

LO SVILUPPO DI UNO STRUMENTO OPERATIVO PER LA PREPARAZIONE ALLE EMERGENZE CHIMICO-INDUSTRIALI

Rota, R.1, Caragliano, S.1, Scaioni, M.2 e Ravasi, F.2

1 Dip. CMIC “G.Natta”, Politecnico di Milano, Via Mancinelli 7, 20131, Milano, Italia

2 Dip. IIAR, Politecnico di Milano, Polo Regionale di Lecco, Via Marco d’Oggiono 18/a, 23900, Lecco, Italia

SOMMARIO

Il presente lavoro si sviluppa nell’ambito della gestione delle emergenze industriali in territori esposti a rischio d’incidente rilevante. Esso riguarda la progettazione di una piattaforma software (denominata EPM - “Emergency Preparedness and Management”) di supporto alla preparazione alle emergenze dovute ad incidenti che hanno ripercussioni anche sul contesto circostante gli stabilimenti. Eventi tecnologici (emissione di nube tossica, esplosioni, incendi, effetti domino,...) e pericoli naturali (alluvioni, terremoti, uragani,...) possono indurre gravi danni al territorio (morti, feriti, interruzione del servizio di infrastrutture, collassi di edifici,...), generando situazioni di emergenza che richiedono un coordinamento organizzativo di protezione civile. In questo contesto, il reperimento di alcune informazioni può supportare le attività di soccorso e superamento dell’emergenza, così da mantenere e migliorare i livelli di sicurezza e di protezione della popolazione che vive e lavora nelle aree industriali di pertinenza. Pertanto, di fronte a situazioni di rischio latenti è opportuno provvedere preventivamente alla raccolta e selezione di informazioni utili alla gestione di eventuali incidenti. A tal fine, la piattaforma EPM viene sviluppata considerando il bisogno di raccogliere le informazioni disponibili sul rischio esistente, distribuite a livello locale e sovra-locale in differenti geo-database gestiti presso enti diversi (pubbliche amministrazioni, gestori delle infrastrutture, servizi di soccorso).

1.0 INTRODUZIONE

Gli incidenti industriali che si verificano in aree ad alta urbanizzazione possono implicare conseguenze rilevanti, non solo per l’attività industriale coinvolta, ma anche per il territorio nel quale essa è collocata. In determinate circostanze, infatti, incidenti tecnologici possono generare effetti sulla popolazione che si trova all’esterno dell’attività, sulle strutture e infrastrutture di servizio, sulla viabilità urbana e sull’ambiente in generale. Effetti di questo tipo richiedono interventi di protezione civile che vanno oltre la sola messa in sicurezza degli impianti ed il soccorso sanitario agli addetti. Si rende necessaria, infatti, una gestione inter-organizzativa dell’emergenza, tale cioè da coinvolgere sia le diverse autorità competenti a livello territoriale (Vigili del Fuoco, Soccorso Sanitario, Corpi di Polizia, Pubbliche Amministrazioni, Volontari di Protezione Civile), sia la popolazione esposta (addetti, presenti e residenti). Non a caso, infatti, le normative europea ed italiana in materia di incidenti rilevanti definiscono l’incidente rilevante come un evento incidentale in cui intervengono sostanze pericolose (emissione, incendio o esplosione) tale da dare luogo ad un pericolo grave per la salute umana o per l’ambiente, sia all’interno che all’esterno dello stabilimento (vedasi art. 3, D.Lgs. 334/1999).

Inoltre, la presenza di aree industriali sul territorio comporta rischi connessi alla probabilità che si verifichino incidenti sia durante le ordinarie attività produttive *in situ*, sia durante le fasi di trasporto delle sostanze pericolose ivi utilizzate. Tali situazioni di rischio industriale sono da considerarsi come la combinazione di eventi incidentali che coinvolgono sostanze pericolose e processi produttivi presenti nelle attività industriali, da un lato, e di elementi vulnerabili presenti nelle aree urbanizzate circostanti (residenze, attività commerciali ad alta ricezione, scuole, ospedali,...). Situazioni di rischio industriale possono essere, poi, ulteriormente aggravate dalla presenza di altre tipologie di pericolo presenti sul medesimo sito, per esempio di origine idrogeologica o sismica, che possono dar luogo ad una complessa concatenazione di eventi dannosi.

Gli incidenti industriali costituiscono, pertanto, situazioni di emergenza che richiedono la direzione di interventi tecnico-operativi finalizzati a minimizzare e contenere le conseguenze di un evento iniziatore nel breve periodo. Di conseguenza, la gestione di tali situazioni richiede la capacità di

prendere pronte decisioni, le quali molto spesso sono basate su informazioni sommarie, confuse, limitate e di cui non sempre si conosce l'affidabilità. Le decisioni che *task force* tecnico-amministrative devono prendere in caso di emergenza riguardano le azioni che le diverse forze di protezione civile devono compiere sulla base delle risorse disponibili. L'efficienza nell'uso delle risorse umane e materiali effettivamente disponibili su un territorio colpito da un evento rilevante costituisce il punto nevralgico della gestione dell'emergenza. Il *disaster management*, infatti, disciplina di origine militare (USA, anni '50) che si occupa degli aspetti connessi alla pianificazione e gestione delle grandi emergenze, è finalizzata ad analizzare ed ottimizzare le procedure operative da attuare in situazioni di elevata incertezza [1]. La gestione di un'emergenza richiede, in queste condizioni, sulla base di una valutazione della situazione in atto, l'attivazione, il mantenimento ed il controllo della rete di comunicazione multi-attoriale, l'identificazione di una strategia globale e lo sviluppo di passaggi tattici per realizzarla, il riesame, la valutazione e la revisione di questi passaggi tattici man mano che le operazioni di realizzo sono completate.

Ne deriva sempre più la necessità di incamminarsi sulla strada della prevenzione tramite la preparazione all'emergenza, predisponendo azioni di mitigazione del rischio sostenibili. Di particolare interesse nel *disaster management* è la redazione di "scenari" che prefigurano quello che potrebbe succedere all'insorgere di un disastro in modo verosimile rispetto alla realtà. Tali scenari possono essere definiti in funzione di metodi analitico-valutativi sofisticati (*risk assessment*) che si avvalgono di strumenti di supporto adeguati anche alla valutazione e gestione integrata del rischio industriale. Tale valutazione deve tenere conto dei vari sistemi (umano, sociale, costruito, ambientale) e degli elementi (individui e gruppi di persone, edifici e infrastrutture, aria, acqua, suolo) che interagiscono sul territorio, generando anche i così detti *effetti domino*.

