



CONSIGLIO REGIONALE DEL VENETO

X LEGISLATURA

*ALLEGATO ALLA DELIBERAZIONE CONSILIARE N. 14 DEL 28 GENNAIO 2020
RELATIVA A:*

**ADOZIONE DEL DOCUMENTO DI ANALISI DEL PERICOLO INCENDI
BOSCHIVI NELLE AREE SOGGETTE A SCHIANTI A SEGUITO DELLA
TEMPESTA VAIA. LEGGE 21 NOVEMBRE 2000, N. 353.**

ALLEGATO A



REGIONE DEL VENETO

**IL PERICOLO DI INCENDI BOSCHIVI NELLE AREE SOGGETTE A
SCHIANTI A SEGUITO DELLA TEMPESTA VAIA**

La presente pubblicazione è stata realizzata dalla Direzione Protezione Civile e Polizia Locale della Regione del Veneto

Autori:

Rolando Rizzolo – Direzione Protezione Civile e Polizia Locale; Regione del Veneto

Coordinamento Tecnico – Amministrativo:

Luca Soppelsa – Direttore Direzione Protezione Civile e Polizia Locale; Regione del Veneto

Emanuela Ramon – Direttore U. O. Antincendi Boschivi e Strutture Periferiche; Regione del Veneto

Riccardo Rossi – P.O. Pianificazione della Direzione Protezione Civile e Polizia Locale; Regione del Veneto

Si ringraziano inoltre per gli indispensabili consigli:

Giovanni Battista Masiero, Marco Guido, – U.O. Forestale Ovest; Regione del Veneto

Mauro Zilio, Roberto Pasa – U.O. Forestale Est; Regione del Veneto

Michele Salis - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biometeorologia di Sassari; Fondazione

Emanuele Lingua - Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali; Università di Padova

Flavio Tacaliti - Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali; Università di Padova

E tutti i colleghi che hanno espresso un parere esperto sul lavoro in via di costruzione.

E' consentita la riproduzione di testi mappe, tabelle ecc. previa autorizzazione da parte della Regione del Veneto, citando gli estremi della pubblicazione.

Regione del Veneto - Direzione Protezione Civile e Polizia Locale

Via Paolucci 34, Marghera Venezia. Tel. 041.2794780

Introduzione

La tempesta Vaia ha interessato vaste aree della montagna veneta dal 27 al 29 ottobre 2018 causando circa 5.100 ettari di schianti totali (80-100% di alberi schiantati a causa del vento) e altri 7.000 ettari di schianti parziali (30-80% di alberi schiantati) nelle aree forestali (dati Regione Veneto). In dettaglio, nella Regione Veneto le aree maggiormente interessate sono state: a) per la provincia di Vicenza, l'Altopiano dei Sette Comuni, l'altopiano dei Fiorentini e la parte sommitale del Monte Grappa; b) per la Provincia di Treviso, la parte sommitale dei monti della Pedemontana Trevigiana, dal Monte Grappa al Cansiglio; c) per la provincia di Belluno, le aree schiantate sono distribuite in tutta la provincia. Gli schianti hanno interessato varie tipologie forestali: le tipologie forestali più colpite sono state sicuramente le peccete (*Picea Abies*), che rappresentano circa l'80% delle superfici schiantate in provincia di Vicenza e il 50% nelle province di Treviso e Belluno.

Nelle aree soggette a schianti, la vegetazione combustibile disponibile e le condizioni ambientali per la propagazione degli incendi boschivi sono variate rispetto alla situazione del bosco antecedente gli schianti, e quindi il comportamento degli incendi, e più in generale il pericolo di incendi, può essere diverso da quanto previsto dalle nuove mappe del rischio incendi boschivi della Regione del Veneto (DACR 59/2018).

Quale sia la nuova situazione di pericolo è difficile da definire a priori, sia per la scarsa esperienza di incendi su superfici con schianti nelle Alpi, sia perché le condizioni dei combustibili variano moltissimo in base alla percentuale di piante schiantate, alle specie, alle utilizzazioni e con il passare del tempo. Considerando inoltre che le aree ufficialmente mappate come colpite dalla tempesta riguardano solo le aree con schianti superiori al 30%, e che ad ogni modo anche piccole percentuali di piante schiantate possono modificare il comportamento potenziale dell'incendio e quindi il livello di pericolo, produrre una nuova mappa statica del pericolo d'incendio post tempesta Vaia rappresenta un compito molto complesso.

