

Titolo della tesi

***L'uso di tecniche di analisi di immagine per la caratterizzazione dei danni di incendi
su aree boschive***

Tipologia di tesi:
sperimentale

Tipo di Laurea (triennale, magistrale con indirizzo)

Laurea Magistrale in "Ingegneria per l'ambiente e il territorio", indirizzo "Difesa del suolo"

Sessione di Laurea del 18 gennaio 2017;

Anno Accademico 2015 - 2016

Candidata: *Francesca Mauro*

Matricola: 1456488

Relatore:

Prof. Ing. Andrea Cappelli

Correlatori:

SSD Relatore: GEO/09 (cattedra di "Valutazione delle risorse")

Riassunto della tesi

La penisola italiana costituisce un'ineguagliabile raccolta di ambienti naturali, che da nord a sud rappresentano la variabilità del clima, della morfologia e dell'uso del territorio; tuttavia, spesso la nostra ricchezza naturalistica è vittima degli incendi boschivi, simbolo di distruzione e degrado della complessità forestale. Con il passare del tempo la vegetazione rinasce dalle ceneri, ma, con la propagazione del fuoco, la composizione del suolo viene modificata per diversi anni e si producono gas pericolosi per l'equilibrio del clima. La volontà umana di modificare il paesaggio naturale per consentire l'espansione urbana è la principale causa di questi fenomeni, che possono avere conseguenze rilevanti anche sulla popolazione nel caso interessino le aree di interfaccia. Tuttavia il dolo non è l'unico motivo che accende il fenomeno: si contano decine di eventi dovuti alla negligenza e alla debole coscienza ecologica, che purtroppo inducono a ritenere poco importante l'enorme biodiversità offerta dal nostro patrimonio naturalistico.

In Italia lo studio sistematico degli incendi boschivi è iniziato con l'emanazione della Legge n.353/2000, che ha modificato il Codice Penale introducendo all'art.423 *bis* il reato di incendio boschivo. Tuttavia, nonostante la forte linea di contrasto al fenomeno assunta dal Governo, il numero di incendi è sempre rimasto molto alto e, come scritto in un rapporto del WWF, il 2007 è stato l'anno cruciale per il nostro Paese. Il fenomeno affligge anche altri Paesi della Comunità Europea, in particolare quelli caratterizzati da un clima mediterraneo, come Spagna, Francia e Grecia; quindi, la politica italiana di contrasto agli incendi boschivi presenta punti in comune con le politiche di questi altri paesi, anche grazie alle norme comunitarie emanate per la protezione del patrimonio forestale europeo.

In questa tesi, analizzati i parametri di interesse e le varie tipologie di incendio boschivo, sono state valutate le potenzialità del telerilevamento satellitare per la caratterizzazione del danno nelle aree incendiate, utile a fornire una stima delle emissioni dei composti del carbonio (CO₂, CH₄ e CO), dell'azoto (NO_x e N₂O) e di particolato in atmosfera. Lanciati in orbita intorno alla Terra per scopi militari negli anni '60, oggi i satelliti rappresentano un'importante fonte di conoscenza dei fenomeni ambientali grazie all'osservazione a distanza e multispettrale della superficie terrestre, che permette di ottenere informazioni sia qualitative sia quantitative sugli elementi che la costituiscono.

La valutazione dell'idoneità del telerilevamento satellitare per tale obiettivo è avvenuta confrontando e integrando i risultati della fotointerpretazione di scene acquisite dalla piattaforma Landsat 8 con le informazioni custodite nel Sistema Informativo della

Montagna (SIM) dal Corpo Forestale dello Stato per tre incendi che si sono verificati nell'estate del 2014 nell'Italia Meridionale (in particolare in Puglia, Basilicata e Calabria). Utilizzando il software *ILWIS*, le immagini multispettrali, scaricate in formato "geotiff" *level 1T*, sono state sottoposte a un miglioramento del contrasto radiometrico per definire dei *color composite 752 RGB*, utili a individuare facilmente le aree incendiate. Successivamente, sono state utilizzate per l'elaborazione di mappe di variazione degli indici spettrali NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e NBR (*Normalized Burn Ratio*), in grado di rappresentare la disomogeneità spaziale del danno in funzione delle caratteristiche della vegetazione presente *in situ*, delle condizioni meteorologiche e dell'orografia del luogo. Definendo un sistema di classificazione del danno in base all'intervallo di valori del parametro dNBR solo nelle aree incendiate, è stato possibile ottenere l'efficienza media di combustione dell'evento, fondamentale per il calcolo delle emissioni in atmosfera e la valutazione dell'impatto ambientale dell'incendio in termini di "*carbon footprint*".

Lo studio dei tre incendi ha reso valida la fotointerpretazione di immagini satellitari per l'individuazione delle aree incendiate e la classificazione del relativo danno, mostrando i suoi interessanti vantaggi: il risparmio di tempo e risorse, la possibilità di caratterizzare gli eventi accaduti in zone difficilmente accessibili e la conoscenza in breve tempo dell'entità dell'impatto ambientale del processo di combustione della vegetazione. Allo stesso tempo, ha messo in luce i limiti di tale tecnica, connessi in parte alla tecnologia satellitare e in altra parte alle modalità di analisi *in situ* degli incendi.

E' risultato evidente che la diffusione delle tecniche di elaborazione di immagini satellitari per la caratterizzazione delle aree incendiate dipende dalla capacità di acquisire l'informazione con un'alta risoluzione spaziale, spettrale e temporale; poiché non è facile conciliare queste tre risoluzioni spesso la scelta ricade su quella più essenziale (in questa tesi sono state privilegiate la risoluzione spettrale e quella spaziale). Inoltre, il successo della fotointerpretazione satellitare per lo studio di queste calamità è in funzione dell'integrazione delle misure di riflettività con quelle *in situ*. In Italia, una modifica delle schede AIB – FN (compilate dal CFS per gli incendi boschivi) orientata a fornire una stima più dettagliata e numerica del danno potrebbe favorire lo sviluppo di un modello di correlazione tra variazione di NDVI/NBR e perdita di combustibile vegetale finalizzato a rendere più rapida e contemporaneamente accurata la caratterizzazione delle aree incendiate.