In questo contesto, le attività di prevenzione implicano azioni operative volte al confronto inter-istituzionale e multi-disciplinare, anche da un punto di vista tecnico-scientifico, a supporto delle funzioni decisionali. Analisti e valutatori devono fornire le informazioni sufficienti a supportare la scelta tra alternative di intervento opportune, da parte di chi è investito della responsabilità di decidere "dove", "come" e "quante" delle risorse disponibili debbano essere destinate alla riduzione delle sempre più numerose e diffuse condizioni di rischio che gravano sul territorio.

A tal fine, nell'ambito del progetto RAI² ("Rischio nelle Aree Industriali: un approccio Integrato"), in via di sviluppo presso il Politecnico di Milano, si sta realizzando uno strumento volto a supportare le decisioni in caso di emergenza, quale applicativo per l'interrogazione semplificata di banche dati territoriali (*geo-database*). Più in generale, obiettivo del progetto RAI² è la valutazione integrata del rischio per l'uomo, connesso con la presenza di sostanze pericolose in stabilimenti fissi o in condizioni di trasporto, tenendo in considerazione il sistema urbano in cui avvengono tali incidenti (caratteristiche di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione). Tale valutazione implica la definizione di una strumentazione di riferimento atta alla raccolta, selezione, elaborazione ed interrogazione di una serie di dati spesso variamente localizzati e costruiti con metodi e formati di archiviazione diversi.

L'esperienza sul campo, infatti, fa emergere come la realizzazione di un moderno sistema di protezione civile si espliciti attraverso la gestione informatizzata delle funzioni di previsione, prevenzione e gestione dell'emergenza proprie degli Enti competenti. Tale gestione avviene tramite un efficace sistema di comunicazioni in grado di aggiornare le banche dati di protezione civile e di utilizzare le stesse per una rapida ed efficace organizzazione dell'emergenza. Essa, attuabile grazie all'utilizzo della telematica e della tecnologia dei Sistemi Informativi Territoriali (SIT), in ambito internazionale GIS (*Geographic Information Systems*), necessita tuttavia di procedure software mirate che includano la gestione di banche dati, i SIT ed i sistemi di comunicazione. Per questo motivo, nel campo dell'informatica sono stati recentemente sviluppati alcuni strumenti e piattaforme digitali specifiche per la pianificazione e gestione delle emergenze quali primi tentativi di riportare le attività di protezione civile all'interno delle ordinarie procedure operative degli Enti Locali e di coordinarle con le attività delle strutture adibite al pronto intervento (Vigili del Fuoco, Soccorso Sanitario, Forze di Pubblica Sicurezza). In ambito italiano si trovano, ad esempio, sia software commerciali di tipo stand-alone (PETer, sviluppato da Globo srl.; ZEROgis, realizzato da ZEROBY.TE; CI.PRO. di Telecom Italia) sia portali WebGIS o sistemi Intranet tra Enti diversi (Azimut, edito da Team Informatica; SirioWeb, di Celesta Soluzioni Informatiche; SIT Regione Calabria).

2.0 IL RUOLO DEI SOFTWARE GIS-BASED PER LE ATTIVITA' DI PREPARAZIONE E GESTIONE DELLE EMERGENZE

Nell'ambito del progetto RAI², è emersa la necessità di definire uno strumento software volto alla semplificazione dei processi di raccolta e di interrogazione dei dati disponibili a livello territoriale, al fine di agevolare le operazioni di gestione di un'emergenza di protezione civile. In generale, lo sviluppo di tale strumento mira alla definizione di una piattaforma, detta EPM ("Emergency Preparedness and Management"), quale strumento di gestione del rischio industriale d'area, all'interno della quale convogliano tutta una serie di moduli operativi che, benché interagenti, risultano indipendenti tra di loro.

EPM è uno strumento finalizzato a semplificare la raccolta e l'organizzazione delle informazioni necessarie per rispondere ad un'emergenza, in funzione delle condizioni locali di rischio e delle risorse materiali ed umane disponibili. Esso è sviluppato tenendo in considerazione la necessità di mettere insieme ed elaborare i dati già disponibili a livello territoriale presso uffici pubblici e gestori privati. Tale scopo richiede un software in grado di interfacciarsi, innanzitutto, con la tecnologia GIS, che costituisce oggi uno strumento indispensabile per l'acquisizione e la gestione delle informazioni territoriali disponibili riconosciuto a livello internazionale. I sistemi GIS, infatti, permettono di elaborare informazioni di tipo geografico e di integrarle con altre tipologie di banche dati, permettendo così di creare documenti di rappresentazione grafica che garantiscono un'agevole e rapida interpretazione dei dati (mappe cartacee, documentazione, visualizzazioni su schermo). Tali sistemi rappresentano un mezzo strategico per organizzare il sistema delle conoscenze necessarie sia per la gestione delle emergenze, sia per le attività di previsione e prevenzione dei rischi, in quanto consentono di organizzare e strutturare i dati su una base cartografica di riferimento.

In modo particolare, nel settore della protezione civile, l'utilizzo dei sistemi GIS permette di migliorare l'efficienza e la tempestività delle decisioni, di ottimizzare l'economicità e le priorità delle azioni, di monitorare politiche e strategie per far fronte alle emergenze territoriali ed ambientali. I sistemi GIS, infatti, permettono di conoscere in tempi molto brevi le informazioni relative ad una particolare zona geografica soggetta ad un incidente rilevante o a un'emergenza di altro genere, agevolando così l'intervento nell'area di crisi nelle ore e nei giorni immediatamente successivi l'evento incidentale. Nell'ambito di un sistema GIS, ogni elemento presente sul territorio (edifici, strade, rete elettrica, vegetazione, oggetti, veicoli e persone) costituisce un elemento di un geodatabase caratterizzato da una forma geometrica tridimensionale (puntuale, lineare o areale) georeferenziata all'interno di un opportuno sistema di coordinate cartografiche. I diversi elementi possono essere opportunamente relazionati così da, non solo, riportare le informazioni già disponibili, ma anche, creare nuove informazioni a partire dai dati esistenti. Inoltre, i sistemi GIS possono includere i differenti tipi di carte esistenti (mappe vettoriali e Database Topografici, cartografie *raster*, modelli digitali del terreno), permettendo così di mettere in relazione i contenuti tradizionali che esse contengono con gli altri oggetti georeferenziati [1,2,3,4,5].