Con questo lavoro si intende fornire delle indicazioni operative ai tecnici addetti alle operazioni di bonifica e di ripristino del territorio, di prevenzione e di spegnimento degli incendi boschivi con l'obiettivo di supportare la valutazione del livello di pericolo di incendio nelle foreste con schianti finalizzata a prendere le decisioni più opportune per una adeguata gestione delle foreste e/o delle operazioni di prevenzione e spegnimento degli incendi.

Per questo motivo, questo documento definisce delle possibili casistiche delle aree soggette a schianti, usando come indicatori la quantità di alberi schiantati, le utilizzazioni, il tempo trascorso dallo schianto, le specie interessate. Tali esempi potranno essere tenuti in debita considerazione nelle situazioni reali, anche in base alla valutazione dei tecnici forestali. Le indicazioni pratiche sono derivate dalla bibliografia esistente sull'argomento, considerando in particolare gli studi effettuati negli Stati Uniti ed in Canada (dove situazioni di questo tipo sono abbastanza frequenti) e dall'esperienza pratica dei tecnici forestali regionali.

L'analisi riporta solo il pericolo di incendio, inteso come la possibilità si verifichi un incendio e che questo sia di grandi dimensioni e alta intensità. Non è riferita al rischio di incendio perché in mancanza di una cartografia puntuale non è possibile correlare il pericolo con gli elementi a rischio.

Effetti potenziali degli schianti sugli incendi

Nelle aree dove si sono avuti schianti, la possibilità che si verifichi un incendio e il comportamento che lo stesso incendio potrebbe avere differisce significativamente rispetto alla situazione pre-schianti. Infatti, il pericolo di incendio nei boschi con schianti può essere sino a tre volte superiore rispetto a quello di un bosco integro (William 1955). Il livello di pericolo nei boschi con schianti è variabile in funzione di una serie di fattori, tra i quali la percentuale di alberi a terra, le specie, le eventuali utilizzazioni e il tempo passato dallo schianto.

Di seguito vengono riassunti i principali effetti degli schianti sugli incendi, usando come riferimento indicazioni derivate dalla bibliografia sull'argomento:

- Al diminuire della copertura delle chiome aumenta significativamente la quantità di radiazione solare che arriva ai combustibili morti a terra e, per la riduzione dell'effetto frenante delle chiome, aumenta anche la velocità del vento sottochioma. La combinazione di radiazione solare e vento provoca un aumento della velocità di disidratazione dei combustibili morti a terra, che quindi possono bruciare più facilmente rispetto a quelli di un bosco con piena copertura, il quale si caratterizza per l'elevata umidità del sottobosco. L'aumento della velocità del vento sottochioma favorisce la velocità di propagazione dell'incendio.
- L'effetto degli schianti sul pericolo di incendio non è fisso ma varia nel tempo, soprattutto in seguito all'essiccazione ed alla caduta a terra dei combustibili, in particolare di quelli fini (aghi e rametti). Nelle pinete il pericolo è massimo nel primo anno, per poi diminuire gradualmente nei 4 - 5 anni successivi (William 1955; Fahnestok 1962), sino a ritornare a livello di pericolo precedente agli schianti. Negli abieteti e nei lariceti, gli aghi si degradano più velocemente e quindi il pericolo diminuisce più rapidamente che nelle pinete. Di contro, con il passare del tempo, nelle aree più aperte può insediarsi la vegetazione erbacea, che in condizioni di disidratazione può incrementare l'intensità e la velocità di diffusione dell'incendio.
- I cumuli di ramaglie e gli scarti prodotti in seguito all'esbosco, se lasciati temporaneamente o definitivamente in bosco, possono rappresentare dei punti preferenziali di innesco in caso di incendio doloso
- Nelle aree con schianti c'è un forte aumento della quantità di combustibili al suolo, e questo favorisce la propagazione e l'intensità dell'incendio radente. La maggiore altezza delle fiamme inoltre fa sì che aumenti anche le probabilità che si verifichino fenomeni di spotting. La velocità di propagazione è maggiore rispetto ad un incendio radente che interessa il sottobosco, ma è comunque minore rispetto a quella di un incendio di chioma.
- La maggiore altezza delle fiamme e la presenza di piante parzialmente abbattute può produrre un effetto scala che può favorire il passaggio in chioma dell'incendio e quindi favorire gli incendi di chioma passivi. Di contro però, la riduzione della copertura e della densità delle chiome riduce la possibilità di incendio di chioma attivo (ovvero della propagazione da una chioma all'altra). Indicativamente se la copertura è inferiore al 50% per le pinete ed al 60% per le peccete le possibilità di avere fuoco attivo di chioma sono molto basse (Powell 2010).



