

## **PROGETTAZIONE E IMPLEMENTAZIONE DI METODOLOGIE PER LA REDAZIONE DI PIANI DI PROTEZIONE CIVILE COMUNALE NELLA PROVINCIA DI ROMA**

Maria IOANNILLI (\*), Maurizio AMBROSANIO (\*\*), Gianluca CARBONE (\*\*),  
Giovanna CELANI (\*\*), Alessandro PAREGIANI (\*\*)

Università di Roma "Tor Vergata", Dipartimento di Ingegneria Civile, Via del Politecnico, 1  
(\* ) 0672597086, ioannill@ing.uniroma2.it  
(\*\* ) 0672597296, info.intime.srl@gmail.com

### **Abstract**

Il processo di costruzione di un Piano di Protezione Civile Comunale è affetto, in generale, da notevoli elementi di incertezza, soprattutto per quanto concerne la stima del rischio a cui il Piano tende a rispondere. Tale incertezza è dovuta: alla impossibilità di modellare tutti i fenomeni pericolosi potenzialmente agenti; alla discrepanza temporale tra il momento della formulazione del Piano e l'accadimento di un evento pericoloso, che potrebbe implicare una diversa configurazione del sistema territoriale; alla potenziale interazione tra fenomeni pericolosi, che potrebbe generare una amplificazione degli effetti di un fenomeno pianificato. Per questi motivi, all'interno dell'attività di redazione dei Piani di Protezione Civile Comunali, che l'Università di Tor Vergata sta svolgendo su incarico della Provincia di Roma, si è messo a punto un metodo generale di stima del rischio e di dimensionamento dei Piani del tutto innovativo rispetto all'approccio tradizionale. Si è inoltre implementato tecnicamente tale metodo, realizzando il Sistema Informativo Territoriale di Protezione Civile della Provincia di Roma.

### **Abstract**

Designing a Municipal Civil Protection Plan is an activity affected by many uncertainty elements, mainly for the risks estimation. These elements are relate to: the impossibility to model all the potential dangerous phenomena; the time discrepancy between the stage during which the Plan is carried out and the moment of the event, that can imply a different configuration of the territorial system; the potential interaction between dangerous phenomena, that can imply an amplification of the effects of a planned phenomenon. For this reasons, in the planning activities carried out by the University of Tor Vergata, commissioned by the Province of Rome, a new general risk estimation and plan dimensioning method was outlined, fully innovative if compared with the traditional one. A technical implementation of the method has been achieved, producing in this way the Spatial Information System for the Province's Civil Protection Department.

### **Introduzione**

I rischi che il generale Processo di Protezione Civile (previsione – prevenzione – intervento) tende a gestire sono legati a due classi di eventi:

- i cosiddetti eventi prevedibili, di cui siano cioè noti e sottoponibili ad analisi preventiva e simulativa i fattori causali. Questa è la condizione essenziale perché siano formulabili i Programmi di Previsione e Prevenzione ed i relativi Piani di Emergenza.
- gli eventi non prevedibili, di cui siano noti i fattori causali ma per cui tali fattori non siano sottoponibili ad analisi e simulazione. L'evento è quindi determinabile in senso generale ma non in termini di probabilità (nel tempo) e di localizzazione di accadimento (nello spazio). Ciò impedisce, nell'approccio corrente, di formulare qualsiasi ipotesi di prevenzione ed ovviamente di redigere un Piano di Emergenza.

