

## Proposta di una metodologia per la gestione di emergenze idrogeologiche nella Comunità Montana Valtellina di Tirano

S. STERLACCHINI (\*), S. FRIGERIO (\*), (\*\*), M. CANZIANI (\*), S. POLI (\*), (\*\*), M. DE AMICIS (\*\*) & S. SIRONI (\*\*)

### RIASSUNTO

Nell'ambito della Convenzione tra la Comunità Montana Valtellina di Tirano (Sondrio, Italia) e l'Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali (IDPA, sezione di Milano) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR, 2004), ha preso l'avvio uno studio finalizzato allo sviluppo di metodologie informatiche atte alla gestione di rischi idrogeologici (a livello degli effetti fisici attesi, conseguenti a fenomeni potenzialmente pericolosi) e finalizzate, in ultima analisi, alla definizione di un Piano di Protezione Civile. Tale piano è stato inizialmente definito, in via del tutto sperimentale, in una porzione del comune di Grosotto (Sondrio), identificata come possibile scenario di rischio, sulla base delle informazioni a disposizione; si è inoltre tenuta in considerazione la reale struttura organizzativa delle squadre di Protezione Civile, attualmente operanti a livello comunale.

TERMINI CHIAVE: *GIS, Rischi Idrogeologici, Piano di Protezione Civile.*

### ABSTRACT

**A methodological approach for hydrogeological emergency management in the Mountain Consortium of Communes of Valtellina di Tirano.**

This study is aimed to the development of GIS-based tools and methodologies targeted to the management of hydrogeological risks and to the definition of a Civil Protection Plan. The study is completely framed within an agreement between a consortium of communes in mountain areas (Tirano, Central Alps, Italy) and the Institute for the Dynamic of Environmental Processes of the National Research Council (CNR-IDPA) of Italy. At the beginning, the methodology has been applied to a restricted portion of the study area, identified as a potential risk scenario, considering the organizational structure of the local Civil Protection, really working within each mountainous municipality in the field of prevention of hazardous events and of mitigation and management of their physical effects.

KEY WORDS: *GIS, Hydrogeological Risks, Civil Protection Plan.*

### INTRODUZIONE

Una corretta gestione del territorio è imprescindibile dall'identificazione e dall'analisi dei rischi che coinvolgono le risorse naturali ed antropiche in esso allocate e, soprattutto, dalla concreta disponibilità di metodologie fi-

nalizzate alla gestione ed al superamento di possibili eventi straordinari. In tal contesto, la Protezione Civile ha il compito di gestire le situazioni di emergenza nella loro complessità, stabilendo linee guida di intervento per la salvaguardia della popolazione, utilizzando le risorse allocate sul territorio, sfruttando le migliori tecnologie a disposizione e formando figure professionali utili al superamento delle fasi di crisi (ALEXANDER, 1998, 2000).

Dal quadro appena delineato, risulta quindi prioritario sia il rafforzamento dei tradizionali metodi di intervento e di gestione dell'emergenza, sia la messa a punto e l'applicazione di nuovi strumenti e nuove metodologie (strettamente connessi all'utilizzo delle più recenti innovazioni tecnologiche) al fine di:

– prevedere, per quanto possibile, l'accadimento di futuri eventi catastrofici in ambiti territoriali particolarmente «sensibili» (in quanto caratterizzati da grandi concentrazioni di persone, beni, servizi, attività, infrastrutture, ecc. in porzioni di territorio caratterizzate da una elevata propensione al dissesto);

– prevenire le conseguenze e gli effetti degli eventi calamitosi mediante *a)* la messa in opera di monitoraggi e di opportune misure di mitigazione; *b)* la realizzazione di una preventiva fase di «preparazione» all'emergenza, a livello di uomini, mezzi ed di ogni altra risorsa disponibile sul territorio per fronteggiare l'evento calamitoso; *c)* il trasferimento delle conoscenze alla popolazione che convive con i rischi e che sarà, direttamente o indirettamente, coinvolta dall'evento;

– gestire la fase di emergenza vera e propria, ricorrendo a metodologie e tecniche innovative: sulla base delle conoscenze a disposizione dovranno essere «delineati» una serie di scenari di rischio, nell'ambito dei quali occorrerà definire le procedure operative da utilizzarsi in fase di gestione dell'emergenza.

