

Analisi della incidenza degli incendi boschivi in aree di interfaccia: un caso di studio in Puglia

Francesco Ronco, Raffaele Laforteza, Giuseppe Colangelo,
Mario Elia, Giovanni Sanesi

greenLab, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali, Università degli Studi di Bari, Via Amendola 165/A
70126 Bari, email: ricerca.verdeurbano@agr.uniba.it

Riassunto

In questo contributo si presenta un modello di analisi del fenomeno degli incendi boschivi in aree di interfaccia urbano-rurale. Sono stati analizzati gli incendi boschivi in Puglia nel decennio 2000-2009, secondo quanto riportato dal Corpo Forestale dello Stato e dal Servizio Protezione Civile (Puglia). Per ciascuna area boschiva nelle classi CLC: 311 (boschi di latifoglie), 312 (boschi di conifere), 313 (boschi misti) e 323 (sclerofille) è stata calcolata la superficie complessiva percorsa dal fuoco nel periodo considerato da cui è stata ricavata l'incidenza del fenomeno a scala di singola area boschiva. Sono state inoltre calcolate una serie di variabili spaziali, quali: distanza media di ciascuna area boschiva da centri abitati, aree a pascolo, strade principali, aree naturali protette ed ambientali, quali: quota media s.l.m. e pendenza media. Sono stati costruiti dei modelli di regressione al fine di comprendere la relazione tra il fenomeno degli incendi in Puglia e le variabili spaziali e ambientali. Per ciascuna provincia e classe boschiva di uso del suolo è stato selezionato il modello di regressione più esplicativo in termini di numero di parametri (AIC) e percentuale di varianza spiegata (r^2). Si è proceduto, infine, alla spazializzazione di ciascun modello nell'ambito del territorio forestale di ciascuna provincia e alla creazione di mappe di incidenza (probabilità del fenomeno) sulla base dei dati storici considerati. Lo studio ha permesso di sviluppare un primo modello di analisi in grado di prevedere l'andamento del fenomeno incendi in Puglia e costituisce un contributo importante alle attività pianificazione, previsione e prevenzione degli incendi.

Abstract

In recent decades the rapid growth of many cities in southern Italy has resulted in the expansion of the size of the wildland-urban interface (WUI), defined as the area where structures and other human development interact with undeveloped areas, such as periurban forests. The expansion of the WUI has increased the probability that forest fires will threaten cities and people. In this paper we devised a method for modelling forest fire risk in the WUI. We examined the frequency and incidence of forest fires in the Puglia region (period 2000-2009) in relation to distance from structures and other human development, plus slope and elevation. We developed a series of multiple linear regressions to explain patterns of spatial variation in forest fires in different forest typologies and applied the resulting regression equations to predict fire risk of each forest pixel across the WUIs. Results from the study indicated consistent relations between forest fires and WUIs for most of the analysed locations and allowed to assess historical and future trends of forest fires in the Puglia region.

Introduzione

Gli incendi boschivi in aree di interfaccia urbano-rurale (*wildland-urban interface* - WUI) rappresentano un tema emergente nell'ambito della ricerca forestale ed ambientale (Johnson 1991, Radeloff et al. 2005). La vicinanza di questi incendi alle aree residenziali e alle infrastrutture periferiche può essere causa di emergenze improvvise e danni ingenti al tessuto urbano e perturbano (Lampin – Maillet et. al. 2010). Diviene pertanto fondamentale comprendere il fenomeno degli incendi di interfaccia in termini di frequenza e incidenza anche al fine di supportare le attività di previsione, prevenzione e lotta attiva agli incendi boschivi (Pew, 2001). In questo contributo si presenta un modello di analisi del fenomeno degli incendi boschivi in Puglia con riferimento al periodo 2000-2009. L'analisi ha previsto l'uso congiunto di banche dati e dati cartografici di varia tipologia e formato. L'impiego di un sistema informativo geografico (GIS) ha consentito l'omogeneizzazione delle diverse fonti informative e il calcolo di variabili spaziali ed ambientali per ciascuna area boschiva percorsa da incendio nel decennio considerato.

La costruzione di modelli di regressione del tipo: $incidenza = f(\text{variabili spaziali} + \text{ambientali})$ ha consentito di comprendere la porzione di varianza spiegata dalla semplice posizione geografica (es. distanza media dell'area boschiva dal centro abitato più vicino) e/o da variabili di tipo ambientale, quali: pendenza media e quota s.l.m. I modelli migliori dal punto di vista statistico sono stati utilizzati al fine di spazializzare la variabile incidenza all'intero territorio boschivo regionale. Si è proceduto infine alla validazione dei risultati del modello mediante confronto statistico tra la incidenza osservata e quella prevista dal modello.

