

UN METODO PER VALUTARE L'ACCURATEZZA DI ENTITÀ LINEARI APPLICATO AL PERIMETRO DI AREE PERCORSE DA INCENDIO

Elisabetta PECCOL (✉), Maurizio BUTTAZZONI (✉)

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Università degli Studi di Udine,
Via delle Scienze n. 208, 33100 Udine, peccol@uniud.it
Servizio gestione forestale e antincendio boschivo, Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali,
Regione Autonoma Friuli Venezia-Giulia, Via Sabbadini, 31, 33100 Udine,
maurizio.buttazzoni@regione.fvg.it

Abstract

Nella regione Friuli Venezia-Giulia, i perimetri di aree percorse dal fuoco sono rilevati a terra con strumentazione GPS, dal personale della Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali della Regione. Un metodo finalizzato alla valutazione dell'accuratezza posizionale di entità lineari è stato applicato ai rilievi di perimetri di quattro aree test percorse da incendio. Il metodo stima la percentuale della lunghezza totale del rilievo da testare che ricade all'interno di un buffer creato intorno al rilievo di controllo, più accurato e assunto come esatto.

In the Friuli Venezia-Giulia region, the margins of burnt forest areas are surveyed with GPS by the personnel of the Central Direction of agricultural, natural and forestry resources of the Regional Authority. A method to assess the positional accuracy of linear features, is applied here to the surveys of the margins of four burnt areas used as test sites. The method estimates the percentage of the total length of the tested survey that falls within a buffer created around the reference survey, which is more accurate.

Introduzione

La perimetrazione delle superfici a bosco percorse dal fuoco è prevista dalla legge quadro in materia di incendi boschivi L.353/2000. In questo contesto è necessario definire procedure per il rilievo delle superfici percorse dal fuoco, produrre linee guida rivolte agli addetti ai rilievi e un archivio informatizzato degli stessi. In alcuni casi, come in Regione Lombardia e in Provincia di Arezzo, sono state prodotte linee guida per la perimetrazione delle superfici percorse da incendio (AA.VV., 2005; AA.VV., 2006) al fine di garantire l'applicazione di metodologie operative e procedure corrette e standardizzate per il rilevamento degli incendi, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa nazionale.

Nella regione Friuli Venezia Giulia la direzione delle operazioni di spegnimento, il rilievo dei danni e del perimetro degli incendi, il trattamento e la formazione dei dati statistici e l'attività di indagine e repressione dei reati è affidata al Corpo Forestale Regionale, struttura che fa parte della Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali. Per quanto riguarda l'entità degli incendi, la situazione è relativamente buona rispetto alla condizione italiana, sia per quanto riguarda il numero degli incendi, sia per l'estensione media per incendio (tabella 1).

Se si considera il numero di incendi per classe di estensione in Friuli Venezia Giulia nel periodo 1998 – 2008 (grafico 1), 1010 incendi ovvero il 74%, ha una dimensione inferiore all'ettaro e il 91,5 % un'estensione minore di 5 ha.

Data l'alta percentuale di incendi di ridotte dimensioni, la Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali, utilizza per il rilievo delle superfici percorse dal fuoco prevalentemente tecniche di rilievo a terra, basate su strumentazione GPS. Gli strumenti normativi regionali esistenti in materia di incendi boschivi sono anteriori alla legge quadro nazionale e la Regione sta ha già

presentato un nuovo disegno di legge N. 248 "Norme regionali di antincendio boschivo" e sta mettendo a punto le prime sperimentazioni finalizzate a definire i criteri per il rilievo di aree percorse dal fuoco con lo scopo di redigere linee guida in materia.

