

## **Applicazione delle metodologie GIS per la formazione dei funzionari del CNVVF alle tecniche decisionali**

Giorgio ORFINO (\*), Andrea DANZI (\*\*), Maurizio POLLINO (\*\*)

(\* ) ISA - Istituto Superiore Antincendi - Via del Commercio, 13 - Roma

Tel.: 06.5706.4228 – e-mail: giorgio.orfino@vigilfuoco.it

(\*\* ) ENEA - Dipartimento ACS - Unità Osservazione della Terra e Sistemi Informativi Territoriali

C.R. Casaccia, Via Anguillarese 301 - 00123 Roma

Tel.: 06.3048.3874 – Fax: 06.3048.6038 – e-mail: andrea.danzi@casaccia.enea.it

GIS-SCHOOL – Master di Secondo Livello in Sistemi Informativi Territoriali applicati alla pianificazione e progettazione del territorio urbano e rurale – Università di Roma “La Sapienza” – Coord. Sc. Prof. Calogero Muscarà

### **Riassunto**

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco in Italia si è reso conto, fin dagli inizi dell'attività di soccorso negli anni '50, dell'importanza della formazione professionale con la creazione delle Scuole Centrali Antincendi di Roma finalizzate allo studio e l'approfondimento delle possibili strategie per la lotta all'incendio.

A tal proposito, a seguito dell'interessamento sull'argomento GIS attraverso il Master di Secondo Livello in “Sistemi Informativi Geografici Applicati alla Pianificazione e alla Progettazione del Territorio Urbano e Rurale” dell'Università di Roma “La Sapienza”, è sorta una collaborazione tra l'ISA (Istituto Superiore Antincendi) ed l'Unità Osservazione della Terra e Sistemi Informativi Territoriali dell'ENEA, operante presso il Centro Ricerche di Casaccia (Roma).

In tale ambito è stato progettato e realizzato un Sistema Informativo Territoriale in grado di essere da presupposto alla dotazione di uno strumento per la formazione dei funzionari del Corpo Nazionale Vigili del Fuoco sulle tecniche decisionali. Lo studio offre la possibilità di individuare un sistema di simulazione delle decisioni per il personale direttivo del CNVVF, per consentire un conseguente miglioramento delle prestazioni decisionali in ambito di intervento tecnico urgente.

### **Obiettivi e Specifiche del SIT**

Al fine della realizzazione del SIT, sono stati definiti i seguenti obiettivi

1. realizzazione di banche dati di territoriali fruibili in ambiente GIS;
2. elaborazione di cartografia 3D ad elevata scala di dettaglio;
3. creazione e/o adattamento di algoritmi di scenari possibili;
4. definizione di un sistema di supporto alle decisioni;
5. definizione di un “*war game tutorial*” per i quadri direttivi impiegati nell'ambito dell'emergenza come sperimentazione e studio.

### **Elaborazioni ed Analisi spaziali**

Per raggiungere gli obiettivi progettuali sono state seguite le seguenti analisi:

- ricostruzione 3D dell'area d'analisi mediante tecniche aerofotogrammetriche (Figura 1);
- georeferenziazione degli strati informativi necessari;
- inserimento della base dati territoriale relativa alle attività soggette a controllo di Prevenzione Incendi – attività a rischio di incendio;
- posizionamento degli elementi partecipanti al processo di prevenzione e protezione degli incendi;
- utilizzo del GIS per incrociare i dati di rilievo con quelli geografico territoriali;

- interrogazioni GIS sull'evoluzione degli scenari con l'azione del vento e secondo lo spostamento dell'aria contaminata in canali (tra edifici) e bloccata da barriere (sempre edifici, di maggior altezza): simulazione di evento.

### L'approccio aerofotogrammetrico

Il lavoro di ricerca affrontato presso l'Unità Osservazione della Terra e Sistemi Informativi Territoriali dell'ENEA conduce allo sviluppo di innovative tecniche numeriche e metodologie di aerofotogrammetria digitale, finalizzate alla produzione di modelli digitali delle elevazioni (DEM) specifici per aree densamente urbanizzate.