Metodologia

Lo studio ha riguardato l'intera superficie forestale pugliese suddivisa per provincia e per classi di copertura del suolo. Sono stati analizzati gli incendi boschivi in Puglia nel decennio 2000-2009, secondo quanto riportato dal Corpo Forestale dello Stato e dal Servizio Protezione Civile (Puglia). Come dati di partenza sono stati utilizzati la carta di uso del suolo della Regione Puglia (2005) e i poligoni delle aree incendiate suddivise per anno (sistema di proiezione UTM33-WGS84). Per ciascuna area boschiva nelle classi CLC: 311 (boschi di latifoglie), 312 (boschi di conifere), 313 (boschi misti) e 323 (sclerofille) è stata calcolata la superficie complessiva percorsa dal fuoco nel periodo considerato da cui è stata ricavata l'incidenza del fenomeno a scala di singola area boschiva, espressa come: $n. \text{ pixel incendiati} / n. \text{ pixel totali dell'area boschiva}$.

Sono state inoltre calcolate una serie di variabili spaziali, quali: distanza media di ciascuna area boschiva da centri abitati (*DIST.URB*), aree a pascolo (*DIST.PAST*), strade principali (*DIST.ROAD*), aree naturali protette (*DIST.PROT*) ed ambientali, quali: quota media s.l.m. (ELEV) e pendenza media (SLOPE). Per l'analisi della frequenza del fenomeno è stato determinato il numero di eventi per classe di distanza e sono stati prodotti i relativi istogrammi. Per l'analisi della incidenza si è proceduto alla selezione casuale delle aree boschive da utilizzare nei modelli di regressione (circa 80% del numero totale di aree boschive per classe CLC) (Tab.1). Sono stati costruiti dei modelli di regressione al fine di comprendere la relazione tra il fenomeno degli incendi in Puglia e le variabili spaziali e ambientali. Per ciascuna provincia e classe boschiva di uso del suolo è stato selezionato il modello di regressione più esplicativo in termini di numero di parametri (AIC) e percentuale di varianza spiegata (r^2). Si è passati quindi alla spazializzazione di ciascun modello nell'ambito del territorio forestale di ciascuna provincia e alla creazione di mappe di incidenza (probabilità del fenomeno) sulla base dei dati storici considerati. Infine si è proceduto alla validazione del modello mediante confronto tra i valori di incidenza osservati con quelli previsti dal modello nell'ambito delle aree boschive non selezionate inizialmente (20% del totale). In questo contributo si presentano i risultati relativi alla sola Provincia di Foggia.

Tab. 1 – Numero di aree boschive utilizzate per la costruzione dei modelli per la successiva validazione dei risultati.

Provincia	Classe di uso del suolo (CLC 2000)	Numero di aree boschive selezionate		TOT.
		Analisi	Validazione	
Foggia	311	586	147	733
	312	85	21	106
	313	89	22	111
	323	166	41	207

Risultati e Discussione

I risultati ottenuti dallo studio delle frequenze evidenziano come gli incendi boschivi in Puglia riguardano porzioni di territorio prossime ai centri abitati: circa la metà degli incendi boschivi interessa aree boschive poste a circa 2.0 Km dai centri abitati (Fig.1). Un andamento analogo si rileva considerando le aree utilizzate a pascolo: circa il 90% degli incendi boschivi si verifica in aree poste a circa 500m dai pascoli (Fig.2). Quest'ultimo andamento è spiegato dal fatto che gran parte delle aree boschive regionali ricadano in zone destinate al pascolo.

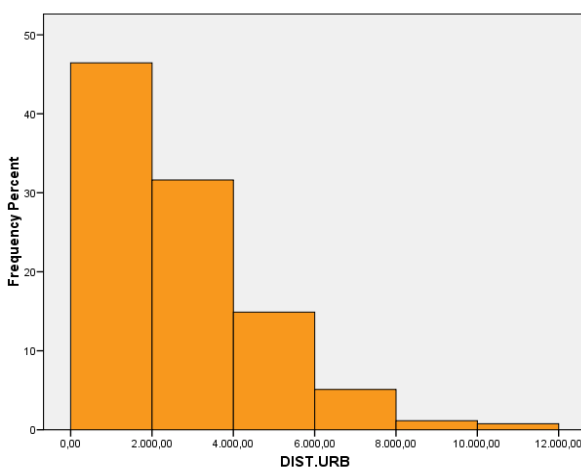


Fig. 1 – Frequenza percentuale degli incendi in Puglia per classi di distanza dai centri abitati (periodo 2000-2009).