A questo proposito occorre notare che:

- tutti i potenziali rischi sono di interesse per il Processo di Protezione Civile e benché non prevedibili essi debbono essere gestiti con adeguati strumenti basati su una qualche forma di modellazione preventiva;
- i rischi legati a fenomeni prevedibili vengono normalmente delineati mediante l'uso di modelli formalizzati che, per loro stessa natura, contengono un certo grado di probabilità che il risultato della modellazione non fornisca una immagine completamente coerente (spazialmente e temporalmente) con l'accadimento che si manifesterà;
- in ogni caso, la dinamicità del sistema territoriale fa sì che il sistema stesso si trovi, all'atto del manifestarsi dei fenomeni, in condizioni non del tutto rispondenti a quelle assunte nella formulazione del Piano di Emergenza (per esempio: modificazione non prevedibile delle condizioni di contesto assunte come base per la simulazione; modificazione delle condizioni territoriali generali, non ancora recepite nei Piani di Emergenza; diversa condizione di disponibilità del sistema della organizzazione e delle risorse previste all'interno di un Piano di Emergenza).

Inoltre, tra gli eventi potenzialmente calamitosi possono ingenerarsi dei meccanismi di reciproca induzione; tali meccanismi non sono predicibili (almeno non esaustivamente) a priori e questo apre ampi margini di indeterminatezza nella stima del rischio.

Per tutti i motivi precedenti, occorre pensare ad un nuovo approccio in grado di gestire l'incertezza intrinseca nel processo di stima del rischio; un approccio che, pur fondandosi su una base analitica di previsione, produca tuttavia gli elementi (informativi) in grado di orientare secondo la migliore prospettiva operativa le attività di gestione degli eventi in funzione delle reali modalità di accadimento degli eventi stessi.

### **L'approccio universalistico**

L'approccio che viene proposto può definirsi di tipo "universalistico" e si basa sui seguenti concetti:

- tutti i fattori di pericolosità possono essere analizzati singolarmente per costituire una sintesi del grado di pericolosità complessiva agente sul territorio, nella ipotesi cautelativa che i diversi fenomeni calamitosi si possano manifestare in maniera congiunta nel tempo e nello spazio;
- tutti gli elementi naturali ed antropici presenti sul territorio sono ritenuti, in prima istanza, come potenzialmente esposti alla pericolosità territoriale; ciascun elemento è qualificabile, in termini di vulnerabilità, dal punto di vista dei propri caratteri intrinseci (strutturali, funzionali, di valore);
- il rischio agente sul territorio è determinabile, in prima istanza, in funzione della domanda di risorse che si potrebbe generare nella ipotesi che uno o più eventi calamitosi si determinino in un dato territorio e in coerenza con la politica di accettabilità del rischio che si intende adottare.

L'adozione dell'approccio universalistico porta a definire un complesso di elementi informativi intermedi particolarmente rilevanti rispetto al complessivo processo di Protezione Civile. Essi illustrano:

- il sistema delle pericolosità complessive;
- il sistema territoriale disponibile;
- il sistema territoriale vulnerabile;
- il sistema di allocazione delle risorse.

Il contenuto di tali elementi, ed il loro ruolo all'interno del processo è così definito:

- Il sistema delle pericolosità complessive contiene le informazioni analitiche relative agli areali di pericolosità di tutti gli eventi pericolosi potenzialmente agenti all'interno del territorio oggetto della Pianificazione. Per la costruzione di tale quadro informativo occorre:
  - tenere in contemporanea considerazione tutti i fattori di pericolosità (primari ed indotti) agenti sul territorio valutandone il potenziale incremento di pericolosità;
  - produrre una qualificazione dell'intero territorio indagato, a prescindere dalle effettive condizioni di rischio presenti, al fine di identificare il "sistema territoriale disponibile" per la gestione delle emergenze.