L'obiettivo principale è stato quello di progettare e testare strumenti e metodi atti ad ottenere, direttamente in formato digitale, i modelli 3D degli edifici in un'area urbana di test di Roma al fine di ridurre drasticamente l'intervento dell'operatore umano, ottimizzando costi e tempi di realizzazione nelle fasi di restituzione e produzione del dato.

Stimare in maniera automatica i parametri geometrici degli edifici, a partire da coppie stereo di aerofotogrammi, risulta particolarmente problematico nelle aree urbane soprattutto a causa dei fenomeni di occlusione prospettica tra edifici limitrofi, presenza di ombre, alberature, ecc. La problematica è stata affrontata secondo un approccio teorico-sperimentale originale, articolato secondo la sequenza operativa così definita:

- generazione DEM del suolo supposto privo di edifici;
- estrazione del DEM descrittivo delle altezze degli edifici;
- confronto numerico tra i due DEM precedentemente ottenuti ricavando l'altezza netta degli edifici rispetto al piano stradale, nonché tutti i parametri geometrici e geografici dei singoli edifici.

I dati geometrici e geografici ricavati dai DEM sono confluiti in un Geo-Database progettato e strutturato in maniera tale da poter gestire e rendere fruibili dati aventi diversa origine. Inoltre è stata adottata una base cartografica di riferimento sulla quale fondare la ricostruzione tridimensionale dell'area urbana in analisi (carta tecnica del Comune di Roma alla scala 1:2000); questa è stata pre-elaborata in modo da definire gli elementi gerarchicamente dipendenti su cui si è innestata l'intera struttura logica del Geo-Database.

Tale suddivisione topologica si è basata sulle seguenti entità:

- edifici (poligoni): insieme di uno o più corpi di fabbrica dotati di attributi;
- corpi di fabbrica (poligoni): elementi di ciascun edificio dotati degli attributi geometrici;
- facciate (segmenti): archi che concorrono a formare il corpo di fabbrica.

Alle informazioni di base si sono aggiunti, in seguito, una serie di dati tematici. In particolare, sono state effettuate una serie di operazioni mirate all'integrazione ed alla sovrapposizione dei differenti livelli informativi prescelti:

- andamento altimetrico del suolo, altezza edifici (rispetto al suolo) e tipologia di copertura degli stessi derivanti dal DEM;
- attributi desunti dalle mappe catastali;



Figura 1: Area d'analisi - Roma

- odonomastica ricavata dal grafo stradale.

Per stabilire il legame tra i dati catastali e quelli cartografici di base si è pensato di utilizzare i centroidi relativi a ciascun corpo di fabbrica presente in cartografia al fine di associare ad essi il dato catastale ricavato dalla relativa Mappa.

La successiva integrazione è stata quella tra la Cartografia di base e le informazioni contenute nel grafo stradale, in modo da inserire nel Geo-Database anche gli attributi relativi alla toponomastica stradale. Le informazioni contenute nel grafo stradale sono state associate alle facciate prospicienti il fronte viario.

### **Utilità per il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco**

Le possibili applicazioni del sistema in argomento sono molteplici. L'analisi del territorio urbano effettivamente realizzato permette di ricavare informazioni che possono essere aggiornate con risorse limitate e condivise anche via web. Questo può favorire l'attività di formazione, che è oggetto del presente studio, fino a spingersi alle fasi di analisi e pianificazione del territorio anche in temi della sicurezza, oltre ad essere uno strumento di indubbia utilità in tema di interventi come simulatore per la scelta delle decisioni, consentendo la ricerca delle criticità del territorio attraverso l'incrocio dei dati sul rischio.

### **Integrazione cartografica**

Il lavoro aggiuntivo è stato quello di operare un'opportuna integrazione cartografica per sovrapporre informazioni sugli assi stradali (esempio: ottenere la lunghezza dei percorsi e le strade più brevi, o meno trafficate ...).