### METODOLOGIA

Lo studio è stato strutturato secondo il seguente schema:

1) creazione di una banca dati geologico-ambientale finalizzata alla raccolta, archiviazione, gestione, analisi e rappresentazione dei dati disponibili (in massima parte reperiti presso gli uffici della Comunità Montana Valtellina di Tirano e dei Comuni del mandamento);

2) utilizzo delle informazioni contenute nella banca dati al fine di analizzare e, successivamente, quantificare la predisposizione del territorio ad originare movimenti gravitativi di versante. L'analisi viene svolta a livello

(\*) Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IDPA), Sezione di Milano, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italy, e-mail: [simone.sterlacchini@unimib.it](mailto:simone.sterlacchini@unimib.it)

(\*\*) Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 1, 20126 Milano, Italy.

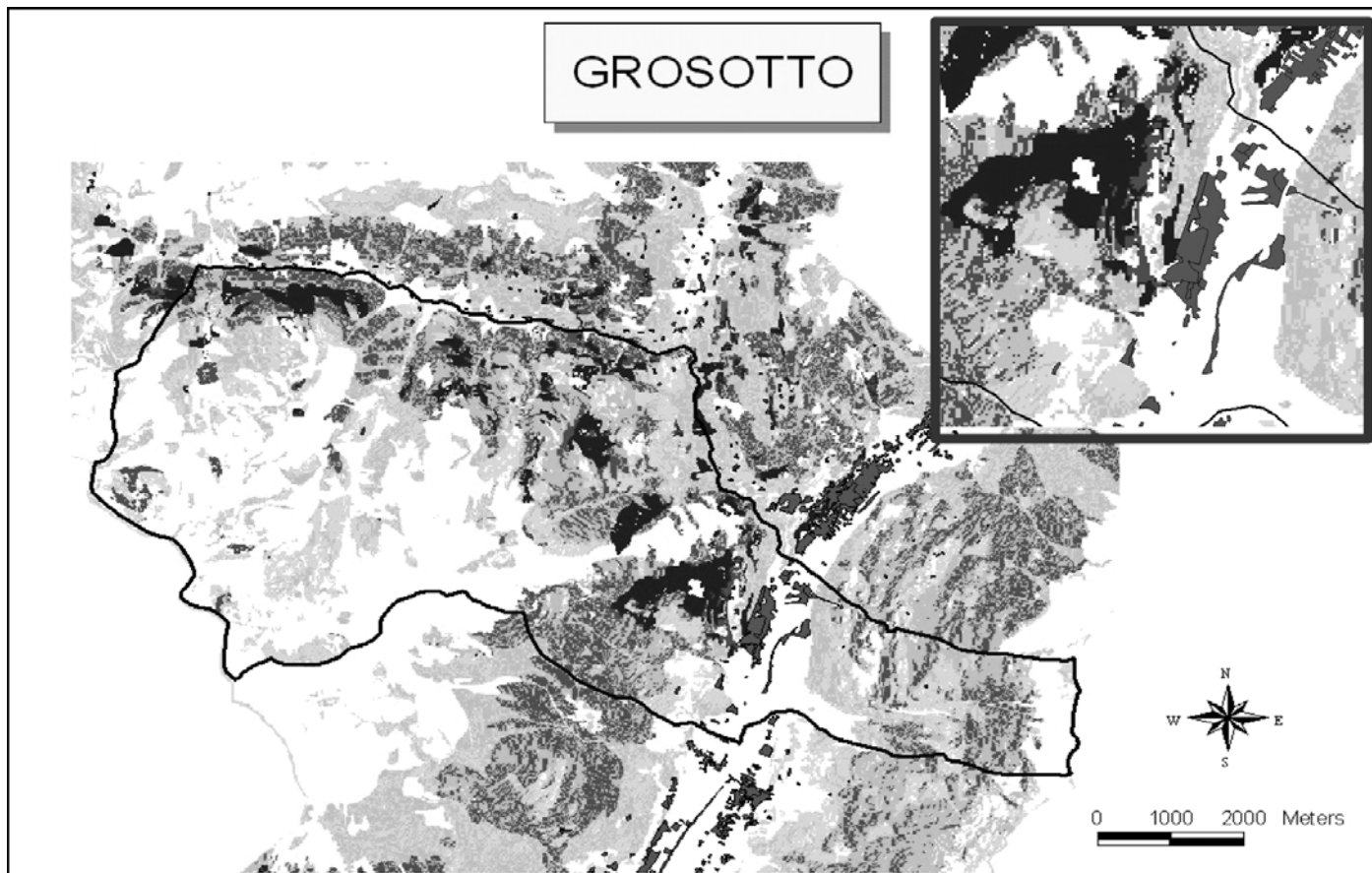


Fig. 1 - Dettaglio della carta della predisposizione dei versanti al dissesto ottenuta attraverso l'applicazione del modello Weights of Evidence e relativa al comune di Grosotto. Nel riquadro: ingrandimento dell'area immediatamente a monte dell'abitato; le aree più scure corrispondono ai livelli più elevati di predisposizione all'instabilità dei versanti.

- Detail of the landslide susceptibility map obtained by the application of the Weights of Evidence modeling technique and related to the municipality of Grosotto. The box represents an enlargement of the uphill area. The darkest areas correspond to the highest landslide susceptibility levels.

dell'intero territorio della Comunità Montana (circa 300 km<sup>2</sup>), attraverso l'utilizzo di modelli predittivi statistico-probabilistici (Weights of Evidence modeling technique, BONHAM-CARTER *et alii*, 1988; AGTERBERG *et alii*, 1989; BONHAM-CARTER *et alii*, 1994; RAINES, 1999). Al termine di questa fase si giunge ad una cartografia del dissesto potenziale mediante la quale il territorio oggetto di studio può essere suddiviso in aree a differente grado di predisposizione all'instabilità;