A questo proposito, Cutter [6] sottolinea come l'utilizzo di informazioni georeferenziate, grazie agli avanzamenti in ambito tecnologico, possa risultare particolarmente utile ai fini della gestione dei rischi ed alla risposta alle emergenze in caso di disastri. Questi ultimi, infatti, sono spesso l'epilogo di una situazione di rischio dovuta ad elementi di pericolosità e vulnerabilità pre-esistenti, che possono essere identificati e le cui caratteristiche possono essere raccolte tramite l'utilizzo di software GIS che integrano dati anagrafici e dati georeferenziati. Le informazioni così organizzate, ad esempio, vengono utilizzate:

- per guidare e monitorare l'uso degli edifici in aree a rischio;
- per delineare le più opportune direttrici di trasporto in caso di evacuazione;
- per delimitare ed eventualmente aggiornare le aree pericolose in funzione delle conoscenze acquisite;
- per individuare la popolazione esposta a rischio e i suoi caratteri di vulnerabilità bio-fisica e socio-organizzativa;
- per dislocare i supporti logistici e le risorse;
- per identificare le strutture di comando e controllo;
- per organizzare la viabilità in emergenza;
- per definire i mezzi di comunicazione tra le forze di protezione civile.

Da quanto considerato deriva la necessità di reperire e organizzare i dati utili ai fini di Protezione Civile così da agevolare gli interventi in emergenza tramite la creazione di supporti informatici ad hoc sin dalle fasi preparatorie alla gestione dell'emergenza. Sia in condizioni di normalità, infatti, che durante le situazioni di emergenza, è utile disporre di rappresentazioni cartografiche rigorose e banche dati consultabili in modo agevole, così da poter simulare e prevedere i possibili scenari di evento incidentale e definire le procedure più adeguate da adottare di conseguenza. Per questo motivo, durante la definizione dell'architettura della piattaforma EPM è stata data particolare attenzione alla necessità di organizzare i dati all'interno di una struttura flessibile ed adeguata all'utilizzo delle informazioni in emergenza (consultazione interattiva di mappe e informazioni anagrafiche, identificazione dei possibili scenari di rischio e delle relative procedure operative da mettere in atto, consultazione della normativa di riferimento). Le conoscenze rappresentate da tali informazioni costituiscono un requisito di base per definire gli interventi tecnici da adottare durante la risposta ad un'emergenza in tempi brevi, grazie all'individuazione preventiva delle procedure e dei comportamenti più opportuni da adottare in funzione delle condizioni di rischio esistenti [1,6]. Tale struttura è stata progettata considerando anche la possibilità di inserire i dati esistenti provenienti da elaborazioni eseguite con altri software per l'analisi di rischio industriale e per il trasporto di sostanze pericolose (per esempio ALOHA, ARIPAR-GIS 4.0).

Da quanto esposto emerge, pertanto, una potenzialità strategica dei GIS ai fini della valutazione e della riduzione del rischio. Essa è costituita dalla possibilità di integrare differenti tipologie di dati che costituiscono un supporto al processo conoscitivo e decisionale. È da sottolineare il fatto che i dati che possono essere raccolti all'interno di questa struttura organizzata permettono di fornire informazioni puntuali relative ai diversi fattori di rischio locali ed alle loro caratteristiche. In questo modo, è possibile recuperare informazioni relative ai loro livelli di criticità e potenzialità, quali elementi utili anche ai fini della pianificazione urbanistica e della prevenzione nel lungo periodo. Sono questi elementi ad influenzare il verificarsi di determinate conseguenze rilevanti e di possibili effetti domino, sia nel caso in cui un incidente venga provocato da un malfunzionamento propriamente tecnico, sia nel caso in cui sia derivato da un evento naturale che a sua volta genera un malfunzionamento o rottura dell'impianto. Operazione preliminare alla definizione di interventi di prevenzione (*risk prevention*) è, infatti, la valutazione del rischio (*risk assessment*) per la quale sono necessarie sia una banca dati contenente le informazioni georeferenziate sul territorio che quelle provenienti da strumenti di calcolo che implementano algoritmi per l'analisi del rischio stesso (aree d'impatto e di possibile coinvolgimento in caso di emergenza).

La predisposizione di banche dati informatizzate ai fini di protezione civile tramite l'utilizzo di strumenti dedicati, quale è EPM, costituisce un'attività di preparazione all'emergenza sempre più diffusa all'interno delle pratiche di prevenzione dei rischi. La predisposizione di tali banche dati, infatti, grazie alla raccolta ed elaborazione delle informazioni esistenti, permette di migliorare le capacità di gestione dei dati in emergenza agendo in tempi di ordinarietà, già in fase di preparazione all'emergenza. È noto come alti livelli di preparazione all'emergenza, tramite anche il ricorso a tecnologie specializzate, possano facilitare le attività sia organizzative sia tecnico-operative durante la risposta ad una situazione di crisi estrema [7,8,9]. Obiettivo principale della preparazione all'emergenza è, infatti, il miglioramento della capacità tecnica, sociale ed organizzativa dei soggetti coinvolti in un'emergenza di far fronte ad un evento inatteso, quale un incidente rilevante. Tale capacità può essere sviluppata tramite la messa in opera di una serie di molteplici attività, quali:

- la costruzione di network inter-istituzionali per l'individuazione dei mezzi e dei materiali necessari (convenzioni non onerose, patti locali, accordi di mutuo soccorso, ecc.);
- il censimento delle risorse disponibili (attrezzature ed automezzi disponibili, posti letto ospedalieri, ecc.);
- la predisposizione di modelli di intervento (procedure operative specifiche e generali);
- l'attuazione di processi di informazione e comunicazione con il pubblico (ad esempio la distribuzione di *brochure* informative o le campagne di sensibilizzazione della popolazione);
- la costruzione di sistemi di allarme e allertamento;
- l'aggiornamento di mappature esplicative.

Tali attività si fondano sullo scambio di informazioni e conoscenze tra i diversi soggetti competenti in materia di protezione civile, già in fase precedente all'evento incidentale. L'interazione tra i diversi

soggetti costituisce, pertanto, l'elemento principale su cui organizzare una risposta coordinata all'emergenza, in grado di gestire in modo opportuno le risorse umane e materiali esistenti sul territorio specifico. Quando si verifica un incidente industriale, infatti, gli attori coinvolti nella gestione dell'emergenza, sia all'interno che all'esterno dell'impianto coinvolto, devono essere in grado di far fronte alle richieste emergenti, tenendo in considerazione la situazione di rischio specifica e potendo disporre celermente delle informazioni e delle risorse disponibili da mettere in campo.