Figura xx cumuli di scarti (Enego, Vi)



Figura xx Ramaglie accumulate a bordo strada (Gosaldo, BI)

- Nelle aree solo parzialmente schiantate o non schiantate ma comunque colpite dal forte vento si è verificata la caduta di combustibili fini (frasche, rametti, aghi) su tutta la superficie. La quantità di combustibile fine a terra sarà quindi superiore al normale sino a quando non si completerà la degradazione di questo materiale (1-2 anni), e quindi si può avere una maggiore lunghezza di fiamma nel caso di incendi radenti.
- Le ceppaie ribaltate favoriscono il passaggio del fuoco nel suolo, quindi c'è alta probabilità di avere incendi sotterranei.
- I cumuli di ramaglie e scarti prodotti in seguito all'esbosco lasciati temporaneamente o definitivamente in bosco possono dare origine a incendi di alta intensità e lunga durata che favoriscono la diffusione degli incendi tramite il passaggio in chioma e in pendii ripidi tramite il rotolamento a valle di materiale ardente.
- Il pericolo nelle aree già esboscate dipende dalla quantità di materiale rilasciato e dalla sua distribuzione spaziale. Minore è la quantità rilasciata e minore è il pericolo di incendi. È preferibile una distribuzione omogenea delle ramaglie rispetto ad un accumulo in cumuli o andane.
- Grazie all'elevata quantità di materiale morto pesante a terra, l'incendio tende a permanere a lungo nell'area colpita anche dopo il passaggio del fronte del fuoco. Questo provocherà un aumento della mineralizzazione della sostanza organica del terreno e quindi un impoverimento e disgregazione del terreno con conseguente aumento della possibilità di erosione superficiale e di caduta massi in pendii ripidi.
- L'asportazione delle piante cadute riduce l'intensità dell'incendio e diminuisce i danni alle chiome degli alberi rimasti, però possono aumentare i danni al suolo provocati dall'incendio perché i lavori forestali smuovono il terreno e portano in superficie la parte minerale (Shavn 2011). I residui lasciati in bosco dopo le utilizzazioni porteranno ad avere un carico di combustibile superiore a quello di un bosco non colpito ma comunque molto inferiore ad un bosco con schianti non rimossi.
- Nelle aree ricche di schianti diventa difficoltoso o impossibile intervenire da terra per le operazioni di spegnimento a causa degli alberi caduti che ostacolano il movimento degli operatori. L'eventuale intervento da terra è possibile lungo il perimetro esterno delle aree schiantate, sempre nel caso non ci siano altri fattori di pericolo es. versanti ripidi, caduta massi.
- L'efficacia dell'intervento con mezzi aerei è limitata dal fatto che i tronchi caduti producono un effetto ombrello sulle zone sottostanti dove potrà arrivare solo una frazione dell'acqua sganciata, ci saranno quindi frequenti ripartenze delle fiamme.



Area con schianti (Malcesina, Enego, Vi)



Area appena esboscata (Malcesina, Enego, Vi)

- I tronchi caduti possono continuare a bruciare per più giorni o in certi casi settimane al loro interno e quindi lo spegnimento con acqua risulta inefficace. Una volta che il tronco è sufficientemente consumato dalle fiamme ci può essere il rilascio di faville che possono essere trasportate dal vento o di tizzoni che possono rotolare su pendii ripidi. Si possono quindi avere delle ripartenze a diversi giorni di distanza dallo spegnimento dell'incendio.
- Per evitare ripartenze si può rendere necessario lo spegnimento dei focolai anche all'interno dell'area bruciata e non solo sul perimetro.