3) sulla base dei risultati ottenuti, sono individuati una serie di ambiti territoriali significativi in quanto caratterizzati da un elevato grado di predisposizione all'instabilità di versante associata alla presenza di elementi vulnerabili (persone, beni, attività, servizi, infrastrutture ecc., fig. 1). In altre parole, sono delineate una serie di aree aventi un elevato livello di rischio potenziale;

4) tra i vari scenari individuati, il Comune di Grosotto è stato scelto come primo caso-studio finalizzato alla predisposizione di un Piano di Protezione Civile, rivolto alla gestione di una possibile emergenza causata da fenomeni di crollo e scivolamento detritico lungo il versante immediatamente a monte dell'abitato (fig. 2). Si è proceduto, pertanto, alla definizione di uno schema procedurale di intervento (fig. 3) basato sull'identificazione di una serie di operazioni da svolgere sequenzialmente nelle fasi

di pre-allarme, allarme ed emergenza e, contestualmente, sulla possibilità di ottimizzare le risorse disponibili ed i tempi di esecuzione; il tutto nel rispetto del quadro normativo vigente a livello nazionale e locale.

#### PROCEDURA PER LA GESTIONE DI EMERGENZE IDROGEOLOGICHE

La procedura per la gestione di emergenze idrogeologiche è stata creata ed organizzata utilizzando un particolare applicativo (PETer-Protezione ed Emergenze del Territorio), realizzato da Globo s.r.l., business partner di ESRI Italia. PETer è un software dedicato alla gestione dell'intero ciclo di vita di un Piano di Protezione Civile, secondo le Direttive Ministeriali (Legge 225/92 e metodo Augustus 1996) e le normative regionali (nel caso specifico, L.R. 16 del 22/05/2004, D.G.R. 6/46001 del 28/10/1999 e D.G.R. 7/210205 del 24/03/2005, Regione Lombardia). L'applicativo permette sia la costruzione sia il mantenimento del Piano di Protezione Civile, integrando efficacemente dati di tipo cartografico con dati alfanumerici. I dati necessari risultano archiviati in un database relazionale, organizzato in schede specifiche secondo lo schema del sistema informatico Mercurio (schema-tipo proposto dalla Direzione Generale della Protezione Civile, 1985).