- Il sistema territoriale disponibile identifica le aree non soggette ad alcun tipo di pericolosità, e quindi utilizzabili per la allocazione delle risorse strategiche per la gestione dell'emergenza (in particolare aree di ammassamento ed accoglienza).
  - Il sistema territoriale vulnerabile localizza e descrive elementi vulnerabili presenti sul territorio, qualificati per livello di vulnerabilità intrinseca; la disponibilità di una simile informazione consente la valutazione dei danni potenziali anche in ambiti territoriali diversi da quelli assunti nella costruzione degli scenari di rischio.
  - Il quadro di sintesi ha una propria funzione, in fase di previsione e prevenzione, poiché permette di identificare immediatamente le parti di territorio maggiormente sensibili all'evento calamitoso. Per rendere la utilizzazione di questa informazione efficace in fase di emergenza è necessario però che essa permetta di identificare, in modo agevole, i contenuti specifici di ciascun areale di vulnerabilità consentendo in tal modo l'attivazione della ulteriore risposta di Protezione Civile.
  - Il sistema di allocazione delle risorse contiene la descrizione spaziale di tutte le risorse potenzialmente utilizzabili per la gestione dell'emergenza. Sono comprese tra queste, tanto le risorse strategiche localizzate sul territorio in fase di pianificazione (aree), quanto le strutture territoriali, esistenti e potenzialmente non coinvolte nello scenario di danno atteso, in grado di erogare servizi utili alla gestione dell'emergenza.
- La localizzazione delle aree, in particolare, deve essere fatta all'interno del sistema territoriale disponibile e nel rispetto delle seguenti condizioni:
- ottimizzazione rispetto alla localizzazione delle aree di potenziale danno;
  - accessibilità dall'esterno dell'area a rischio;
  - accessibilità verso le aree di potenziale danno.

### **Il comportamento del sistema territoriale: l'approccio sistemico**

Nella valutazione degli effetti di un evento calamitoso si è definito l'insieme degli elementi naturali ed antropici presenti in un dato territorio come "sistema territoriale vulnerabile", ritenendo importante considerare non solo la presenza delle singole entità territoriali ma anche il complesso delle relazioni funzionali intercorrenti tra loro.

Di conseguenza nell'analisi del rischio è opportuno non solo valutare il potenziale danno connesso con la presenza di elementi esposti in un'area di potenziale pericolo, ma anche il danno che potrebbe riscontrarsi in elementi anche sensibilmente distanti dagli areali di pericolo diretto, ma funzionalmente connessi con specifiche tipologie di elementi colpiti direttamente dall'evento.

Questi ultimi rivestono un ruolo particolare in funzione della loro elevata capacità di interagire con altri elementi del sistema e potrebbero essere definiti elementi strategici. Tra le tipologie di elementi che potrebbero essere considerati vi sono le infrastrutture viarie, la rete elettrica (inclusi gli elementi puntuali, quali cabine di trasformazione,...), la rete dell'acqua potabile (inclusi gli elementi puntuali, quali impianti di sollevamento, potabilizzatori, serbatoi di accumulo,...), ed in secondo ordine tutti gli elementi che costituiscono potenziali risorse in caso di emergenza, quali ospedali, strutture di accoglienza, ecc. L'interruzione della funzionalità degli elementi strategici risulta di notevole interesse in quanto può generare un danno rilevante (nella maggior parte dei casi maggiore rispetto al danno localizzato sull'elemento sistemico) su una molteplicità di altri elementi, incluse vite umane.

E' possibile quindi, in connessione con l'interruzione della funzionalità di un elemento strategico, definire un rischio sistemico di differenti tipologie, in funzione dell'elemento la cui perdita di funzionalità genera il pericolo (es. rischio sistemico viabilità se l'elemento sistemico è la strada, rischio sistemico elettricità se l'elemento sistemico è un elettrodotto o una cabina elettrica, ecc.). Per una valutazione del rischio sistemico è quindi necessario condurre una analisi che consenta di identificare le connessioni funzionali tra elementi strategici ed altri elementi territoriali nonché il livello di tali relazioni. Ciò si traduce nel definire un modello di relazionamento tra gli elementi per cui si manifesta il rischio sistemico e gli elementi strategici di una certa tipologia ad essi funzionali. In tal modo è possibile definire, in analogia con l'approccio seguito per il rischio locale, ulteriori

tipologie di fenomeni dannosi che potremmo definire sistemici, intesi come perdita, per un insieme di elementi territoriali, delle relazioni funzionali con una specifica tipologia di elementi strategici. Tali fenomeni, a differenza della problematica del rischio locale, si manifestano in maniera peculiare in funzione delle caratteristiche di relazionamento all'interno del sistema territoriale. Sarà dunque possibile, per la specifica tipologia di elementi strategici considerati e quindi dello specifico fenomeno dannoso sistemico, valutare una pericolosità sistemica in corrispondenza di ogni elemento esposto, in base a:

- la frequenza del fenomeno, che deriva dall'entità del rischio funzionale locale per i singoli elementi strategici, quindi:
- i livelli di pericolosità locale a cui sono esposti i singoli elementi strategici;
- le caratteristiche di vulnerabilità funzionale ai diversi eventi dei singoli elementi strategici;
- l'intensità del fenomeno, che deriva dal livello di relazionamento tra i singoli elementi strategici e l'elemento territoriale esposto.

La pericolosità sistemica è valutabile per ogni elemento esposto sovrapponendo, per ogni elemento strategico, i livelli di frequenza e di intensità del fenomeno dannoso e componendo i singoli contributi. A questo scopo è necessario valutare le caratteristiche di vulnerabilità intrinseca degli elementi esposti, in relazione all'interruzione di funzionalità della specifica tipologia di elementi sistemici. La valutazione del rischio sistemico consente di:

- caratterizzare gli elementi territoriali per i quali si manifesta il rischio sistemico in funzione del livello di tale rischio al fine dell'eventuale predisposizione di risorse per l'emergenza;
- caratterizzare gli elementi strategici in rapporto al grado di relazionamento che essi stabiliscono con tutti gli altri elementi territoriali; ciò può consentire, nelle fasi immediatamente successive all'interruzione della funzionalità dell'elemento strategico, una rapida valutazione del possibile danno che potrebbe indursi sugli elementi ad esso funzionalmente connessi, anche nel caso di eventi calamitosi non previsti.

E' da notare infine che un rischio sistemico potrebbe rilevarsi su elementi a loro volta strategici per altri elementi (ad es. una interruzione di elettricità potrebbe compromettere la funzionalità di elementi infrastrutturali per l'approvvigionamento di acqua potabile).

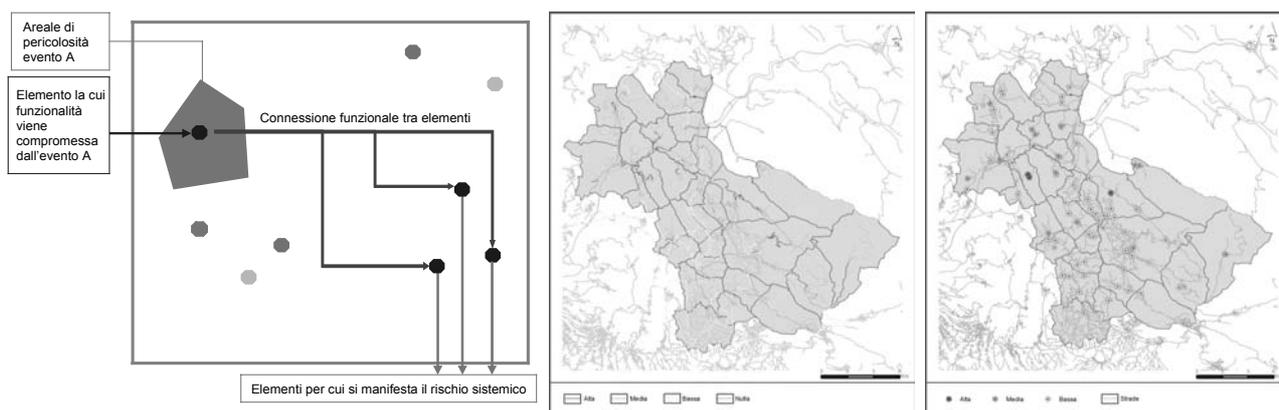


Figura 1 - Rischio sistemico: modello logico ed applicazione; pericolosità neve su strade e rischio di isolamento su centri abitati

### Il sistema della conoscenza: l'approccio incrementale

In linea del tutto generale, la mole dei dati necessari alla esaustiva e dettagliata conoscenza del sistema territoriale potenzialmente investito da un fenomeno calamitoso è molto grande; tale affermazione è tanto più vera quanto più analitica volesse essere la identificazione dei fattori di vulnerabilità di ciascuna componente territoriale presa in considerazione.