Una parte rilevante è occupata dai numeri civici. Il grafo stradale riporta solo la nomenclatura delle strade che in linea generale contengono un'idea dell'andamento del civico. Allo studio che si sta svolgendo occorre invece una più precisa indicazione del civico, che tra l'altro dovrà essere associata al tema degli edifici. Per essere più precisi sarà necessario conoscere anche la scala ed il piano ove è collocata l'attività. Si auspica un'integrazione con una o più campagne sul posto per singola attività attraverso il sopralluogo disposto per norma dal DM 4.05.82, allo scopo di aggiornare la relazione georeferita tra civici e attività.

La soluzione ideale è quella di un semplice palmare con tecnologia GPS, avente la cartografia pre-configurata ed un *data entry* che consenta, quando tornati dalla campagna di rilievo, di aggiornare in tempo reale il DB con la semplice connessione al server che gestisce il GIS.

### **Banca dati VVF in merito alle attività soggette**

Per il presente studio si è operato inserendo i dati manualmente, in modo da conoscere anche questo sistema meno speditivo, ma utile ai fini dello studio del software GIS. Dalla vecchia banca dati del Comando Provinciale di Roma (in formato MS-Access e risalente agli anni '90) si sono potute individuare le attività soggette a prevenzione incendi, le vie ed i civici. In fase operativa si potrebbe semplificare il sistema di acquisizione dei dati direttamente da tabelle provenienti dal nuovo data base VVF in fase di sperimentazione, progettandone opportunamente l'interfaccia.

Il legame edificio-civico-attività è, e deve essere, univoco e talvolta potrebbe essere utile conoscere anche il nome della scala interna ed il piano, ove esiste l'attività soggetta.

I siti collocati corrispondono alle attività classificate a basso, medio ed alto rischio di incendio soggette ad attuazione della procedura di presentazione e approvazione di progetto antincendio, e successiva visita per il "sopralluogo di conformità", ai sensi dei: DPR 689 del 25.05.59; DM 16.022.1982; DPR 577 del 1982; DPR 37 del 12.01.1998, DM 4.05.1998.

Nella Figura 2 è rappresentata la mappa in cui vengono riportati i punti georeferiti, indicando nelle rispettive tabelle i dati relativi alla tipologia di attività, il livello di rischio, le eventuali potenzialità termiche in gioco, la presenza massima di persone presenti nell'attività.

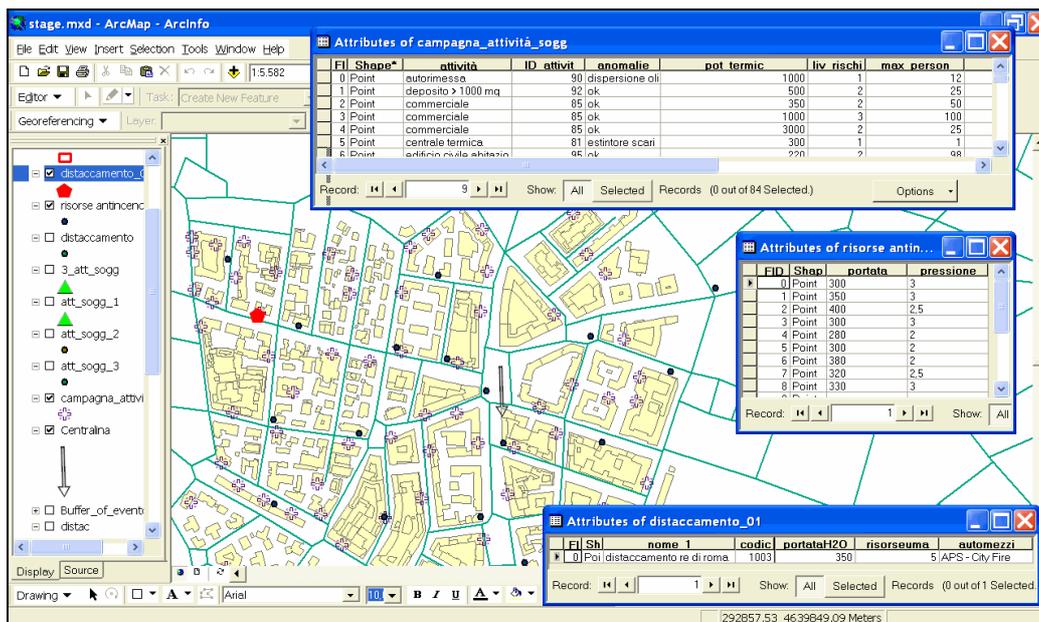


Figura 2: Mappa delle attività classificate a basso, medio ed alto rischio di incendio soggette ad attuazione della procedura di presentazione e approvazione di progetto antincendio