Anno	N. incendi Media regionale	N. incendi Friuli VG	Sup. bruciata tot. (ha) Media regionale	Sup. bruciata totale (ha) Friuli VG	Sup. media incendio (ha) Italia	Sup. media incendio (ha) Friuli VG
1994	579	175	6817	489	11,8	2,8
1995	369	186	2444	1339	6,6	7,2
1996	455	172	2899	554	6,4	3,2
1997	581	223	5562	4039	9,6	18,1
1998	477	261	7778	900	16,3	3,4
1999	347	130	3556	571	10,3	4,4
2000	430	128	5732	210	13,3	1,6
2001	357	105	3821	542	10,7	5,2
2002	230	134	2040	761	8,9	5,8
2003	485	272	4554	2041	9,5	7,5
2004	321	35	3009	30	9,4	0,8
2005	398	74	2379	65	6,0	0,9
2006	282	123	1.997	459	7,1	3,7
2007	532	92	11.386	164	21,4	1,8

Tabella 1- Incendi boschivi: confronto fra Italia e Friuli Venezia Giulia (fonte RAFVG)

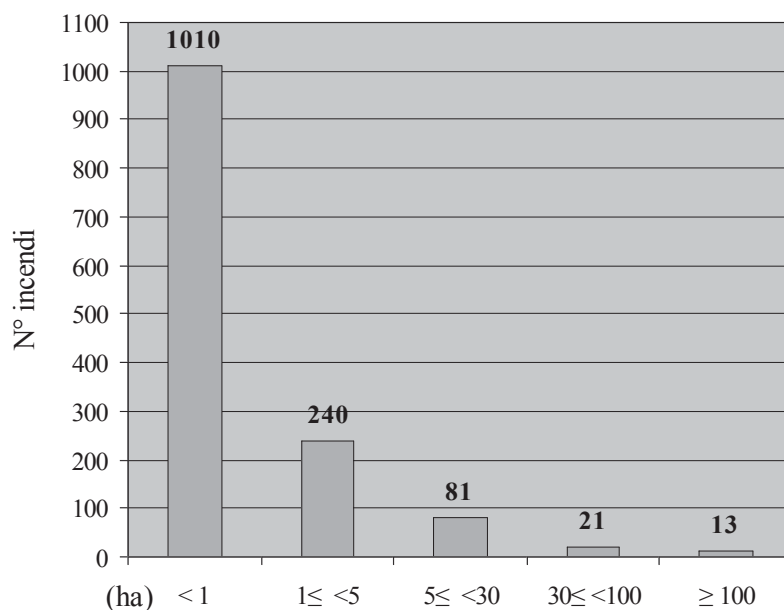


Grafico 1- N° di incendi per classe di estensione in Friuli V.G. dal 1998 al 2008 (fonte RAFVG)

La valutazione dell'accuratezza posizionale dei perimetri di aree percorse da incendio

Attualmente, i rilievi dei perimetri di aree percorse da incendio sono effettuati dal personale delle Stazioni Forestali, in assenza di linee guida comuni redatte secondo la più recente normativa. I rilievi sono effettuati con GPS Leica GS20, utilizzando tecniche di rilievo differenziale, agevolate dalla presenza di una rete regionale di stazioni fisse GPS costituita da 10 stazioni permanenti, che consente lo scaricamento gratuito di file Rinex per correzione differenziale post-processing e un servizio di posizionamento in tempo reale distribuito via Internet con protocollo Ntrip, previo accreditamento. Il ricevitore GPS, oltre a poter essere accoppiato con antenna esterna groundplane AT501, consente la scelta tra varie impostazioni usate in funzione delle condizioni di ricezione sul

posto, con l'obiettivo di ottenere un dato avente accuratezza analoga alla cartografia di riferimento, identificabile nella carta tecnica regionale 1:5.000.

I rilievi vengono effettuati in modalità cinematica per tracciamento del limite più interno del bordo dell'incendio con le seguenti impostazioni dello strumento:

- rilievo 3D (minimo 4 satelliti spazialmente ben distribuiti);
- PDOP mask ≤ 6 ;
- rapporto segnale rumore medio;
- tecnica pseudorange : basata sull'uso dei codici delle onde radio satellitari e non della loro fase;
- impiego di antenna esterna AT501 (ormai in dotazione a quasi tutte le Stazioni forestali).