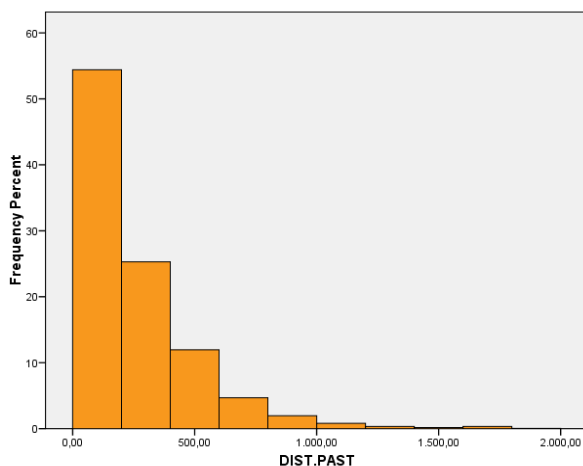


Fig. 2 – Frequenza percentuale degli incendi in Puglia per classi di distanza dai centri abitati (periodo 2000-2009).

In tabella 2 si riportano i modelli di regressione selezionati per l’analisi dell’incidenza degli incendi boschivi nella provincia di Foggia.

Tab. 2 – Modelli di regressione ottenuti per la provincia di Foggia (periodo 2000-2009).

Provincia	Classe di uso del suolo (CLC 2000)	Modello	r ²	AIC
Foggia	311	$1.912 + 0.007 (DIST.URB)^{0.5} + 0.003 (DIST.ROAD)^{0.5} - 0.022 (DIST.PAST)^{0.5} - 0.009 (ELEV)^{0.5}$	0.21	844.78
	312	$0.040 + 0.005 (DIST.URB)^{0.5} - 0.017 (DIST.PAST)^{0.5} - 0.023 (ELEV)^{0.5}$	0.32	110.37
	313	$0.930 - 0.006 (DIST.ROAD)^{0.5} - 0.021 (ELEV)^{0.5}$	0.15	130.27
	323	$1.157 - 0.008 (DIST.PROT)^{0.5} - 0.011 (DIST.PAST)^{0.5} - 0.015 (ELEV)^{0.5}$	0.12	245.36

Pur essendo la percentuale di varianza spiegata dai diversi modelli piuttosto modesta (compresa tra 0.12 e 0.32), è interessante notare come la polarità della relazione tra incidenza e variabili indipendenti sia pressoché costante nell’ambito delle classi CLC considerate. La relazione tra incidenza degli incendi e distanza dai centri abitati e tra incidenza e distanza dalle strade principali è di tipo lineare positivo: l’incidenza degli incendi aumenta all’aumentare di tali distanze. Questo risultato suggerisce come nel caso dei centri abitati, frequenza e incidenza abbiano un andamento opposto in funzione della distanza geografica di un bosco dalle zone urbanizzate. Nelle aree di interfaccia urbano-rurale si verificano numerosi incendi boschivi con limitata incidenza media. Nelle aree più remote si assiste ad una riduzione del numero di eventi e ad un aumento della percentuale di superficie boschiva interessata dall’incendio a causa della difficoltà insite nel controllo e nell’intervento tempestivo in queste aree.

La relazione tra incidenza degli incendi e distanza dalle aree a pascolo, invece, risulta essere sempre di tipo lineare negativo: l'incidenza aumenta al diminuire della distanza dalle aree a pascolo. Questo risultato determina una maggiore vulnerabilità attribuita dal modello alle aree forestali pugliesi più vicine alle aree a pascolo.

Si è proceduto alla spazializzazione di ciascun modello matematico nell'ambito del territorio forestale di ciascuna provincia e alla creazione di mappe di incidenza sulla base dei dati storici considerati (i.e., valore di probabilità del fenomeno compreso tra "0" e "1"). In Fig. 3 si riporta un esempio di mappa di probabilità di incidenza nella provincia di Foggia.

I risultati della validazione del modello sono riportati in tabella 3. In tutti i casi la valori di incidenza osservati non si discostano significativamente ($p > 0.01$) da quelli previsti dal modello.