Influenza delle pullulazioni di bostrico sul pericolo di incendio

Nelle aree schiantate, l'elevata quantità di legno morto disponibile può favorire la pullulazione di insetti xilofagi, in particolare del bostrico (*Ips Typographus*). Le probabilità che si verifichi una pullulazione sono massime nel caso di schianti parziali e localizzati.

L'effetto delle pullulazioni di bostrico sul pericolo di incendi boschivi non è ancora definito chiaramente, nonostante negli Stati Uniti ed in Canada siano stati effettuati vari studi sull'argomento. Si possono solo dare alcune indicazioni di massima.

Si possono distinguere le fasi della pullulazione come: rossa fin che le piante hanno ancora gli aghi (per i primi 1-2 anni); grigia quando hanno già perso gli aghi (3-10 anni) e vecchie pullulazioni quando sta già crescendo la rinnovazione (>10 anni)

Nella fase rossa ci sono poche variazioni nel pericolo di incendi. A causa della ridotta densità delle chiome aumenta l'irraggiamento solare al suolo e la velocità del vento al suolo, quindi diminuisce l'umidità dei combustibili morti e si può avere una maggiore intensità e una maggiore velocità di avanzamento degli incendi radenti (Simard 2011). Il passaggio del fuoco in chioma sarà facilitato dalla maggiore velocità del vento e dalla disidratazione delle chiome (Shoenagel 2012), quindi aumentano le possibilità di fuoco di chioma passivo, però la bassa densità delle chiome diminuirà la possibilità di propagazione del fuoco da chioma a chioma (Simard 2011) e quindi diminuiscono le possibilità di fuoco di chioma attivo.

Nella fase grigia la presenza di quantità elevata di combustibile morto di grosse dimensioni fa aumentare l'intensità dell'incendio e la permanenza delle fiamme dopo il passaggio del fronte. La bassa copertura delle piante rimaste limita le possibilità di incendio di chioma attivo (Shoenagel 2012).

Gli effetti degli attacchi di bostrico sul pericolo di incendi si hanno soprattutto in condizioni intermedie di vento o di umidità dei combustibili ad inizio primavera (Simard 2011). Nelle situazioni estreme di vento o di umidità non ci sono differenze significative rispetto al bosco sano (Shoenagel 2012).

I possibili modelli di combustibile forestale e le problematiche connesse

Per semplificare l'individuazione degli effetti che gli schianti hanno sul comportamento degli incendi si possono utilizzare i modelli di combustibili forestali, i quali rappresentano delle situazioni tipiche che poi potranno essere applicate ai casi reali. Non essendo disponibili modelli locali in area alpina per i boschi soggetti a schianti, si può fare riferimento ai modelli di combustibile standard utilizzati dal Forest Service degli Stati Uniti. Ad ogni modello è associato un comportamento potenziale dell'incendio. L'individuazione del modello tramite la descrizione e la guida fotografica è un approccio poco preciso, ma è l'approccio più immediato possibile durante una emergenza.

Definizione di modelli di combustibile

Le classi di combustibile sono un set di parametri che descrivono la vegetazione nei termini richiesti per la soluzione di modelli matematici di previsione del comportamento degli incendi boschivi (Lanorte and Lasaponara 2008). Negli Stati Uniti il *Northern Forest Fire Laboratory* (NFFL) ha individuato tredici modelli di combustibili noti come *Standard Fire Behavior Fuel Models* (Albini 1976, Anderson 1982, Burgan and Rothermel 1984) concepiti per descrivere su vaste aree le caratteristiche del combustibile di superficie secondo i parametri richiesti dal modello di propagazione di Rothermel (1972).

I tredici modelli standard, a cui si sono aggiunti nel 2005 i quaranta di Scott et Burgan (2005), sono suddivisi in quattro gruppi (vegetazione erbacea, vegetazione arbustiva, lettiera di boschi, residui di utilizzazioni forestali/schianti) sulla base dello strato di combustibile responsabile della propagazione di un incendio radente. La stessa classe di combustibile può presentarsi perciò in popolamenti forestali differenti per composizione specifica, forma di governo e trattamento (Bovio and Ascoli 2013). In questo lavoro verranno presi in considerazione i modelli di Rothermel (1972) che riguardano i boschi parzialmente o totalmente schiantati.

L'altezza media dello strato combustibile è intesa come l'altezza media ponderata fra i vari tipi di combustibili presenti (lettiera, erbe, cespugli, legno morto, alberi caduti). Il valore quindi è inferiore all'altezza media degli schianti.