In tale contesto, il Servizio gestione forestale e antincendio boschivo della Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali ha voluto valutare l'accuratezza posizionale dei rilievi (*rilievi standard*) effettuati dal personale delle Stazioni in quattro aree di prova colpite da incendi le cui caratteristiche sono riportate in tabella 2.

Località	Data evento	Data rilievo	Sup. (ha)	Copertura	Quota media	Pendenza
Pieris (GO)	24/06/2007	25/07/2007	1,76	giovane arboreto	8 m	pianeggiante
Savogna d'Isonzo (GO)	10/08/2007	22/08/2007	0,42	40 % coltivi 60% arbusti e alberi	40 m	pianeggiante
Amula-Avasinis-Trasaghis (UD)	28/07/2007	13/08/2007	0,24	prato arborato con 40 % conifere pino nero	1050 m	misto pianeggiante e pendenza 50%
Pontebba(UD)	20/09/2007	03/10/2007	0,22	50% bosco misto 50% incolto	670 m	pendenza dal 50 % al 100%

Tabella 2 - caratteristiche delle aree incendiate rilevate

La valutazione dell'accuratezza è stata basata sul confronto con rilievi (*rilievi di controllo*) effettuati indipendentemente dal Servizio gestione forestale e antincendio boschivo della Direzione regionale con GPS Leica GS20. Per questi si sono adottate le stesse impostazioni dei GPS utilizzate dalle Stazioni, ma è stata scelta la modalità cinematica per punti, ognuno dei quali è stato misurato alcune decine di volte (da 10 a 30 posizioni per ogni punto a seconda della qualità della ricezione del valore di PDOP) e poi unito a due a due a ricomporre la poligonale. Tale rilievo, a parità di condizioni, è più accurato del rilievo cinematico per tracciamento ed è anche più agevole, in quanto non vincola alla percorrenza di tutto il perimetro e può quindi rivelarsi utile in zone accidentate o impervie. Il post-processamento dei dati ha previsto lo scaricamento su PC e l'utilizzo del programma GIS Data Pro per effettuare la correzione differenziale. Quest'ultima si è basata sui file Rinex della medesima sessione oraria di ogni rilievo, originati dalla stazione permanente della rete GPS della Regione Friuli Venezia Giulia più vicina al luogo dell'incendio. Dall'esame dei dati di post-processing si può affermare che la precisione del rilievo cinematico per punti con ricevitori monofrequenza in modalità DGPS raggiunge una precisione nell'ordine del metro, submetrica se dotati della precitata antenna esterna AT501.

I rilievi di controllo della Direzione centrale si sono basati su criteri per la determinazione del margine d'incendio fissati indipendentemente rispetto a quelli usati dalle Stazioni forestali, come:

- rilevare i punti in prossimità del confine tra area bruciata e area non bruciata;
- rilevare isole di vegetazione non bruciata all'interno o bruciata all'esterno del perimetro dell'incendio solamente se superano i 100 m² sottraendo la superficie delle prime o sommando quella delle seconde;
- lingue di incendio o introflessioni della vegetazione non bruciata si misurano solo se maggiori di 50 m² o se di forma molto allungata con un rapporto inferiore a 1/10 tra dimensione minore e dimensione maggiore;