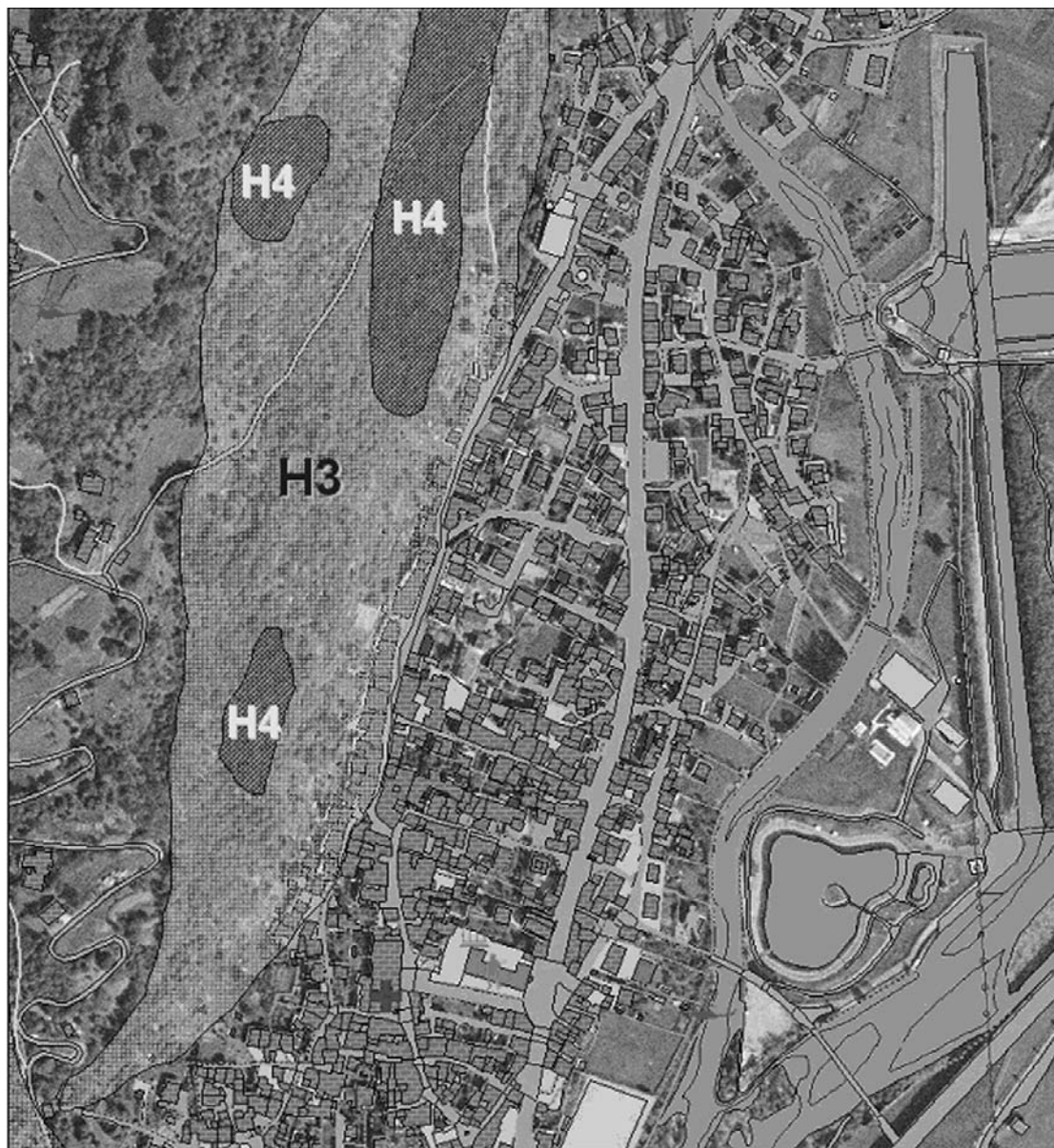


Fig. 2 - Potenziale scenario di rischio. Viene rappresentata la distribuzione spaziale delle aree a differenti gradi di pericolosità, H<sub>3</sub> e H<sub>4</sub> (calcolati attraverso il Swiss Method), e degli elementi vulnerabili.

- Potential risk scenario. The spatial distribution of areas characterised by different hazard values, H<sub>3</sub> and H<sub>4</sub> (performed by Swiss Method) and vulnerable elements is represented.