Lo scenario è stato inoltre implementato con le risorse antincendio, predisponendo sul territorio urbano un sistema di idranti, identificati nella tabella degli attributi, con l'indicazione della portata e della pressione di esercizio, misurabile con un tubo di pitot. A scopo meramente didattico si è inserita (indicata in rosso in Figura 2, in alto a sinistra della planimetria, in Via Gallia), una stazione dei Vigili del Fuoco, riportando nella sua tabella gli attributi relativi alle risorse umane disponibili e alle risorse antincendio: automezzi e quantità e qualità degli agenti estinguenti. A questo punto lo scenario è pronto per le successive attività di simulazione.

### Il livello di rischio: individuazione degli indici da attribuire alle attività a rischio

Si è proceduto all'elaborazione di un indice che identifichi il livello di rischio da attribuire alle attività riportate sul territorio. Tale processo, anche se a carattere sperimentale poiché non è supportato da alcuna indicazione normativa, favorisce le successive elaborazioni con il GIS per conoscere, ad esempio, il livello di rischio medio globale di una determinata area.

Per l'attribuzione del livello di rischio si è comunque fatto riferimento al sistema di analisi delle attività a rischio rilevante. In tema di normativa nazionale, seguendo le indicazioni europee, il riferimento è alla metodologia proposta dal D.L.vo 626/94, ed in particolare con l'applicazione sulle linee guida per la sicurezza e l'igiene dei luoghi di lavoro DM Interno 10.03.1998, rifacendosi alla vigente normativa di Prevenzione Incendi.

Si ribadisce comunque che il processo di studio è del tutto inedito, e come altri temi trattati, presenta una notevole possibilità di approfondimento, al fine di meglio determinare i risultati. Gli elementi significativi che partecipano alla determinazione del livello del rischio sono:

- la potenza termica in gioco;
- il numero di persone ragionevolmente presenti;
- l'estensione della superficie dell'attività a rischio;
- la possibilità di innesco.

La loro combinazione determina il fattore di rischio espresso in forma numerica. Prima di procedere al calcolo si è proceduta all'analisi dei possibili scenari urbani, utile al fine di determinare i possibili ambiti esercitativi del simulatore di eventi. Una volta calcolata la classe di rischio si completa la tabella degli attributi delle singole attività.

La tabella contiene record riferiti alle attività, individuando i seguenti campi: attività soggetta; indirizzo, civico, n° attività; potenza termica; n° massimo persone presenti. Inoltre ogni livello di rischio di può essere associato ad un colore diverso che individua un livello nella scala dei rossi all'arancio sulla planimetria a disposizione del decisore.

### Simulazione dell'evento

Viene ipotizzata la creazione di una serie di scenari che possono essere implementati anche da casi realmente accaduti, un po' come il gioco degli scacchi. Lo scenario che si analizza può essere costituito da una serie di eventi che succedono a catena con un intervallo di circa 10 minuti.

Scenario: gli eventi si succedono su Via ELVIA RECINA, una strada di secondaria importanza viaria, parallela a Via GALLIA, che collega Piazza TUSCOLO a Piazza POMPEI (Figura 3).

Il primo incidente accade con l'esplosione di un'autovettura all'interno dell'autorimessa di Via Elvia Recina civico 34. Dopo 10 minuti accade il secondo evento: l'incendio della centrale termica di Via Elvia Recina civico 11. Infine lo scenario si completa con l'evento incendio dopo altri 10 minuti al civico 45 sempre di Via Elvia Recina, ad un supermercato.