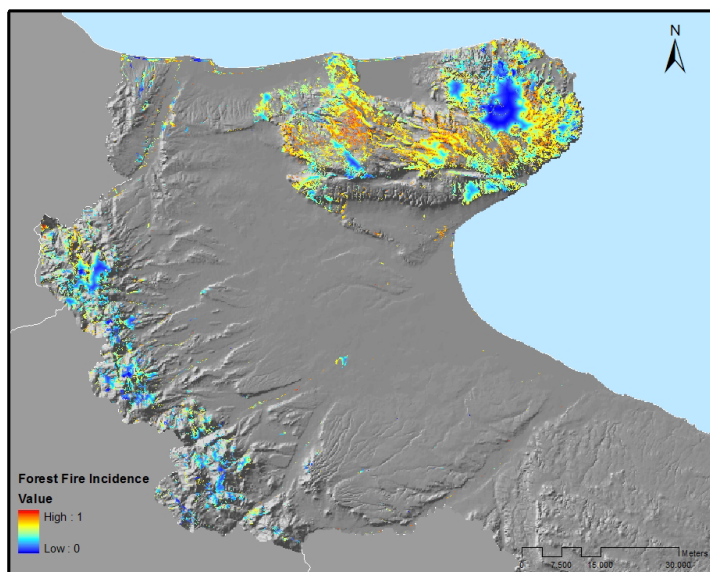


Figura 3 – Rappresentazione spaziale della probabilità di incendio nelle classi CLC analizzate per la provincia di Foggia.

Tab. 3 – Paired sample t-test tra valori di incidenza previsti ed osservati (provincia di Foggia).

Classe di uso del suolo (CLC 2000)	Paired Differences	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
311		-0.07	0.39	0.04	-0.14	0.00	-1.94	146	0.08
312	Incidence (observed) -	-0.48	0.34	0.08	-0.20	-0.11	-0.06	20	0.55
313	Incidence (predicted)	-0.06	0.31	0.07	-0.19	0.08	-0.85	21	0.41
323		-0.07	0.37	0.06	-0.19	0.04	-1263.00	40	0.21

Conclusioni

In questo lavoro è stato presentato un modello di analisi dell'incidenza degli incendi boschivi in Puglia, con particolare riferimento agli incendi di interfaccia che nel caso specifico sono quelli maggiormente frequenti ma con minore incidenza media complessiva. Fermo restando la molteplicità di fattori che influenzano il rischio di incendi boschivi (es. quantità di combustibile, condizioni climatiche, ecc.) (Leone e Lovreglio, 2005) i risultati dello studio dimostrano come una porzione di varianza può essere spiegata dalla sola ubicazione spaziale delle aree boschive: in Puglia le aree più prossime ai centri abitati sono quelle in cui gli incendi si verificano con maggior frequenza, ma allo stesso tempo sono le aree in cui gli effetti negativi degli incendi sono meno consistenti grazie anche alla facilità di avvistamento del fuoco in queste aree e alla accessibilità di queste aree ai mezzi di intervento. Di contro, le aree boschive più distanti da centri abitati e strade principali e più vicine alle aree a pascolo sono quelle in cui l'incidenza del fenomeno raggiunge i valori più alti e sono maggiori gli effetti negativi sulla biodiversità vegetale ed animale. Il metodo impiegato ha previsto l'integrazione di numerosi dati cartografici e banche dati di diverso tipo nell'ambito di un sistema informativo geografico e vuole essere di supporto alle attività pianificazione per la previsione e prevenzione contro gli incendi boschivi. Una concreta previsione degli incendi boschivi favorisce il processo di prevenzione e lotta attiva.

Riferimenti Bibliografici

- Johnson E.A., Larsen C.P.S., 1991. Climatically induced change in fire frequency in the southern Canadian rockies. *Ecology*, 72 (1), pp. 194 – 201.
- Lampin-Maillet C., Jappiot M., Long M., Bouillon C., Morge D., Ferrier J, 2010. Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France. *Journal of Environmental Management* 91: 732–741.
- Leone V., 1996. Aspetti sociologici nella fenomenologia degli incendi boschivi. In: Ciancio O.(Ed.) *Il bosco e l'uomo*. Acc. Ital. Sc. Forest., Firenze, 1-5.
- Lovreglio R., Leone V., 2005. Difesa dagli incendi boschivi e contenimento dell'effetto serra. *Forest@* 2 (2): 160-165.
- Pew K.L., Larsen C.P.S., 2001. GIS analysis of spatial and temporal patterns of human-caused wildfires in the temperate rain forest of Vancouver Island, Canada. *Forest ecology and management* 140 (1), 1–18.
- Radeloff V.C., Hammer R.B., Stewart S.I., 2005a. Rural and suburban sprawl in the U.S. Midwest from 1940 to 2000 and its relations to forest fragmentation. *Conservation Biology* 19 (3), 793–805.
- Regione Puglia – Corpo Forestale dello Stato, - Piano di previsione prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2004 – 2006, 58 – 123.
- Scarascia Mugnozza G., Sanesi G., Leone V., Nocentini S., Lovreglio R., Semerari P., Regione Puglia - Servizio Protezione Civile , 2010. Piano di previsione prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2004 – 2006, aggiornamento anno 2009, 5-124;