3.0 ARCHITETTURA DELLA PIATTAFORMA EPM

Ai fini della definizione della piattaforma EPM, quale struttura organizzata di dati utile e facilmente fruibile nel corso di un'emergenza, si è tenuto in considerazione sia il tipo di informazioni necessarie (per esempio localizzazione di personale specializzato, automezzi e attrezzature, l'elenco delle strutture ospedaliere, la mappatura dei siti utilizzabili come aree di emergenza, ecc.) che le modalità di raccolta dati comunemente più diffuse presso gli enti locali italiani ed, in particolare, lombardi. Ciò è stato ritenuto necessario al fine di creare, da un lato, un sistema di raccolta e lettura delle informazioni che sia pertinente con la tipologia e la modalità di catalogazione di dati già esistenti e, dall'altro lato, che sia tale da indirizzare nuove modalità di *data mining* e archiviazione per quei dati che non vengono ancora catalogati in modo adeguato (recapiti telefonici degli enti competenti per il reperimento dei soccorsi, localizzazione ed elenco delle attrezzature disponibili) e che invece potrebbero essere utili ai fini di protezione civile.

A tale scopo, si è voluto adottare come *geo-database* di riferimento quello strutturato secondo le direttive proposte a livello nazionale prima dall'"Intesa Stato, Regioni, Enti locali per i Sistemi Informativi Geografici". Tale prodotto è stato indicato con il termine "Database Topografico" (DBT)¹. Le sue caratteristiche peculiari, che lo contraddistinguono fortemente dalle precedenti carte numeriche vettoriali, possono venire riassunte in tre aspetti fondamentali:

- ogni oggetto del territorio è rilevato e rappresentato alla scala più adeguata (1:1000 nelle zone di interesse storico, 1:2000 nelle zone urbanizzate, 1:5000 e 1:10000 nelle aree extra-urbane); non vi saranno dunque scale diverse che si sovrappongono sulla stessa porzione di territorio, come avveniva in passato;
- il suolo è coperto in modo continuo da oggetti di tipo areale, tra i quali sussistono precise relazioni topologiche [10];
- ad ogni oggetto è associata una tabella di attributi.

Questo tipo di struttura dati costituisce, quindi, la base di partenza ideale per l'implementazione di un GIS da utilizzarsi per la pianificazione e la gestione di problematiche territoriali.

Il DBT è stato proposto come standard per l'intero territorio italiano, ed è stato fatto proprio da alcune regioni che hanno promulgato norme tecniche atte a definirne le specifiche tecniche di realizzazione e di controllo della qualità. Alcune regioni (ad esempio la Lombardia) hanno, inoltre, avviato nel corso degli ultimi anni importanti iniziative di cofinanziamento agli enti (pubblici e privati), finalizzate alla realizzazione di DBT alle scale nominali maggiori di tutto il territorio regionale. Questo modalità consentirà entro un periodo di circa 5 anni di disporre di un *geo-DB* completo e aggiornato del territorio regionale, che sarà caratterizzato sia dal livello di dettaglio necessario alle amministrazioni locali, sia di quello adatto al coordinamento sovracomunale. A partire dai DBT verranno successivamente derivate anche le nuove carte [11] alle scale inferiori (1:10000 e 1:25000), che sostituiranno le attuali Carte Tecniche Regionali utilizzate come riferimento in molti ambiti territoriali ma oramai troppo vecchie (in Regione Lombardia alcune zone sono state rilevate nel 1980, le più recenti nel 1994!).

La piattaforma EPM, che gestisce una serie di informazioni territoriali utili per l'analisi e la gestione del rischio in campo industriale (e comunque estendibile alla protezione civile in senso più esteso), è stata progettata tenendo in considerazione quanto sinora esposto. Essa fa inoltre riferimento alla normativa vigente della Regione Lombardia in materia di prevenzione e organizzazione dell'emergenza. Rispetto ai prodotti commerciali simili elencati nella sezione 1, EPM recepisce direttamente le procedure previste in Lombardia, pur disponendo di una struttura modulare che

¹ Il lavoro svolto dall'IntesaGIS è attualmente integrato nelle attività del CNIPA (Centro Nazionale per l'Informatica nella Pubblica Amministrazione)

consentirà in futuro di estenderne l'applicazione anche in altre regioni. Inoltre, essa si caratterizza per l'ampia gamma di informazioni e documentazioni reperibile, come verrà illustrato nel seguito.

Come si può osservare nella Tabella 1, i dati sono organizzati per sezioni tematiche, al cui interno vengono a loro volta individuate eventuali sotto-sezioni. La base geografica dell'intera banca dati è costituita dal DBT. La natura dei dati può essere differente e comunque riconducibile a tre categorie principali, indipendentemente dal formato informatico di memorizzazione: dati georeferenziati, Database (non geografici), testi.

Alcune Sezioni Tematiche (per esempio "Attrezzature ed Automezzi" nella sezione "Risorse") costituiscono una'area per la raccolta di informazioni georeferenziate che possono essere consultate tramite interrogazioni ad hoc durante un'emergenza, a seconda delle contingenze in atto (numero residenti in un edificio, ecc.); queste interrogazioni sono possibili tramite l'utilizzo di maschere di dettaglio appositamente create.

Tabella 1. Sezioni Tematiche incluse nella piattaforma EPM

Sezione	Contenuti	Natura dati
Layer Territoriali	Dati provenienti da Sistemi GIS già esistenti (formato ESRI Shapefiles, GEOTIFF, ECW, TIF, World file, ...) presso enti pubblici e privati	GeoData
Pericoli	Raccolta dei dati in formato georeferenziato relativi alle diverse fonti di rischio presenti sul territorio, suddivisi in Sotto-Sezioni per tipologia di pericolo: chimico-industriale, trasporto di sostanze pericolose, alluvionale, ...	GeoData
Scenari di Rischio	Raccolta di schede descrittive (file di testo) relative ai diversi scenari di rischio che potrebbero interessare il territorio d'indagine. Ciascuna scheda descrive e rappresenta un possibile scenario di evento, mettendo in evidenza l'evoluzione di uno specifico accadimento incidentale nell'intorno territoriale. Lo scenario include mappe, foto e informazioni relative ai comportamenti da adottare nella specifica emergenza.	Testo
Modelli di intervento	Schema delle procedure che devono essere applicate da ciascun soggetto competente di protezione civile per l'area interessata dall'evento incidentale.	Testo
Cartografie	Rappresentazioni interattive dei dati territoriali georeferenziati.	GeoData
Rubrica	Indirizzi e recapiti dei vari enti di protezione civile, nonché di tutti i soggetti e istituzioni che potrebbero essere coinvolti nella gestione di un'emergenza.	DB
Risorse	Archivio dei mezzi e materiali disponibili sia nell'ambito d'indagine che nell'intorno territoriale e che potrebbero essere utilizzati ai fini del superamento dell'emergenza.	DB
Allegati	Archivio di documenti d'indirizzo per la programmazione ed attuazione degli interventi in emergenza.	Testo
Legislazione	Archivio della legislazione esistente a livello nazionale e regionale in materia di protezione civile	Testo

Altre sezioni e sotto-sezioni (per esempio: "Nazionale e Regionale" nella sezione Legislazione, la sezione Allegati) contengono invece informazioni che possono essere direttamente consultate come file allegati in cartelle di consultazione.