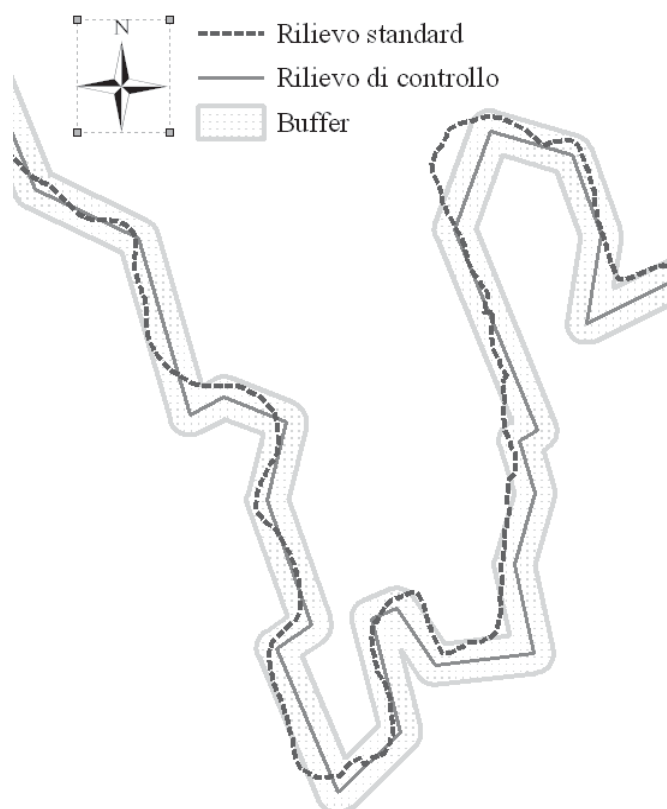


Figura 1 - Un buffer intorno al rilievo di controllo è intersecato con la linea del rilievo standard da verificare per calcolare la percentuale di questo compreso all'interno del poligono del buffer.

- la retta che congiunge idealmente un punto al successivo non deve distare più di 3 m (nel punto più lontano) dal bordo reale dell'area bruciata.

La valutazione dell'accuratezza planimetrica dei rilievi effettuati dal personale delle Stazioni Forestali sulle quattro aree di prova è stata effettuata utilizzando un metodo inizialmente proposto da Goodchild e Hunter (Goodchild e Hunter, 1998) per la valutazione dell'accuratezza di una linea di costa del dataset "Digital Chart of the World" e successivamente applicato anche su altre entità lineari come, ad esempio, reti stradali (Van Niel e McVicar, 2002). E' un metodo non-parametrico che consente di effettuare la valutazione quantitativa dell'accuratezza posizionale di una linea (*linea standard*) confrontata con una *linea di controllo*, di accuratezza più elevata, intorno alla quale è stato creato un buffer di larghezza x (figura 1), L'indicatore di accuratezza è $p(x)$, ovvero la percentuale della lunghezza della *linea standard* che ricade all'interno del buffer x . Goodchild e Hunter (1997) equiparano la funzione $p(x)$ a una distribuzione di probabilità cumulata con $p(0) = 0$ e $p(\infty) = 1$, dove i valori di x possono essere fatti corrispondere ai

percentili della distribuzione: es. il 95° percentile è la distanza x (ampiezza del buffer) all'interno della quale ricade il 95% della lunghezza della linea da testare. A livello applicativo, la valutazione di accuratezza prevede la determinazione del valore del buffer x per un valore prestabilito di accuratezza y , identificabile ipoteticamente con il 90% o 95%, in modo che $p(x) = y$. L'ampiezza del buffer che soddisfa questa condizione si ottiene dopo una serie di iterazioni, che prevedono l'aumento progressivo dell'ampiezza del buffer iniziale, stabilita solitamente sull'accuratezza planimetrica del dato di controllo (se nota), finché i risultati non tendono a stabilizzarsi (Tveite et al., 1999).

