio

Indizi presenti:

- Punto d'inizio all'interno della massa forestale.
 - detonazioni in luoghi in cui non è stato visto nessuno
 - **Sagre, festività, commemorazioni particolari**
 - Luoghi con ornamenti di festa
 - Resti di razzi e altro materiale pirotecnico
 - **Ceneri molto bianche e fini**
 - Possibile autoignizione di materiale pirotecnico al momento non esploso dopo alcuni giorni, dovuto alla degradazione per calore
 - Lancio clandestino di razzi, etc.
 - Possibilità di occultamento se l'incendio inizia durante la festa
- Attenzione:** Necessità di relazionare questo quadro con quello relativo agli indicatori per i fuochi intenzionali.

Quadro degli indicatori degli incendi causati da caccia e animali selvatici

Indizi presenti:

- Presenza di macchia densa.
- Segnali del passaggio di animali nelle aree agricole
- danni nelle aree agricole (giovani impianti, mais)
- Segnali di presenza di fauna selvatica (orme, escrementi, morsicature, etc)
- Artefatti per scacciare la fauna
- Presenza di riserve
- Possono essere stati divelte, se presenti, tabellazioni delle riserve, soprattutto se poste di recente

Attenzione: E' necessario confrontare questo quadro con quello relativo ai fuochi intenzionali

Quadro degli indicatori degli incendi causati da **bruciature** **in ambiente agrario**

Indizi presenti:

- Terreno agricolo nelle vicinanze. Bruciatura nel centro di una zona pulita
- Direzione del vento dal mucchio verso l'area d'inizio
- Presenza di materiale carbonizzato su tetti, muri, recinti e rocce le cui dimensioni diminuiscono avvicinandosi all'area d'inizio
- Presenza di combustibile leggero con umidità al di sotto della umidità d'ignizione all'ora d'inizio dell'incendio
- Lavori agricoli recenti (irrigazioni, mietiture, sarchiature, etc.)
- Mucchi di cenere ancora caldi o recenti sparsi al suolo
- Segnali di tentativi di spegnimento da parte degli autori dell'incendio (sfregamenti del terreno, rami tagliati, attrezzi abbandonati)

Quadro degli indicatori degli incendi
provocati da traffico ferroviario

-
Passaggio di treni

- Inizio degli incendi collegato al passaggio di treni
- Molto frequente al passaggio di treni merci (specialmente se sovraccarichi)
- I fuochi appaiono spesso in luoghi attuali di frenate (curve, passaggi a livello, fermate, etc.)
- Apparizione di più fuochi in mezzo alla strada ferrata
- La gente del luogo nota di frequente la proiezione di scintille

Lancio di oggetti dai treni in corsa

- Coincidenza tra inizio degli incendi e passaggio dei treni
- Presenza di un fuoco d'inizio
- Punto d'inizio nel raggio d'azione del vento.

Quadro degli indicatori dei **fuochi intenzionali**

Caso generale

- Non si rinviene il mezzo d'ignizione (es. accendino)
- Dispositivi ritardanti o acceleranti (candele, fiammiferi)
- Più focolai
- Maggior frequenza nelle ore centrali del giorno o all'imbrunire
- Vicino a vie di comunicazione
- Sulle strade il punto d'inizio è localizzato nella parte a monte della salita

Attribuibili a teppisti

- Vari fuochi, spesso molti
- Zone abituali di gioco o ritrovo
- Vicino a centri abitati
- Si rinviene il mezzo d'ignizione
- Difficile stabilire un modello di bruciatura

Per determinare l'intenzionalità è necessario conoscere:

- modus operandi
- serie storica per stabilire relazioni
- testimonianze

Quadro degli indicatori per fuochi dovuti
alle **attività ricreative**

Indizi presenti:

- Sotto zone ombreggiate da alberi frondosi
- Luoghi molto frequentati e apprezzati**
- Presenza di zone a macchia
- Tracce di pneumatici**
- Mozziconi di sigarette
- Formicai
- Resti di falò (a volte con protezione di pietre)**
- Deposito di cenere
- Inizio nel pomeriggio o all'imbrunire**

Quadro degli indicatori per fuochi dovuti alle
attività agricole

1 Rinnovazione di pascoli

Zone di pastorizia (tracce di presenza del bestiame)

Macchia di 3 o più anni

Presenza di zone in precedenza incendiate

Numerosi focolai

Ora d'inizio nel pomeriggio con più focolai

2 Bruciatura di stoppie

Aree tradizionalmente coltivate a cereali

Presenza di stoppie carbonizzate

Segni di altre attività agricole

3 Trasformazione o ripulitura del terreno

Presenza di vegetazione invasiva non tagliata

Localizzazione in prossimità di aziende agricole

Abbondanza di resti in combustione (rami, tronchi, ecc.)