Per soddisfare le esigenze specifiche che si manifestano in condizioni di emergenza, la struttura così organizzata è tale da raccogliere informazioni relativamente alle risorse umane e materiali presenti sul territorio. Le azioni di risposta all'emergenza, infatti, devono essere organizzate proprio in funzione delle risorse materiali ed umane esistenti e disponibili per lo specifico territorio (reperibilità dei

soggetti istituzionalmente competenti in emergenza, popolazione potenzialmente coinvolgibile, dispositivi di protezione individuale necessari in caso di evacuazione, ecc.). È risaputo che le situazioni di emergenza sono caratterizzate dalla carenza di personale impiegabile, di apparecchiature e di mezzi finanziari, mentre, al contempo, vi è la necessità di far fronte a numerose richieste di intervento in tempi brevissimi [7].

Nell'architettura della piattaforma EPM, le informazioni sono raccolte sotto forma sia di dati alfanumerici che geografici, relativamente ai diversi elementi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione presenti su una determinata area d'indagine. In questo modo, lo strumento permette di reperire le informazioni quantitative e qualitative relativamente agli elementi di rischio locali (presenza di attività che utilizzano sostanze pericolose, aree interessate da probabili inondazioni, individuazione di edifici ad alta funzionalità strategica nelle aree di danno, popolazione esposta, ecc.). Inoltre, le informazioni anagrafiche e cartografiche sono ipotizzate come elementi interagenti, ossia strutturate in modo tale che: da un lato, dalla rappresentazione cartografica si possa accedere ai dati alfanumerici associati e, dall'altro lato, dalle schede anagrafiche si possa risalire ad una rappresentazione cartografica. In tal modo, in futuro potranno essere acquisite informazioni digitali anche attraverso l'utilizzo di ricevitori GPS di tipo palmare [12], così da recuperare in tempo reale le informazioni necessarie unitamente alla loro localizzazione geografica.

La piattaforma EPM (la cui struttura logica è riassunta in Figura 1) è progettata in modo tale da consentire la consultazione degli scenari incidentali possibili e l'identificazione dei corrispettivi impatti che ne derivano; una volta individuato lo scenario di riferimento, e quindi valutato il rischio specifico in termini di danni attesi, potranno essere individuate le azioni di pronto intervento. Considerando un certo sistema territoriale d'indagine e le risorse necessarie per la gestione di una potenziale calamità, si ha modo di individuare i punti di vulnerabilità e di pianificare gli opportuni interventi di sicurezza, preventivi e di contenimento.

Attualmente l'architettura del prototipo di EPM è basata su 4 moduli principali:

- 1) il desktop GIS software ESRI ArcMap 9.3 è stato adottato come interfaccia grafica per accedere ai dati geografici e alle tabelle e documenti correlati;
- 2) il modulo Dynaform (Intercad, CH) che consente di registrare un set di interrogazioni predefinite nello SpatialDataWherehouse (SDW), che raccoglie tutti i dati di tipo geografico (*GeoDB*) più i Database (DB) a questi relazionati (ad esempio l'elenco degli abitanti di un comune collegato al *GeoDB* che descrive gli oggetti "edifici" in cui essi abitano). Dynaform può interfacciarsi con ArcMap se è richiesta una query geografica, ma può funzionare anche in modalità *stand-alone* per accedere direttamente allo SDW. In questo caso ovviamente non sono possibili interrogazioni geografiche. In uno stadio di sviluppo ulteriore EPM potrà integrare in un unico software le funzionalità di (a) e (b);
- 3) un desktop DBMS (per esempio Microsoft Access) per la gestione e l'interrogazione del DB;
- 4) un software di *gestione documentale* per l'archiviazione dei testi e della banca dati geografica (DocumentWherehouse (DW)).

Un altro aspetto importante nello sviluppo della piattaforma è costituito dall'architettura informatica della piattaforma, la quale presenta tre differenti configurazioni rese necessarie dalle diverse condizioni operative in cui esso può essere applicato (si veda [11] per un inquadramento sull'argomento). Innanzitutto, la gestione e la strutturazione della banca dati può essere gestita in locale su un'unità centrale fisicamente collegata alla banca dati centrale (CentralDataWherehouse – CDW, composto da SDW+DB+DW). A tale banca dati è poi possibile accedere in modalità remota mediante stazioni *client* localizzate presso i possibili utilizzatori finali dei dati (ad esempio in una sala operativa di protezione civile, oppure direttamente scenario dal luogo di un'emergenza nel caso sia disponibile una connessione *wireless* avente una banda sufficientemente larga). E' inoltre da prevedere l'utilizzo della piattaforma EPM anche in zone operative dove non è possibile accedere alla CDW. Secondo quanto proposto da Mihindu e Khosrowshahi [14], la soluzione adottata prevede la replica periodica su memoria fisica esterna del contenuto del CDW, o almeno di quella parte necessaria per affrontare e gestire le emergenze. Tale versione della banca dati diventa dunque gestibile ovunque mediante computer portatili ed eventualmente palmari (soprattutto se in futuro le prestazioni di questi ultimi continueranno a crescere).

Strutturato in questo modo, EPM sarà in grado di supportare i processi decisionali non solo in merito alla preparazione all'emergenza, ma anche alla prevenzione dei rischi tramite una pianificazione

urbanistica che agisce sui fattori di pericolosità e vulnerabilità che caratterizzano un'area interessata. Esso, infatti, permette di raccogliere le informazioni relative ai vari elementi di rischio che caratterizzano il territorio ed alle proprie condizioni di criticità. In questo senso, nel lungo periodo, l'utilizzo di strumenti di questo tipo presso enti competenti (innanzitutto gli Enti Locali) promuove anche lo sviluppo di una formazione culturale diffusa relativa alla gestione del rischio [1].