Le condizioni per l'applicazione del metodo sono state:

- utilizzare i rilievi della Direzione centrale effettuati in modalità cinematica per punti quali rilievi di controllo;
- utilizzare quattro rilievi delle Stazioni quali *rilievi standard* da valutare;
- utilizzare un programma GIS vettoriale, con il quale sono stati calcolare i buffer, le intersezioni e le lunghezze dei segmenti.
- il rilevamento per intero delle linee a confronto (tutti i perimetri degli incendi);

La procedura ha previsto le seguenti operazioni:

- importare in un GIS vettoriale i rilievi da testare e i rilievi di controllo in *layers* distinti e come *features* lineari aventi lo stesso sistema di riferimento, in questo caso Gauss Boaga fuso Est;
- predeterminare il livello di accuratezza atteso (90%);
- impostare un'ampiezza del buffer di partenza, in questo caso 2 m, e produrre un buffer intorno al rilievo di controllo;

– calcolare la lunghezza di tutto il rilievo da testare e della percentuale p che ricade all'interno del buffer, dopo aver effettuato un'operazione di intersezione con il programma GIS.

Se $p \geq y$ dove p è la percentuale calcolata e y l'accuratezza voluta la procedura si ferma; altrimenti si effettua una seconda iterazione ripetendo la procedura con successivi incrementi del buffer, che nel nostro caso sono stati di 2 m.

Risultati e conclusioni

Il rilievo dell'incendio di Savogna, risulta essere il più accurato per posizionamento del perimetro: infatti supera valori del 90% già entro un buffer di 2m e del 95% per un buffer di 4 m (grafico 2).

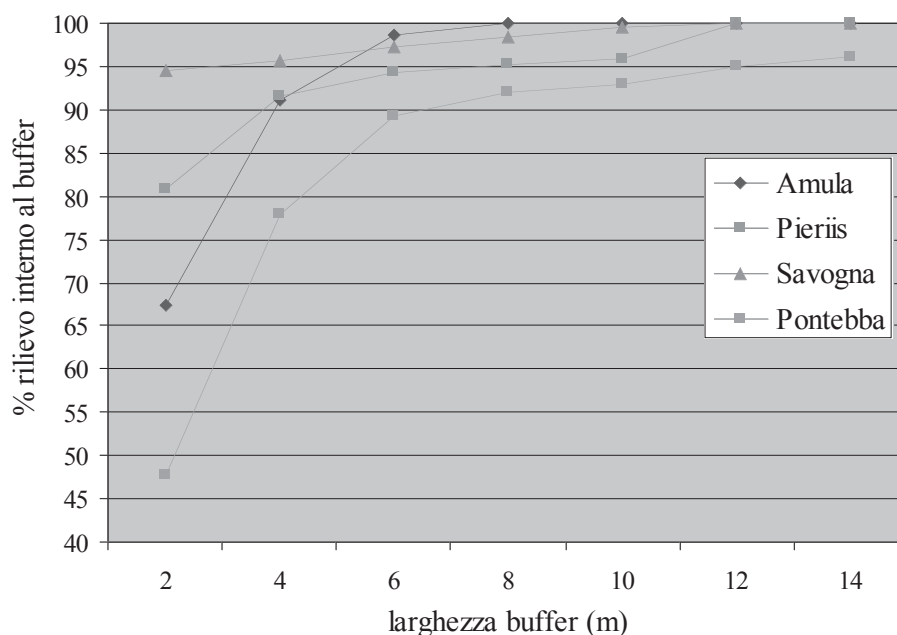


Grafico 2 - Accuratezza dei rilievi delle Stazioni Forestali per incrementi progressivi del buffer

Il rilievo dell'incendio di Pontebba risulta essere il meno accurato, a causa probabilmente di problemi nella ricezione del segnale satellitare derivanti dal fatto che la zona è in gran parte circondata da rilievi montuosi: questo può aver causato la presenza di una lingua di circa 16 m nel rilievo della Stazione Forestale, che di fatto non sussiste nell'area incendiata e pertanto non risulta nel rilievo di controllo; inoltre a causa di questo evento estremo, il rilievo non raggiunge l'accuratezza del 100% neanche quando il buffer è di 14 m. Per gli altri tre rilievi, valori di accuratezza nel posizionamento del perimetro che superano il 90% si ottengono entro un buffer di 4 m, mentre è necessario ampliare il buffer a 8 m per raggiungere accuratezze del 95%.