Si procede alla simulazione decisionale dell'intervento. Dato un evento di tipo ad impatto noto nei primi 10 minuti dalla comunicazione, si crea un'area di rispetto di 90 metri, secondo la metodologia di massima attenzione per eventi in area urbana, per individuare le attività che possono essere interessate per effetto dominio. Sarà poi possibile aver evidenziate le risorse idriche ed umane disponibili in zona.

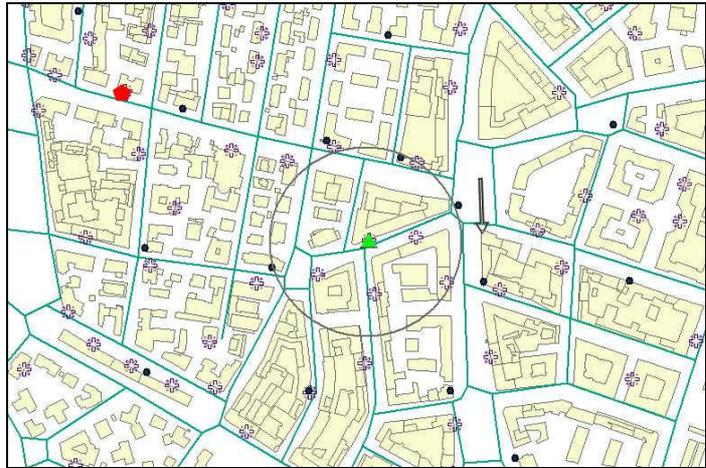


Figura 3: Zona di simulazione dell'evento

Nell'area circoscritta sarà possibile conoscere: le attività a rischio presenti nella zona di territorio individuato e la loro natura, le potenze termiche che potrebbero venire ad essere coinvolte; la popolazione interessata; le risorse antincendio in termini di persone e mezzi.

Tali informazioni sono necessarie per elaborare una strategia d'azione: il decisore sarà chiamato ad allertare persone e mezzi per risolvere l'emergenza. Alla pianificazione del primo intervento semplice si somma l'azione del secondo intervento. Le decisioni devono essere riviste e corrette in termini risorse umane e mezzi antincendio. Il decisore si troverà poi il successivo incendio, e sarà chiamati a rivedere e correggere le forze in gioco (Figura 4).

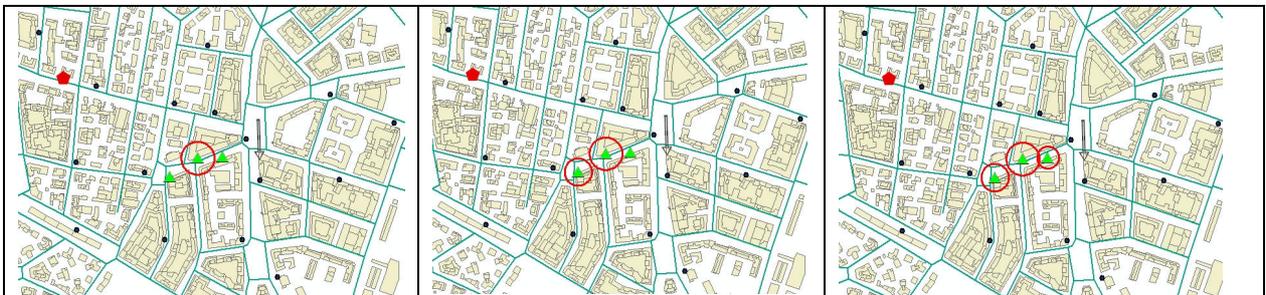


Figura 4: Evoluzione dello scenario di simulazione dell'evento

La planimetria dell'edificato, la meteorologia, la pendenza del suolo, lo stato sismico, i flussi di traffico viario possono essere alcune delle ulteriori variabili del programma di formazione.

Il GIS in oggetto non è in grado di operare con simulatori temporali, ma può essere implementata l'esportazione dei dati dell'evento incendio in un *software* che li elabori in base ad un modello di calcolo appropriato ed in base alle condizioni al contorno.