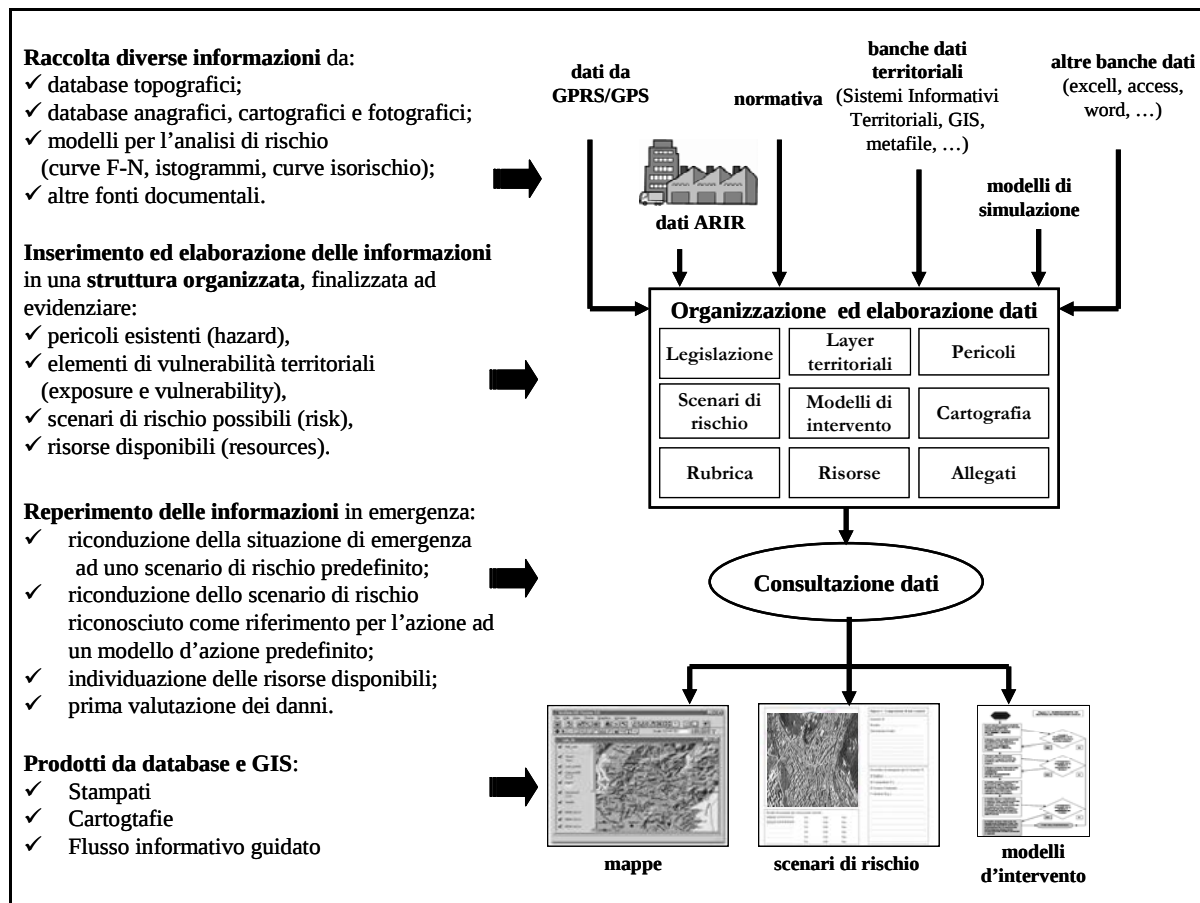


Figura 1. Schema logico della piattaforma software EPM

4.0 CONTENUTI INNOVATIVI E VANTAGGI OPERATIVI DELLA PIATTAFORMA EPM

Come indicato nei paragrafi precedenti, finalità principale della piattaforma EPM è il supporto alle autorità locali di protezione civile in caso di un'emergenza industriale, tramite l'interrogazione semplificata di geo-database in fase di emergenza. EPM, infatti, è concepito come uno strumento atto a rendere facilmente accessibili in situazioni critiche ed estremamente incerte le informazioni disponibili, grazie ad una loro strutturazione organizzata in fase precedente il verificarsi l'evento rilevante.

In particolare, EPM, non provvede ad una elaborazione della stima del rischio, ma consente di recuperare i risultati delle analisi eseguite in precedenza con altri strumenti, quali input iniziali per una gestione del rischio d'area. Come evidenziato in letteratura e dall'esperienza degli operatori del settore, infatti, la conoscenza del rischio relativamente ad uno specifico territorio, esito della raccolta e dell'analisi di informazioni mirate, rappresenta un prerequisito fondamentale per la gestione delle emergenze ed il superamento di tutte le sue fasi (impatto, soccorso-intervento, post-emergenza).

EPM rappresenta un contenitore organizzato di dati e informazioni relative agli specifici elementi di pericolosità ed ai fattori locali di vulnerabilità fisica, sistemica e sociale che caratterizzano un territorio d'indagine e da cui dipendono le situazioni di rischio. L'organizzazione dei dati raccolti da fonti di origine diversa avviene tramite relazioni costruite ad hoc tra le informazioni disponibili, specifiche per l'espletamento delle attività di protezione civile, correlate in modo da consentire non solo un semplice e veloce recupero delle informazioni disponibili, ma anche di fornire in tempo reale i

suggerimenti necessari per l'azione in emergenza. Per questo motivo, la principale attività di sviluppo della piattaforma riguarda la costruzione di un set di relazioni innovative tra la grande quantità di informazioni disponibili, così da permettere di associare a singoli elementi di rischio sia rappresentazioni cartografiche sia file di vario formato comprendenti banche dati e documenti d'immagine e video. Pertanto, EPM consentirebbe in emergenza:

- la reperibilità immediata di informazioni precedentemente raccolte e organizzate, sia in formato cartaceo che digitale;
- di disporre di rappresentazioni cartografiche aggiornate (mappe interattive e *raster*);
- di gestire in tempo reale le comunicazioni e le operazioni di analisi sul territorio;
- di ottenere informazioni operative grazie ad un flusso guidato di interrogazioni;
- di archiviare e recuperare le mappe e i dati degli interventi effettuati.