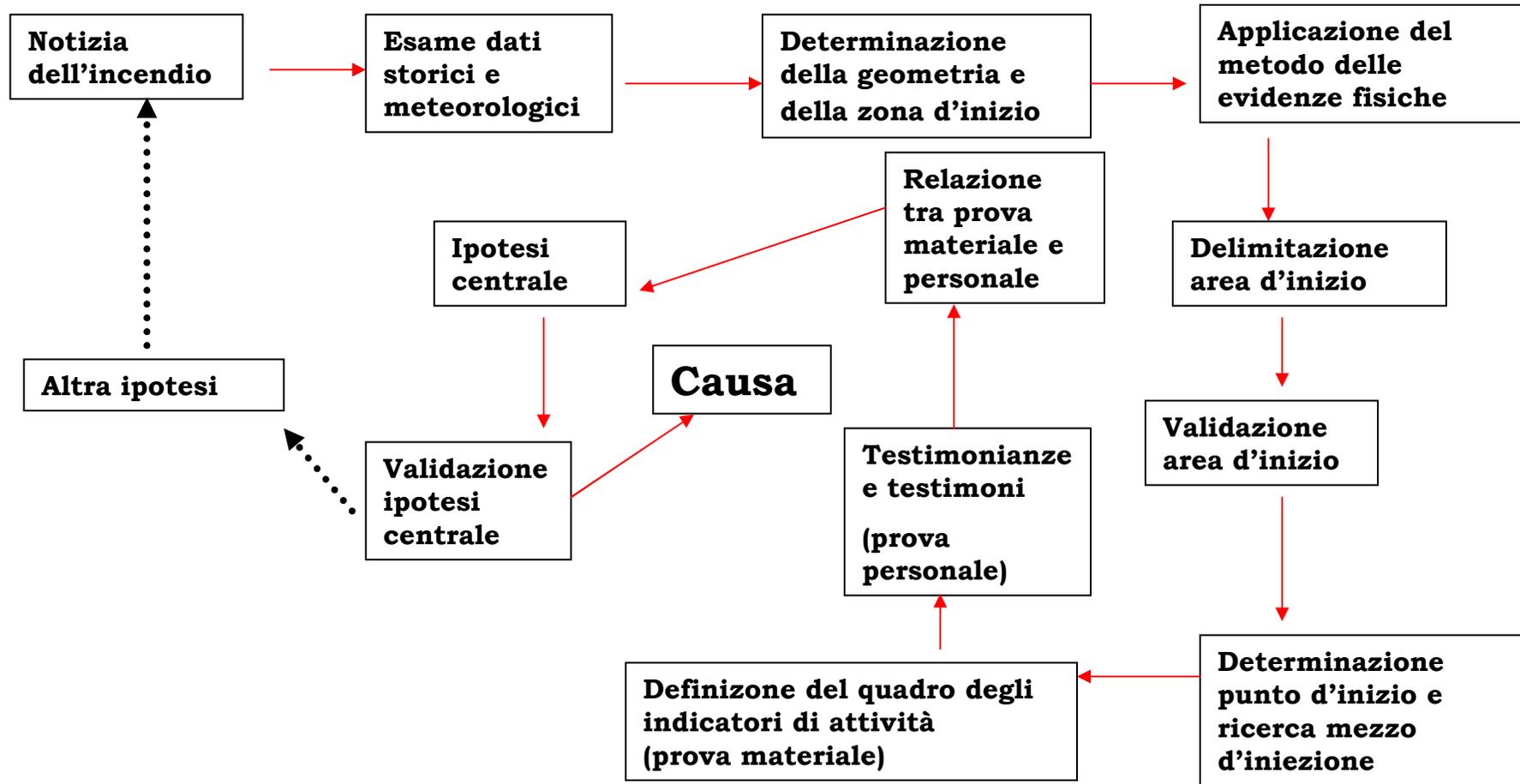
Ripulitura di sentieri e accessi, apertura di strade

Definizione di un'ipotesi sulla causa d'incendio

A questo punto per poter stabilire un'ipotesi sulla causa d'incendio gli investigatori devono comprovare le relazioni esistenti tra prove materiali e personali raccolte durante l'investigazione.

Se si supera questo ulteriore processo di validazione, viene stabilita la causa che ha provocato l'incendio.

Processo d'investigazione



The five W rule in forest fires

W	Description	Tools	Degree of knowledge
WHAT (Che cosa)	Type of fires	Observation, Photos, Simulation,	Very good
WHERE (Dove)	Site of fires	R.S., Satellite, Gps,	Excellent
WHEN (Quando)	Time of fire	R.S., Satellite, Gps,	Excellent
WHO (Chi)	Author	Surveys, Interviews, Investigation,	Rather poor
WHY (Perchè)	Reason for Setting fire	Investigation, Key-informants, Semi-structured interviews, Field observation	Very poor

Obiettivi conseguibili sviluppando l'attività d'identificazione delle cause d'incendio:

- 1) Individuazione della causa d'incendio attraverso una serie di dati oggettivi desunti dall'attività sul campo.
- 2) Differenziazione territoriale e subterritoriale del fenomeno in funzione delle cause.
- 3) Caratterizzazione delle cause, caratterizzazione e catalogazione delle modalità d'innescio
- 4) Realizzazione di banche dati e supporti cartografici relativi alle distribuzioni delle cause d'incendio per unità amministrativa (Comune, Provincia, Regione) aggiornabili al fine di indicare il trend del fenomeno e la relativa efficacia delle azioni di contenimento.
- 5) Supportare la pianificazione delle attività preventive e repressive attraverso la messa a punto di specifiche azioni in funzione della tipologia di causa incombente sulla porzione territoriale analizzata.



GRAZIE PER LA CORTESE ATTENZIONE