Non sempre, però, il sistema dei dati necessari è già disponibile; è anche possibile che tali dati esistano ma, a causa delle modalità con cui sono stati costruiti, non siano facilmente integrabili

all'interno di un unico sistema di informazioni. Per tutti questi motivi, è opportuno che la progettazione della conoscenza di supporto al processo di Protezione Civile avvenga secondo una logica di tipo incrementale. Assumere una logica di questo tipo vuol dire salvaguardare il principio che afferma che "..... un piano speditivo è meglio di nessun piano" e cioè che il Piano deve essere redatto sulla base del sistema delle conoscenze disponibili, salvaguardando la possibilità di specificare nel tempo i contenuti informativi del Piano stesso.

Dal punto di vista tecnico questo vuol dire che la progettazione del sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati territoriali deve essere fatta in maniera tale da rendere possibile la intercambiabilità di "strati informativi", sostituendo via via il complesso dei dati dai più generali a quelli più specifici, senza però incidere, o incidendo limitatamente, sui processi di elaborazione necessari alla produzione dei quadri informativi richiesti.

È possibile, ad esempio, per alcune grandezze che descrivono gli elementi vulnerabili, che i dati vadano dalla semplice indicazione di esistenza dell'elemento (presenza / assenza) alla specificazione delle caratteristiche funzionali, dimensionali e strutturali dell'elemento stesso.

È anche possibile che i livelli di approfondimento successivo dei dati venga operato selettivamente solo su alcuni degli elementi che descrivono le diverse grandezze e questo è ad esempio valido quando un elemento trattato in prima approssimazione come potenzialmente vulnerabile, venga invece ritenuto idoneo a fungere da risorsa per la gestione dell'emergenza. Si pensi al caso di una scuola che, se dotata di alcune caratteristiche strutturali e dimensionali, potrebbe essere utilizzata come struttura per l'accoglienza della popolazione coinvolta nell'evento.

L'assunzione di una logica di tipo incrementale produce un processo di costruzione della conoscenza basato sui seguenti passi:

- identificazione delle macro grandezze di interesse per il processo di pianificazione;
- identificazione delle componenti specifiche da sottoporre ad analisi per descrivere le grandezze di interesse;
- identificazione delle variabili descrittive ritenute idonee alla completa descrizione delle componenti specifiche;
- valutazione di disponibilità dei dati necessari alla implementazione delle variabili descrittive ed eventuale identificazione di variabili proxy utilizzabili;
- stima del grado di approssimazione introdotto nella descrizione.

### **L'implementazione tecnica degli approcci precedenti**

I concetti di "universalità", "sistemicità" ed "incrementalità" possono essere tecnicamente implementati mediante la suddivisione del territorio in unità di riferimento discrete (celle) ed attraverso una configurazione dei dati che descriva le singole porzioni di territorio dal punto di vista di tutte le informazioni di interesse (matrici di celle codificate). Le matrici possono essere utilizzate come agile strumento di sintesi per la produzione di opportuni risultati informativi ma nello stesso tempo non presentano limiti teorici al contenere, e quindi rendere agevolmente disponibile sia nelle elaborazioni sia nella "lettura", un patrimonio informativo analitico, non mediato attraverso il calcolo di indici sintetici e quindi totalmente quantitativo. Risulta altresì possibile far coesistere in questo unico strumento tecnico una molteplicità di informazioni, anche di tipologie sensibilmente differenti, mantenendo nello stesso tempo l'indipendenza di ogni comparto informativo. In questo modo sembra possibile conseguire l'universalità nella descrizione del territorio.