In questo modo, la piattaforma permette di raccogliere ed organizzare le informazioni relative agli elementi di rischio ed alle risorse esistenti sul territorio specifico, da cui dipendono le procedure di emergenza da adottare. L'individuazione di possibili scenari di rischio e delle conseguenti procedure di emergenza da applicare, infatti, deve essere sviluppata in funzione delle caratteristiche territoriali e dei pericoli esistenti, poiché è proprio da questi elementi che derivano le specifiche situazioni di rischio. Qualora giungesse notizia del verificarsi di un'emergenza industriale, ad esempio, a partire dall'interrogazione dei dati organizzati all'interno di EPM sarà possibile ottenere informazioni puntuali relativamente all'incidente in atto (possibili sostanze coinvolte, addetti coinvolti nell'incidente, aree di raccolta per i lavoratori, vicinanza dell'azienda ad abitazioni o scuole, ecc.) e le possibili conseguenze prefigurate negli scenari di rischio (interruzione dell'attività industriale, contaminazione di corsi d'acqua, coinvolgimento della popolazione presente in scuole, ospedali o centri commerciali limitrofi, ecc.). Inoltre, riconducendo la situazione in atto ad uno scenario previsto, quale riferimento per l'azione, è possibile individuare un opportuno modello d'intervento da attuare per il superamento dell'emergenza (realizzazione posti di blocco e cancelli di accesso, evacuazione della popolazione esposta, comunicazione di messaggi informativi ai cittadini, ecc.). In ogni emergenza, infatti, l'entità del danno ed il tipo di soccorso richiesto sono variabili; per questo motivo si è soliti dire che le emergenze non sono mai uguali tra loro a parità di intensità di evento che si manifesta. Di conseguenza, gli operatori di protezione civile devono essere di volta in volta in grado di gestire le incertezze connesse con le specifiche situazioni di emergenza, dovute alle variabili che di volta in volta caratterizzano l'evento [15]. La predisposizione di mappe e di scenari di rischio costituiscono un ausilio fondamentale al coordinamento di tutte le strutture e le amministrazioni coinvolte con benefici valutabili soprattutto nei processi decisionali di intervento.

In questi sensi, finalità principale riguardo lo sviluppo di EPM è la costituzione di un efficace Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) atto alla gestione unitaria e centralizzata delle informazioni e delle procedure operative che concorrono non solo alle attività di pianificazione ed intervento in emergenza, ma anche alle attività di previsione e prevenzione dei rischi. Per questo motivo, la soluzione implementata per la realizzazione di EPM include le specifiche del modello organizzativo riconosciuto a livello nazionale per la realizzazione dei Piani di Emergenza e di Protezione Civile, il Metodo Augustus, che ha lo scopo di disciplinare le attività ed i provvedimenti principali da attuare ai vari livelli di responsabilità per quanto riguarda l'organizzazione dei soccorsi in emergenza e durante il superamento dell'emergenza.

In relazione alla sua utilità in emergenza ed in fase di previsione, è opportuno evidenziare i vantaggi metodologici e strategici che possono emergere grazie allo sviluppo della strumentazione EPM. In particolare, EPM:

- consente di utilizzare informazioni già predisposte da altri soggetti, così da essere inserite nel database tramite semplici elaborazioni e non create ex novo;
- permette una riduzione dei tempi per il recupero delle informazioni necessarie all'attuazione delle operazioni di soccorso, quali ad esempio: la localizzazione e la quantificazione delle attrezzature disponibili (idrovore, motoseghe, gru, generatori di corrente, ecc.), la localizzazione delle possibili aree di emergenza e della loro capienza (aree di attesa, aree di accoglienza o ricovero, aree da adibire a tendopoli o roulotte, aree per insediamenti abitativi di emergenza), reperibilità di soggetti responsabili e competenti per la gestione

dell'emergenza (amministratori pubblici, esperti e tecnici competenti, squadre specializzate, volontariato, ecc.);

- consente di usufruire velocemente di informazioni alfanumeriche e geografiche, grazie a *query* predefinite appositamente per la selezione dei dati d'interesse per le attività di protezione civile;
- favorisce il miglioramento delle capacità di usare i dati raccolti, e le informazioni in generale, durante un'emergenza;
- grazie alla raccolta e analisi delle informazioni, permette di evidenziare elementi critici e particolarmente vulnerabili che influenzano in modo determinante il verificarsi dei danni in caso di evento; questi sono gli elementi verso i quali bisogna indirizzare gli interventi di mitigazione e riduzione del rischio;
- l'utilizzo di dati provenienti da altre banche dati senza la necessità di modificarne in modo rilevante la struttura semplifica le operazioni di aggiornamento delle informazioni nel tempo. Ovviamente la frequenza temporale con cui questa operazione potrà essere svolta dipenderà dai gestori delle banche dati originarie. Da questo punto di vista, la scelta del DBT come base geografica di riferimento è piuttosto significativa, in quanto il tema dell'aggiornamento continuativo di questo tipo di dati è oggi molto sentito.

Ne deriva che EPM costituisce uno strumento utile e vantaggioso sia in fase di gestione dell'emergenza, quando è necessario comunicare rapidamente tra centri e soggetti operativi, sia in fase di post-emergenza, quando è indispensabile acquisire in tempi brevi quadri descrittivi dei danni prodotti sul territorio al fine di gerarchizzare gli interventi. Tuttavia, è evidente anche la sua utilità in fase di previsione e prevenzione dei rischi, dal momento che anche la pianificazione territoriale ed urbanistico-edilizia necessitano di individuare e conoscere i luoghi critici e vulnerabili di uno specifico territorio, al fine di provvedere ad opportune misure di messa in sicurezza e di controllo nell'uso del suolo. Per esempio, nella redazione dei Piani di Governo del Territorio (PGT), che costituiscono lo strumento di pianificazione urbanistica attuale in Regione Lombardia, l'impiego di EPM può consentire di evidenziare quelle informazioni importanti legate alla presenza di potenziali sorgenti di rischio industriale. Inoltre, la pianificazione può recepire la necessità di rispettare tutti i vincoli (ad esempio la creazione di aree di ricovero) imposti dalla gestione di un possibile incidente rilevante.

EPM, nel suo voler essere un sistema organizzato di dati finalizzato a dare un indirizzo di regole per il censimento dei dati e per la loro restituzione cartografica, contiene, tuttavia, alcuni limiti. Innanzitutto, è da sottolineare il fatto che EPM, in quanto fonte di informazioni puntuali e dettagliate, richiede un aggiornamento continuo dei dati, implicando un notevole e costante impegno di raccolta, analisi e selezione. Tuttavia, la questione dell'aggiornamento dei dati riguarda i GIS in generale e, pertanto, a livello locale può essere gestita analogamente ed in parallelo all'aggiornamento dei SIT.

5.0 CONCLUSIONI

A partire dall'esperienza sinora svolta nell'ambito del progetto RAI², emerge il ruolo centrale svolto dai sistemi informativi GIS-based nel supporto alla prevenzione dei rischi ed alla gestione delle emergenze [1,4,5,12].