La metodologia proposta combina:

- le potenzialità insite in un Sistema Informativo Territoriale per la gestione delle informazioni geografiche;
- i moduli per la gestione dei processi decisionali in termini di azioni, istruzioni di esecuzione, soggetti coinvolti, documenti utili a ciascuna azione, tempi di esecuzione, entità coinvolte, risorse e mezzi disponibili;
- l'innovazione tecnologica a livello di trasferimento dati e comunicazione tra enti e personale coinvolto nella gestione dell'emergenza. In particolare, l'utilizzo di servizi web e di telefonia mobile assume un ruolo strategico nel trasferimento/utilizzo delle competenze, acquisite preventivamente in fase di pianificazione, nella gestione vera e propria dell'emergenza;
- la normativa vigente a livello nazionale e regionale.

La metodologia descritta ha permesso di organizzare un modello di Piano di Protezione Civile, a livello sperimentale, per il comune di Grosotto. Tale piano, adattato alla realtà locale, risulta costituito da una serie di procedure operative, dettagliate e sequenzialmente organizzate (workflow), da applicarsi nella gestione di una situazione di emergenza (fig. 3) attraverso una fase di pre-allarme (codice 1-colore giallo), una fase di allarme (codice 2-colore arancione), ed una fase di emergenza (codice 3-colore rosso), così come previsto dalla legislazione regionale. Di contro, le condizioni di normalità, ovvero l'arco temporale in cui non si verifica e non è previsto alcun evento rilevante, vengono definite «tempo di pace».

I tempi, le condizioni e le modalità che determinano il passaggio da una fase dell'emergenza alla successiva risultano anch'esse «esplicitate» nelle procedure operative,