Inoltre per valori di buffer di 2 m, i rilievi di Amula e di Pontebba evidenziano le accuratezze più basse, in considerazione anche della maggior difficoltà che caratterizza i rilievi in queste aree, entrambe montagnose, in pendenza e almeno parzialmente coperte da vegetazione d'alto fusto.

L'indicatore di accuratezza $p(x)$ è utile in situazioni, come nel rilievo di aree incendiate, dove è difficoltoso trovare punti di controllo comuni al rilievo di controllo ed al rilievo da testare e quando l'incertezza nel posizionamento del perimetro può dipendere dalla tecnologia (es. condizioni e modalità del rilievo) o da errori umani nella scelta della superficie da misurare o nella determinazione del margine dell'incendio. Il metodo è relativamente insensibile alle deviazioni estreme e agli eventi rari, come nel caso di estroflessioni o introflessioni derivanti da errori macroscopici nel segnale o nel tracciamento del perimetro dell'incendio. La sua applicabilità non è limitata a rilievi a terra con GPS, ma può essere estesa anche a rilievi effettuati da immagini aeree o satellitari, purché il confronto avvenga con un rilievo di controllo più accurato.

Tale procedura per la valutazione dell'accuratezza si è dimostrata più facilmente implementabile in realtà come il Friuli Venezia Giulia dove la maggior parte delle aree percorse dal fuoco (vedi grafico 1) ha superfici inferiori ai 5 ha e quindi diventa più praticabile l'opzione di rilevare i perimetri con GPS. Tuttavia l'applicazione del metodo ad aree incendiate di vaste dimensioni, dove produrre con GPS un rilievo di controllo di un intero perimetro può risultare oneroso, potrebbe essere effettuabile tramite la verifica di un campione rappresentativo del perimetro, selezionando tratti di questo tra punti comuni a entrambi i rilievi e identificabili sul terreno.

Infine, la valutazione dell'accuratezza dei perimetri delle aree incendiate effettuata con questo metodo, può essere considerata una misura integrativa e non sostitutiva della misura delle superfici.

Gli autori ringraziano l'Ing. Alberto Beinat dell'Università degli Studi di Udine ed il Dott. Emanuele Moro della Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali per i costruttivi commenti alla prima stesura del lavoro.

Si ringrazia inoltre il Servizio sistema informativo territoriale e cartografia della Direzione centrale pianificazione territoriale, energia, mobilità e infrastrutture di trasporto per la concessione in comodato d'uso gratuito della cartografia numerica.

Bibliografia

AA.VV., 2005. Linee guida per la perimetrazione a terra delle superfici percorse da incendio. Supporto ai Comuni per l'applicazione della legge 353/2000. Regione Lombardia /ERSAF / Corpo Forestale dello Stato.

AA.VV., 2006. Perimetrazione degli incendi boschivi. Criteri, strumenti e tempi di realizzazione (Progetto pilota in provincia di Arezzo).-Provincia di Arezzo - Assessorato Agricoltura e Foreste Regione Toscana Compagnia delle Foreste DISTAF – Università di Firenze 2005

GOODCHILD, MICHAEL F. and HUNTER, GARY J. (1997) 'A simple positional accuracy measure for linear features', *International Journal of Geographical Information Science*, 11:3, 299 - 306

TVEITE H. e LANGAAS S., 1999, An accuracy assessment method for geographical line data sets based on buffering. *International Journal of Geographical Information Science*, 13, 27–47.

VAN NIEL, T. G. e MC VICAR, T.R. (2002) 'Experimental evaluation of positional accuracy estimates from a linear network using point- and line-based testing methods', *International Journal of Geographical Information Science*, 16:5, 455 – 473