Quindi diventa possibile, con un sistema di travaso dei dati verso un programma di calcolo e di modellazione in grado di gestire fenomeni di termo-fluido-dinamica, determinare l'evoluzione dell'incendio in funzione della potenza termica in gioco, della situazione geometrica al contorno, della presenza dei venti dominanti e del moto proprio dell'aria calda contaminata dall'incendio. Successivamente i dati prodotti saranno resi leggibili per il GIS costituendo un sistema completo di rappresentazione del fenomeno e della sua evoluzione.

Grazie a questa ricostruzione dettagliata, gli elementi costruiti rappresenteranno talvolta un ostacolo allo sviluppo e all'avanzamento dell'aria contaminata e fumi caldi; talvolta favoriranno lo spostamento di masse di aria calda e contaminata attraverso le strade e i canali formati dalle diverse altezze degli stessi. Si tratta pertanto di disporre di un sistema per la valutazione della performance del decisore, al fine di determinare un punteggio correlabile all'intervento prodotto, dove si valuteranno:

- tempi necessari per l'arrivo delle risorse umane nei pressi della zona dell'incidente;
- quantità di sostanza estinguente in grado di contrastare la potenza termica in gioco;
- compatibilità delle operazioni svolte con lo scenario presentato.

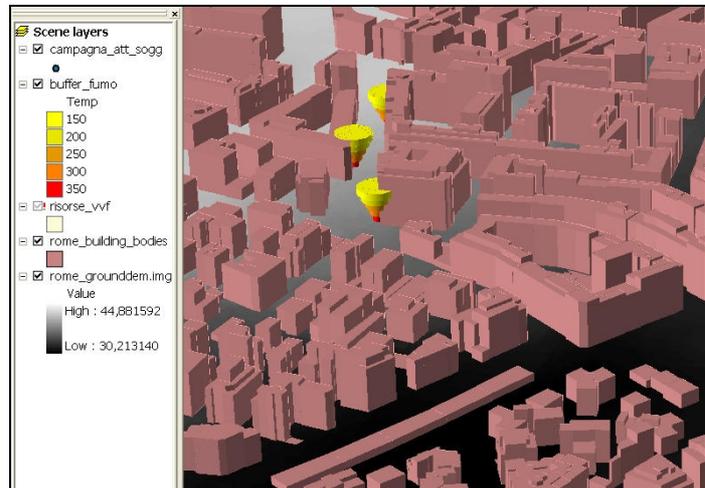


Figura 5: Rappresentazione 3D della simulazione dell'evento

## Conclusioni

Il sistema studiato è piuttosto articolato e così come è stato impostato risulta particolarmente macchinoso. Si tratta di mettere a punto strategie di semplificazione e di ottimizzazione della gestione dei processi e dei dati. La gestione dei processi si rivolge a personale che possiede conoscenze ed abilità di natura informatica di notevole livello. Questo porta all'indispensabile processo di aggiornamento professionale in termini di informatica per il personale impiegato in tale attività. L'ottenimento di risultati discretamente confrontabili con la realtà e che magari da essa auto-apprendano e correggano le ipotesi grossolane (tipo i *software* per la meteorologia), sarebbero notevolmente utili ad innalzare il livello di efficacia degli interventi da governare dalla sala operativa, con risvolti positivi anche in tema di sicurezza del soccorritore.

## Bibliografia

- Pollino M., Della Rocca A.B., Pierazzi M. (2005), "Aerofotogrammetria, DEM e realtà virtuale: ricostruzione fotorealistica tridimensionale di edifici in aree urbane", *Cartographica - Il notiziario dei dati geografici*, Ed. MondoGIS, n° 11: 7-10
- Giomi G., Elifani G. (2003), *La prevenzione incendi nell'industria e nell'artigianato*, Edizioni EPC
- Pollino M., Della Rocca A.B. et alii (2003), "Osservazione aerospaziale della Terra", *CD-Rom Multimediale*, ENEA
- Fisher P., Unwin D. (2002), *Virtual reality in geography*, Taylor & Francis, London, 209-270
- Drysdale D. (1998), *An Introduction to Fire Dynamics*, Wiley & Sons
- Petrocelli E., *Il nuovo sistema della protezione civile*, Ed. delle Autonomie Locali