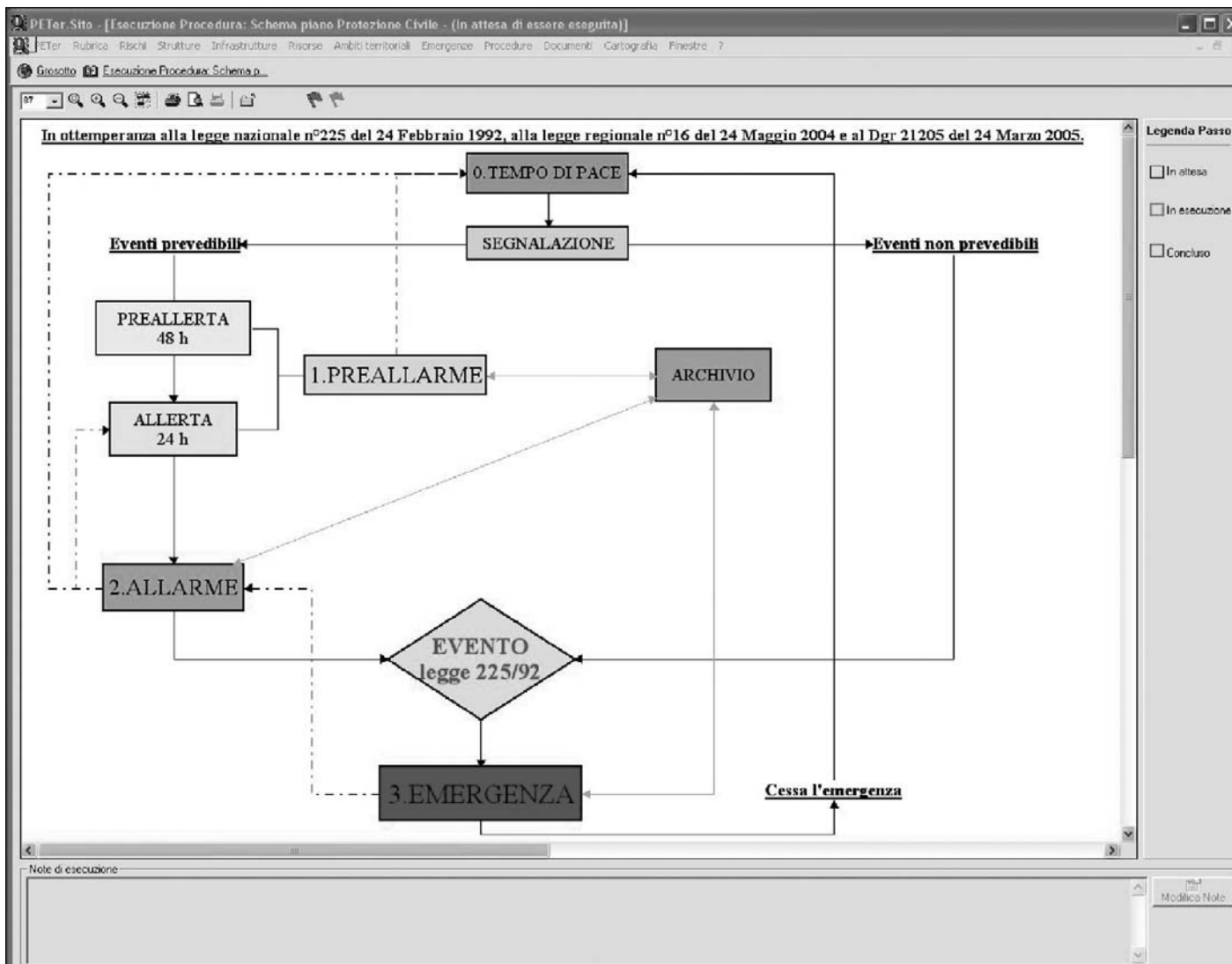


Fig. 3 - Definizione delle fasi di pre-allarme, allarme ed emergenza per la predisposizione del Piano di Protezione Civile del Comune di Grosotto. – Pre-alarm, alarm and emergency phases are defined within the Civil Protection Plan of the municipality of Grosotto.

lasciando in questo modo poco spazio ad incomprensioni ed errate interpretazioni personali.

Ogni fase prevede una serie di azioni, che devono essere svolte secondo determinate istruzioni, da parte di precisi attori, secondo una sequenza temporale ben precisa ed utilizzando i mezzi e le risorse a disposizione, a seconda delle entità coinvolte (fig. 4). È possibile dare inizio ad una nuova azione solo al completamento dell'attività precedente. All'interno dell'applicativo risultano inoltre archiviati una serie di documenti ed informazioni pronti per essere inviati o stampati e relativi a tempi e modalità di emanazione dei messaggi di allerta, norme e azioni da compiere prima di abbandonare l'abitazione in caso di evacuazione, elenchi dei materiali da portare con sé in caso di evacuazione, ecc..

### CONCLUSIONI

Dallo studio è emerso come un piano per la gestione di emergenze debba analizzare e gestire due fattori fondamentali: le criticità territoriali (analisi dei rischi) e le ri-

sorse utilizzabili allocate sul territorio (analisi delle risorse). È proprio sulla base di questi fattori che vengono elaborati gli scenari di rischio, nell'ambito dei quali si definiscono le procedure operative di gestione delle emergenze.

Da quanto sopra esposto emerge chiaramente come la realizzazione di una banca dati continuamente aggiornata, multi-scala, modulare ed accessibile via *web* costituisca il primo e, contemporaneamente, il più importante passo al fine di giungere ad una corretta ed efficace gestione delle emergenze idrogeologiche. Il database, infatti, permette l'archiviazione, l'organizzazione, la gestione, l'analisi e la rappresentazione (con relativa diffusione) dei dati disponibili. Tali informazioni sono state utilizzate per la creazione di cartografie della «pericolosità» a scale differenti, per l'individuazione degli scenari di rischio e, da ultimo, per la messa a punto di una metodologia finalizzata alla gestione di emergenze idrogeologiche. In questo contesto, la possibilità di combinare le potenzialità insite nei GIS con moduli per la gestione dei processi decisionali (in termini di azioni, istruzioni di esecuzione, soggetti coinvolti, documenti utili a ciascuna azione, tempi, entità coinvolte, risorse disponibili) nonché il recep-