Le matrici sono inoltre una struttura logico-fisica di base, a partire dalla quale è possibile definire un processo di analisi indipendente dal contenuto dei dati o dalla consistenza delle specifiche modellazioni. In questo modo è possibile sostituire "strati informativi", dai più generali a quelli più specifici, senza però incidere, o incidendo limitatamente, sui processi di elaborazione necessari alla produzione dei quadri informativi richiesti, garantendo in tal modo l'incrementalità cercata.

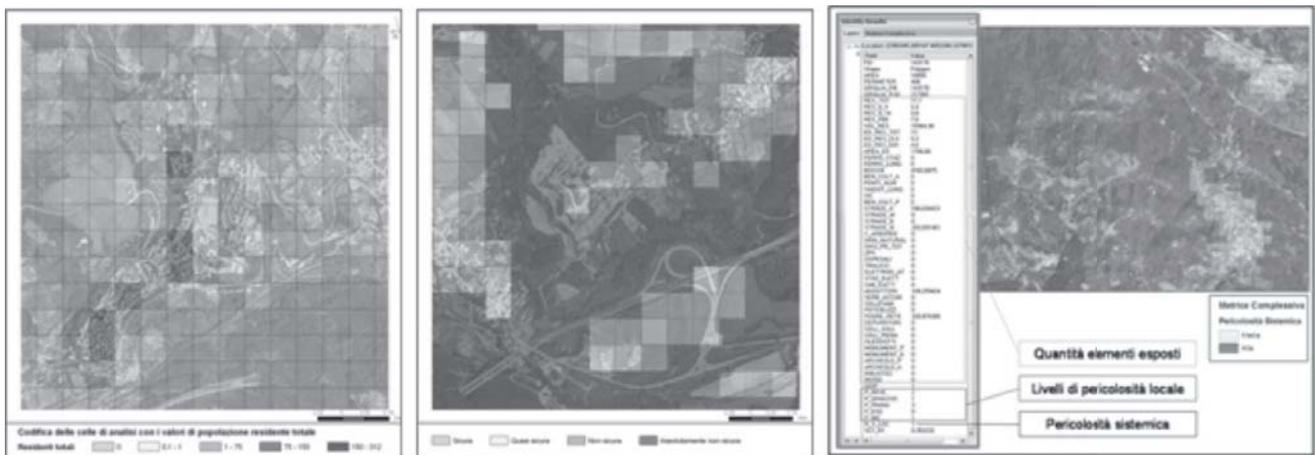


Figura 2 - La matrice del sistema vulnerabile, di pericolosità complessiva e di sintesi

### L'incertezza nel dimensionamento del rischio: l'approccio orientato alla gestione

Se da un lato una valutazione totalmente quantitativa del rischio sembra improponibile per le difficoltà connesse al considerare una molteplicità di eventi, elementi territoriali e loro relazioni, oltre che per una reale lacuna informativa e metodologica, l'approccio totalmente empirico non sembra del tutto adeguato a definire un'analisi fattivamente utile per le finalità di Protezione Civile. Per gestire questa problematica si è definito un approccio tendente a mantenere, nel processo di analisi, il dettaglio massimo delle informazioni disponibili, sulla base del quale poter condurre valutazioni empiriche significative assumendo specifici, e dichiarati, obiettivi di intervento.

A partire dalla descrizione quantitativa degli elementi potenzialmente esposti, necessaria anche per disporre di informazioni operativamente utili per la gestione dell'emergenza nel caso si verificassero eventi del tutto o in parte non previsti, e dalla contemporanea descrizione dei fattori di pericolosità agenti, è possibile definire metodologie di analisi in grado di integrare tali elementi con il processo di programmazione della risposta di Protezione Civile in fase di emergenza.