Tabella 1 - Modelli di combustibile con schianti

Modello	Descrizione	Pericolo	Difficoltà intervento spegnimento
10	Boschi con schianti parziali	alto	alta
11	Residui di esbosco	medio	media
12	Strato compatto di schianti medi	alto	molto alta
13	Strato non compatto di schianti pesanti	molto alto	molto alta

Modello 10 - Bosco con schianti parziali e sottobosco



Descrizione

Boschi parzialmente schiantati dove sono presenti molti rami e tronchi a terra; è presente una parte di rinnovazione. Altezza media del letto combustibile: 30 cm.

Comportamento

Il comportamento dipende dallo stato vegetativo della vegetazione erbacea ed arbustiva. La possibilità di diffusione è bassa in stagione vegetativa ed alta nella stagione invernale

Il passaggio del fuoco in chioma, gli spotting e l'incendio di singoli alberi sono più frequenti che in un bosco non colpito da schianti. Le piante parzialmente schiantate possono favorire il passaggio in chioma dell'incendio di superficie. La presenza di vegetazione erbacea secca può dare una elevata velocità di diffusione all'incendio.

La lunghezza di fiamma può essere fra 1 e 2 metri.

Difficoltà di intervento

L'intervento da terra è possibile ma è ostacolato dai tronchi caduti. Si possono avere incendi difficili da controllare. Le alte possibilità del passaggio in chioma dell'incendio richiedono un intervento immediato e possono causare situazioni di pericolo per gli operatori.

Modello 11 - residui di esbosco



Descrizione

Le piante cadute sono sparpagiate e molte piante sono ancora in piedi. Prevalgono i combustibili fini. La maggior parte degli aghi e dei rametti è ancora attaccata alle piante. Residui di utilizzazione anche di medie dimensioni lasciati a terra in maniera disordinata. L'altezza media dello strato di combustibile è 30 cm

Comportamento

Fuoco abbastanza attivo. La velocità di diffusione è moderata e l'altezza delle fiamme è moderata. C'è un'alta possibilità di avere un incendio di chioma passivo o anche attivo se le condizioni di pendenza, vento e aridità lo consentono. Ci sono buone possibilità di avere un incendio sotterraneo.

La lunghezza di fiamma può essere fra 1 e 2 metri.

Difficoltà di intervento

Difficoltà di movimento per gli operatori. L'intervento da terra sull'incendio di superficie è possibile con poca pendenza ma difficoltoso.

Modello 12 - Strato compatto di schianti medi



Descrizione

Gli schianti coprono la maggior parte dell'area e l'impressione visiva è che molto materiale sia sotto gli 8 cm di diametro. Molte piante sono a terra in maniera disordinata e formano uno strato abbastanza compatto vicino al suolo. La maggior parte degli aghi e dei rametti è ancora attaccata alle piante. L'altezza media dello strato è 60 cm

Comportamento

L'incendio si può diffondere velocemente e con alta intensità, può produrre faville che possono essere disperse dal vento. L'incendio si propaga sino a quando arriva ad un'interruzione nel combustibile. La velocità di propagazione è alta, e l'altezza delle fiamme è alta. Ci sono alte probabilità che si verifichi un incendio di chioma passivo, ma la bassa densità della copertura generalmente non permette lo sviluppo dell'incendio di chioma attivo. L'incendio di chioma attivo però può avvenire in formazioni con densità maggiore confinanti con l'area schiantata. Il fuoco può permanere a lungo dopo il passaggio del fronte. Le fiamme possono raggiungere una lunghezza di 4 metri.

Difficoltà di intervento

Impossibilità di movimento per gli operatori. L'alta intensità dell'incendio e la difficoltà dell'intervento da terra rendono sempre necessario l'intervento aereo. Le piante cadute garantiscono un effetto ombrello che limita l'efficacia dei lanci d'acqua. Su pendii ripidi ci può essere rotolamento di materiale ardente anche molto tempo dopo il passaggio del fronte.

Modello 13 – Strato non compatto di schianti pesanti



Descrizione

Gli schianti coprono la maggior parte dell'area. Buona parte del materiale a terra è superiore agli 8 cm di diametro. Tutte le piante sono a terra in maniera disordinata e formano uno strato non compatto. L'altezza media dello strato è circa 1 metro.