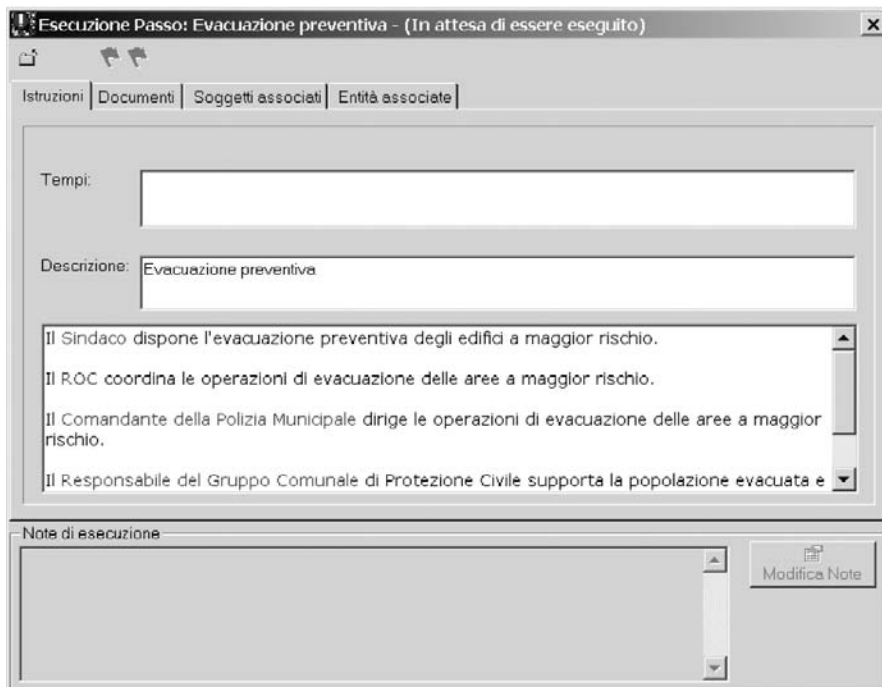


Fig. 4 - Fase di esecuzione dell'evacuazione preventiva: a sinistra è riportata la maschera contenente le istruzioni che dovranno essere eseguite, i documenti che dovranno essere prodotti (a destra viene riportata l'ordinanza di sgombero a titolo esemplificativo), i soggetti che dovranno eseguire le istruzioni e le entità associate.

- *Precautionary evacuation phase: on the left, an explanatory window is represented containing instructions that are going to be executed, people who are in charge to execute those instructions, documents that should be drafted and issued (an evacuation injunction is shown, as an example, on the right), and entities and resources available for the emergency management.*

mento della normativa nazionale e regionale, ha permesso di strutturare uno schema procedurale di intervento in caso di emergenza, considerando risorse, procedure, tempistiche e normative relativamente alla realtà municipale coinvolta. Il ricorso alla tecnologia GPS e a dispositivi mobili, inoltre, enfatizzano ulteriormente l'efficacia della metodologia proposta (fig. 5).

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano sentitamente Paola Reichenbach e Francesca Ardizzone (CNR-IRPI di Perugia), il personale della Globo s.r.l. (Business Partner di ESRI Italia) e il Dott. Giovanni di Trapani (Responsabile del Servizio Geologico della Comunità Montana Valtellina di Tirano) per gli importanti suggerimenti ed i continui scambi di consigli e pareri in fase di elaborazione del piano e di stesura del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

AGTERBERG F.P., BONHAM-CARTER G.F. & WRIGHT D.F. (1989) - *Weights of Evidence modelling: a new approach to mapping mineral potential*. In: Statistical Applications in the Earth Sciences, Agterberg F.P. and Bonham-Carter G.F. (eds.), Geological Survey of Canada, Paper, **89** (9), 171-183.

ALEXANDER D. (1998) - *How are emergency plans written, tested and revised?* In: La protezione civile verso gli anni 2000. La sfida dei grandi rischi alla soglia del nuovo millennio, Firenze 3-8 Novembre 1998.

ALEXANDER D. (2000) - *Confronting Catastrophe: New Perspectives on Natural Disasters*. Terra Publishing, Harpenden, England.

BONHAM-CARTER G.F., AGTERBERG F.P. & WRIGHT D.F. (1988) - *Integration of geological datasets for gold exploration in Nova Scotia*. Photogrammetric Eng., **54** (11), 1585-1592.