La tecnologia GIS rappresenta per le pubbliche amministrazioni uno strumento indispensabile per acquisire, archiviare, interrogare, analizzare e visualizzare informazioni di tipo geografico, consentendo anche di trattarle informazioni tradizionalmente contenute in carte tematiche integrandole con altre tipologie di dato [15]. A ciò si aggiunge la possibilità di prefigurare eventi pericolosi e scenari di rischio che consentono di prendere decisioni riguardo piani ed azioni operative. In particolare, in caso di emergenza, l'utilizzo di piattaforme GIS-based permette di migliorare l'efficienza e la tempestività delle decisioni, di ottimizzare l'economicità e la priorità delle azioni da compiere.

In particolare, in questo articolo è stata presentata l'architettura della piattaforma EPM quale strumento informatico, ancora in via di elaborazione, atto alla selezione dei dati all'interno di un'ampia banca dati informativa, tramite il ricorso a collegamenti ad altre banche dati. Tale strumento permette di raccogliere e interrogare le informazioni puntuali che riguardano i fattori di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione che caratterizzano un'area interessata da un'emergenza guidati quali dipendono gli eventuali danni. Infatti, lo strumento, così come progettato, permette di raccogliere e selezionare rappresentazioni grafiche e database digitali includendo informazioni riguardo sia

all'industria a rischio d'incidente rilevante che alle caratteristiche naturali e sociali del contesto ad essa circostante.

In funzione dei dati e delle informazioni raccolte ed elaborate, la piattaforma permetterà la definizione delle possibili conseguenze e degli effetti domino che gli elementi di rischio presenti sul territorio possono generare. In questo modo, la piattaforma informatica potrà costituire uno strumento per gli operatori del settore (operatori industriali, amministratori pubblici, forze di protezione civile) in grado di fornire informazioni relative al grado specifico di rischio industriale ed i possibili scenari di evento incidentale. Le conoscenze derivanti da tali informazioni costituiscono, infatti, un prerequisito fondamentale sia per la pianificazione urbanistica, volta a ridurre gli elementi di rischio alla loro origine, sia per la gestione delle emergenze, finalizzata alla definizione dei comportamenti da adottare per minimizzare i danni durante situazioni di grave crisi.

Raccogliendo in modo selezionato le informazioni disponibili, che possono essere sia di tipo qualitativo che di tipo quantitativo, la piattaforma EPM rappresenta uno strumento di prevenzione utile sia alla gestione delle emergenze che alla pianificazione territoriale nelle aree a rischio. In particolare, l'uso di strumenti tecnologici nella gestione delle emergenze evidenzia quale livello di preparazione sia necessario per facilitare le attività tecniche ed organizzative durante la risposta ad un'emergenza. Mentre uno sforzo considerevolmente impegnativo è richiesto nella fase iniziale di raccolta ed organizzazione dei dati, le informazioni possono essere invece utilizzate rapidamente una volta che sono state adeguatamente catalogate. Infatti, la gestione delle informazioni tramite software GIS-based può migliorare la preparazione all'emergenza tramite la condivisione e l'integrazione delle conoscenze disponibili [1,6,12]. Tuttavia, è importante riconoscere che le informazioni sono socialmente costruite, in quanto esse dipendono da decisioni a scelte a loro volta influenzate da contesti istituzionali e politici. Per questo motivo, è importante comprendere l'esperienza delle comunità locali che viene acquisita proprio in occasione di emergenze reali, simulazioni o esercitazioni ed introdurla nel processo di strutturazione delle informazioni all'interno di una struttura organizzata, quale è quella rappresentata dalla piattaforma EPM.

Passaggio successivo alla progettazione sinora sviluppata sarà la realizzazione di un prototipo e la sua applicazione ad un caso studio (Comune di Lecco in Regione Lombardia).

RIFERIMENTI

- [1] Santoianni, F., Protezione Civile e Disaster Management. Emergenza e Soccorso: pianificazione e gestione, 2007, edito da Accursio Edizioni, Nocchioli Editore, Firenze.
- [2] Holz, K.P., Hildebrandt, G. and Weber, L., Concept for a Web-based Information System for Flood Management, Natural Hazards, Vol.38, 2006, pp. 121-140.
- [3] Goodchild, M.F. and Haining, R.P., GIS and spatial data analysis: Converging perspectives, Papers in Regional Science, 83, 2004, pp. 363-385.
- [4] Verter, V. and Kara, B.Y., A GIS-based Framework for Hazardous Materials Transport Risk Assessment, Risk Analysis, Vol. 21, No. 6, 2001, pp.1109-1120.
- [5] Betancourt, T.L., A GIS extension to preparedness planning for Boulder Creek Floods, Master thesis on "Master of Arts", Department of Geography, University of Colorado at Boulder, Boulder, CO, 1989.
- [6] Cutter, S.L., GI Science, Disasters, and Emergency Management, Transactions in GIS, 7, No.4, 2003, pp.439-445.
- [7] Zuliani, A., Manuale di psicologia dell'emergenza, 2007, Maggioli Editore, Rimini.
- [8] Caragliano, S., Società e disastri naturali. La vulnerabilità organizzativa nelle politiche di prevenzione dei rischi, 2007, Pitagora Editrice, Bologna.
- [9] Tierney, K.J., Lindell M. and Perry R., Facing the Unexpected. Disaster Preparedness and Response in the United States, 2001, Joseph Henry Press, Washington D.C..
- [10] Pelagatti, G. and Rossi M., L'Enciclopedia del GIS, Annex of MondoGIS, No.33, 2002, pp. 41-48.
- [11] Selvini, A. and Guzzetti F., Cartografia generale – Tematica e numerica, 1999, UTET, Torino.

- [12] Alippi, C., Giussani, A., Micheletti, C., Roncoroni, F., Stefini, G. and Vassena, G., GPS and Web GIS: A Surveying Experience in the Mt. Everest National Park, *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 7, No.4, 2004. pp. 36-50.
- [13] Consorti, V., Il GIS in ambiente Internet: architetture, applicazioni e servizi, *MondoGIS*, 15, 2001, pp. 15-20.
- [14] Mihindu, S., and Khosrowshahi F., Virtualisation of disaster recovery centres, Proceedings of BEAR Conference, Heritance Kandalama, Sri Lanka, 10-15 Feb., 2008, pp. 1979-1987.
- [15] Manti , F., e Paganelli, M., SIT Protezione Civile della Regione Calabria. Pianificazione e gestione delle emergenze, Atti della Nona Conferenza Italiana Utenti ESRI 2006, 5-6 Aprile 2006.