Comportamento

La velocità di propagazione è alta, e l'altezza delle fiamme è alta. L'incendio si diffonde prima velocemente con i combustibili fini e poi l'intensità cresce progressivamente quando interessa i combustibili più grossi. Le fiamme possono durare per molto tempo anche all'interno dell'area bruciata e causare forti danni al suolo. La produzione di faville di vario tipo è altamente probabile. Incendio di chioma limitato ai pochi alberi in piedi. L'incendio di chioma attivo però può avvenire in formazioni con densità maggiore confinanti con l'area schiantata. Le fiamme possono raggiungere una lunghezza di 6 metri.

Difficoltà di intervento

Impossibilità di movimento per gli operatori. L'alta intensità dell'incendio e la difficoltà di movimento rendono poco efficace e pericoloso l'intervento diretto da terra. L'intervento con mezzi aerei è poco efficace perché le piante cadute garantiscono un effetto ombrello che limita l'efficacia dei lanci d'acqua. Su pendii ripidi ci può essere rotolamento di materiale ardente anche molto tempo dopo il passaggio del fronte. L'alta velocità di propagazione richiede una pronta evacuazione di persone o animali che potrebbero trovarsi sulla direttrice dell'incendio principale.

Bibliografia

- AGENZIA VENETO NOTIZIE, 30 ottobre 2018, Comunicato stampa N° 1683 del 30/10/2018.
- ALBINI, F.A., 1976. Estimating wildfire behavior and effects. " *General technical report/Intermountain forest and range experiment station. USDA*, (no. INT-30).
- ANDERSON, H.E., 1982. Aids to determining fuel models for estimating fire behavior. *USDA Forest Service general technical report INT-122*, (Int-122), pp. 28 p.
- BOVIO, G. and ASCOLI, D., 2013. *La tecnica del fuoco prescritto*. Aracne.
- BURGAN, R.E. and ROTHERMEL, R.C., 1984. BEHAVE: fire behavior prediction and fuel modeling system-- FUEL subsystem. *General technical report/Intermountain Forest and Range Experiment Station. USDA (no. INT-167)*, .
- FAHNESTOCK, g. r. AND DIETERICH, J. H. (1962). Logging slash flammability after five years. *Res. Pap. 70 [Pre 1963]. Ogden, UT: US Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. 15 p.*
- FRAVER, S., JAIN, T., BRADFORD, J. B., D'AMATO, A. W., KASTENDICK, D., PALIK, B., and STANOVICK, J. (2011). The efficacy of salvage logging in reducing subsequent fire severity in conifer-dominated forests of Minnesota, USA. *Ecological Applications*, 21(6), 1895-1901.
- LANORTE, A. and LASAPONARA, R., 2008. Fuel type characterization based on coarse resolution MODIS satellite data. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 1(1), pp. 60-64.
- POWELL, D. C. (2010). Estimating crown fire susceptibility for project planning. *Fire Management Today*, 70(3), 8.
- REGIONE DEL VENETO. Deliberazione del consiglio regionale numero 59 del 18 maggio 2018. *Aggiornamento al 2017 dell'analisi del rischio del Piano Regionale anti incendi boschivi*.
- ROTHERMEL, R.C., 1972. A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels. *Intermountain forest and range experiment station. USDA (INT-115)*, .
- SCOTT, J.H. and BURGAN, R.E., 2005. Standard fire behavior fuel models: a comprehensive set for use with Rothermel's surface fire spread model. *The Bark Beetles, Fuels, and Fire Bibliography*, , pp. 66.
- SIMARD, M., ROMME, W. H., GRIFFIN, J. M., & TURNER, M. G. (2011). Do mountain pine beetle outbreaks change the probability of active crown fire in lodgepole pine forests?. *Ecological Monographs*, 81(1), 3-24.
- SCHOENNAGEL, T., VEBLEN, T. T., NEGRON, J. F., & SMITH, J. M. (2012). Effects of mountain pine beetle on fuels and expected fire behavior in lodgepole pine forests, Colorado, USA. *PloS one*, 7(1), e30002.
- WILLIAMS, D. E. (1955). Fire hazard resulting from jack pine slash. *Department of norther affair and national resources. Canada*
-