BONHAM-CARTER G.F. (1994) - *Geographic Information System for Geoscientists: modelling with GIS. Tools for map analysis: map pairs*. In: Merriam D.F. (ed.) Computer Methods in the Geosciences, **13**, Pergamon Press, New York, 221-266.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (2004) - *Convenzione tra la Comunità Montana Valtellina di Tirano e il CNR-IDPA (Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali, sezione di Milano) per lo Sviluppo di metodologie informatiche atte alla valutazione del rischio e per la predisposizione di un modello di Piano di Protezione Civile a livello mandamentale*. Rapporto interno, 134 pp.

RAINES G.L. (1999) - *Evaluation of Weights of Evidence to Predict Epithermal-Gold Deposits in the Great Basin of the Western United States*. Natural Resources Research, **8** (4).

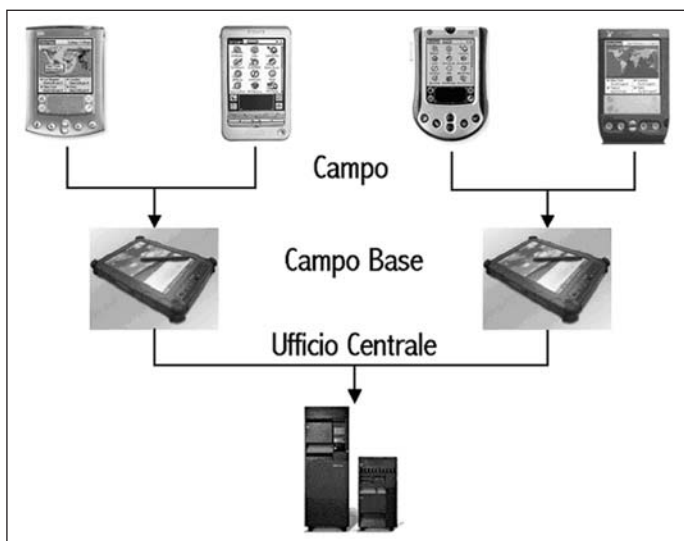


Fig. 5 - Prestazioni, portabilità e connettività proprie del mobile computing accrescono notevolmente l'efficacia della metodologia proposta.

- *Performance, portability, and connectivity related to mobile computing increase considerably the effectiveness of the proposed methodology.*

**Legislazione Nazionale**

CIRCOLARE N. 4 DEL 5 MARZO 1985 - *Automatizzazione dei Piani Provinciali di Protezione Civile. Progetto Mercurio*. Schematipo proposto dalla Direzione Generale della Protezione Civile.

LEGGE 225/1992 - *Istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile*. Pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 64 del 17 marzo 1992, e modificata dal D.L. n. 393 del 26 luglio 1996.

METODO AUGUSTUS (1996) - *Strumento di organizzazione dell'attività di Protezione Civile; definizione di un Piano di Emergenza, inteso come sistema complesso ed eterogeneo per l'elevato numero di Enti ed Amministrazioni che vi concorrono* (art. 2 Legge 225/1992).

**Legislazione Regionale**

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE N° 6/46001 DEL 28 OTTOBRE 1999 - *Approvazione della Direttiva Regionale per la pianificazione di Emergenza degli Enti Locali, in attuazione dell'art. 3, L.R. 54/90 e dell'art. 108, comma 1, lett. a), punto 3 e lett. c), punto 3 del D. LGS. 112/98 (Attuazione attività di progetto PRS 5.3.3 «Sinergie» - WP3)*. Regione Lombardia.

LEGGE REGIONALE N° 16 DEL 22 MAGGIO 2004 - *Testo unico delle disposizioni regionali in materia di Protezione Civile*. Pubblicata su B.U.R. Lombardia n. 22 del 24 maggio 2004 - S.O. n. 1

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE N° 7/212005 DEL 24 MARZO 2005 - *Revoca della DGR n° 20047 del 23 dicembre 2004 e approvazione della «Direttiva regionale per l'allertamento per rischio idrogeologico e idraulico e la gestione delle emergenze regionali»*. Regione Lombardia.

Manoscritto pervenuto il 00 ..... 0000; testo approvato per la stampa il 15 Gennaio 2007; ultime bozze restituite il 12 Febbaio 2007.