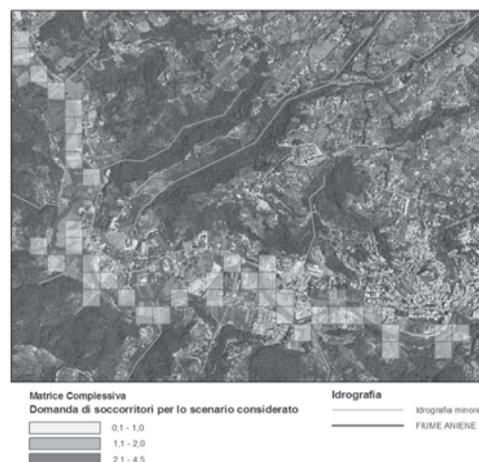


Figura 3 - Il dimensionamento della domanda di risorse umane per la gestione del rischio esondazione

A partire da valutazioni tecniche ma anche in merito agli obiettivi assunti dalla pianificazione a livello politico-amministrativo, è infatti possibile combinare la componente vulnerabile con la pericolosità attraverso valutazioni sia rigorose sia empiriche, individuando, in connessione con le finalità di gestione dell'emergenza, la priorità di intervento e la sua "dimensione" in corrispondenza dei diversi tipi di elementi esposti. In questo modo la valutazione della sovrapposizione di una

molteplicità di eventi calamitosi può essere effettuata definendo opportuni scenari di evento, mentre nello stesso tempo risulta possibile considerare contemporaneamente la presenza di molte e diverse tipologie di elementi territoriali vulnerabili riducendo i termini del problema all'individuazione e, dove possibile, al dimensionamento di una specifica tipologia di risorse necessarie per gestire l'evento. È possibile così rendere significativamente confrontabili i diversi valori e gradi di vulnerabilità all'evento di differenti tipologie di elementi esposti, nonché, in alcuni casi, definire indici di "unità di domanda" per una particolare risorsa. L'analisi del rischio assume quindi il carattere di valutazione della necessità di una specifica tipologia di risorsa, in una certa quantità ed in un dato luogo.

### **Il sistema informativo di protezione civile della Provincia di Roma**

Nella prospettiva di incrementare l'efficacia e l'efficienza dell'attività di Protezione Civile, emerge la necessità di:

- rendere, in un tipico processo multi attore e multi livello, i contenuti del Piano di Protezione Civile fruibili in maniera agevole e condivisibili tra tutti i soggetti chiamati a collaborare nella gestione degli eventi;
- garantire l'aggiornamento nel tempo del Piano, i cui contenuti sono per loro natura affetti da un elevato tasso di dinamicità.

La definizione di strumenti in grado di supportare il raggiungimento di tali finalità è stato un obiettivo generale dell'esperienza condotta nella Provincia di Roma. Attività strategica in tal senso è stata l'implementazione di un Sistema Informativo Territoriale di Protezione Civile e di strumenti WEB per la consultazione e l'aggiornamento delle informazioni da parte degli Enti Territoriali coinvolti nel processo di Pianificazione (Comuni, Comunità Montane, COI).

I contenuti del SIT sono costituiti dai dati geografici e alfanumerici relativi:

- all'inquadramento territoriale dei singoli Comuni;
- ai risultati delle analisi di pericolosità;
- alle informazioni di interesse sugli elementi esposti e le risorse (organizzati in una struttura omogenea, per cui ogni entità cartografica è dotata di attributi di base che ne identificano il codice tipologico, l'appartenenza amministrativa e l'anagrafica di un referente);
- ai sistemi di comando e controllo e le procedure di intervento;
- alle informazioni di sintesi (Matrice di Sintesi Territoriale: ripartizione del territorio per classi di pericolosità, distribuzione degli elementi esposti per classe di pericolosità).



*Figura 4 - Il sito di Protezione Civile della Provincia di Roma: modalità di interrogazione delle matrici di sintesi a scopo di Prevenzione*

Il SIT ha lo scopo di supportare tutte le fasi del Processo di Protezione Civile messo in atto dagli Enti territoriali della Provincia di Roma, caratterizzandosi inoltre quale elemento dinamico, all'interno di un processo che ciclicamente dall'utilizzo dei contenuti porta ad un loro aggiornamento. La base informativa del SIT può costituire un efficace supporto alle decisioni riguardanti sia le attività di prevenzione sia la pianificazione della risposta in emergenza (obiettivi,

risorse, procedure); in entrambi i casi, ogni attività condotta va a modificare i contenuti del Sistema e li rende disponibili per le decisioni future, nonché per gli utilizzi in fasi diverse.

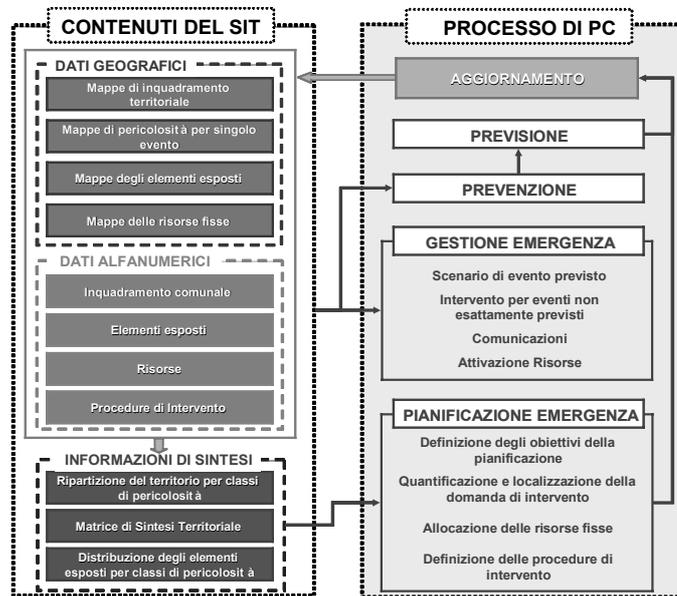


Figura 5 - Contenuti del SIT e loro utilizzo nel processo di Protezione Civile

Per quanto riguarda lo strumento WEB, il servizio GIS della Provincia di Roma ha predisposto un sistema di accessi differenziato per tipologia di utente, rendendo le informazioni di interesse consultabili ed aggiornabili secondo i diversi livelli di competenza.

In generale si è voluto rendere ogni operazione semplice ed intuitiva, progettando sistemi ed interfacce che consentissero l'accesso alle informazioni, oltre che interrogando direttamente gli elementi geografici, anche a partire dalla componente alfanumerica dei dati.

## Conclusioni

L'attività di Previsione dei rischi, all'interno del più generale processo di Pianificazione di Protezione Civile, riveste un ruolo strategico sia per la componente di prevenzione che di gestione degli interventi in emergenza. L'alto livello di aleatorietà e di incertezza intrinseco nel segmento previsionale rende necessario adottare approcci metodologici ed operativi diversi rispetto a quelli tradizionalmente adottati (modellazione a singolo rischio e conseguente dimensionamento delle risorse per la gestione, staticità degli elementi informativi...). Una possibile soluzione è quella sperimentata nel presente lavoro, la quale peraltro, nella sua implementazione tecnica sembra garantire la più agevole manutenzione ed inter - operatività del Piano visto come Sistema Informativo.

## Riferimenti bibliografici

O.P.C.M. 28 agosto 2007, n.3606, "Manuale operativo per la predisposizione di un piano comunale o intercomunale di Protezione Civile"

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile (1994), "Criteri per l'elaborazione dei piani di emergenza". Circolare n.2/DPC/S.G.C./94

Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile (1994), "Criteri sui programmi di previsione e prevenzione". Circolare n.1/DPC/S.G.C./94