

STATO DELL'ARTE SUI SISTEMI DI SUPPORTO PER LA PIANIFICAZIONE E LA GESTIONE DI EMERGENZE TECNOLOGICHE

S. Contini

Commissione Europea, Centro Comune Ricerche
Istituto dei Sistemi dell'Informatica e della Sicurezza
TP 650, 21020 Ispra, Varese

SOMMARIO

Oggetto della presente memoria è la descrizione dei risultati ottenuti dall'esame delle caratteristiche dei sistemi software di supporto per la pianificazione e la gestione di emergenze tecnologiche. Sono stati presi in considerazione in particolare i prodotti commerciali ed i principali sistemi sviluppati in Europa nell'ambito di diversi programmi di ricerca parzialmente finanziati dall'Unione Europea. Dalla sintesi delle informazioni raccolte sono stati ricavati utili elementi per la definizione dei requisiti utente per lo sviluppo del sistema HARIA-2 e lo schema funzionale di un generico sistema di supporto contenente anche elementi tuttora oggetto di ricerca.

1. INTRODUZIONE

Una delle prime attività previste dal programma di lavoro della ricerca HARIA 2 è stata l'indagine sulle caratteristiche dei sistemi informatici disponibili in ambito internazionale per la pianificazione e la gestione di emergenze tecnologiche. Tale indagine è stata eseguita con l'obiettivo di ricavare utili indicazioni per la fase di definizione dei requisiti utente, fase necessaria per la progettazione e lo sviluppo successivo del sistema HARIA-2.

Recentemente, in occasione della preparazione della presente memoria, le informazioni allora raccolte sono state aggiornate ed ampliate con elementi relativi al possibile impiego delle moderne tecnologie dell'informazione.

La documentazione di interesse (limitata agli anni '90) è stata rapidamente raccolta grazie alla possibilità di accesso alle seguenti sorgenti di informazioni.

1. Centro Comunitario di Documentazione sul Rischio Industriale (CDCIR). Il CDCIR è un centro di documentazione creato ad Ispra su esplicita richiesta dei Paesi membri. Vengono raccolti e catalogati documenti sulla problematica del rischio industriale in senso lato. Il Centro promuove anche studi su aspetti innovativi nel campo dei rischi industriali.
2. Data base CORDIS, della Commissione Europea, contenente le informazioni sui progetti parzialmente finanziati nell'ambito di diversi programmi di ricerca.
3. Numerosi siti Internet, in particolare in USA, contengono informazioni su progetti, programmi di ricerca, software di supporto e linee guida per la pianificazione e gestione delle emergenze.
4. Documentazione su alcuni progetti finanziati dal CNR-GNDRCE (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Rischi Chimici, Industriali ed Ecologici) per la pianificazione e la gestione di emergenze chimiche.

La memoria è organizzata in tre parti. Inizialmente viene presentata una sintesi delle caratteristiche dei sistemi software di supporto per la pianificazione e la gestione dell'emergenza; sono stati considerati i prodotti commerciali più consolidati e diffusi, i prodotti più recenti e i sistemi sviluppati nel nostro Paese. Nella seconda parte vengono esaminati gli obiettivi dei principali progetti, eseguiti ed in corso, parzialmente finanziati dall'Unione Europea nel campo delle emergenze, con l'obiettivo di individuare i temi di ricerca considerati più significativi. Infine, i risultati ottenuti dall'elaborazione delle informazioni raccolte hanno consentito di ricavare lo schema funzionale di un generico sistema di supporto applicabile a qualsiasi tipo di emergenza e contenente anche elementi tuttora oggetto di ricerca. Lo schema ottenuto mette in evidenza le funzioni principali che un sistema completo dovrebbe possedere.

2. PRINCIPALI SISTEMI SOFTWARE DISPONIBILI PER LA PIANIFICAZIONE E LA GESTIONE DI EMERGENZE TECNOLOGICHE

La raccolta bibliografica eseguita sui sistemi software ha messo in evidenza l'esistenza di un grande numero di programmi applicabili durante le diverse fasi della pianificazione e della gestione dell'emergenza;

la maggior parte di questi prodotti sono dedicati al calcolo delle conseguenze degli incidenti. I sistemi software completi, che possono essere considerati dei veri e propri sistemi di supporto, non sono numerosi. I primi sono stati sviluppati negli Stati Uniti per l'emergenza nucleare negli anni '80 e, successivamente, adattati all'emergenza chimica. Questi sistemi contengono modelli per il calcolo on-line della dispersione degli inquinanti, banche dati per la descrizione del territorio, degli impianti, delle sostanze e delle risorse utilizzabili per la riduzione degli effetti degli incidenti.

Alcuni esempi di tali sistemi sono riportati in Tabella 1. MIDAS (Meteorological Information and Dispersion Assessment System), SAFER (Systematic Approach For Emergency Response), CHARM (Complex Hazardous Air Release Model) e CAMEO (Computer Aided Management of Emergency Operations) si possono considerare i primi sistemi sviluppati per la pianificazione e la gestione di emergenze chimiche e forse sono ancora fra i più diffusi negli Stati Uniti. Come si può notare dalla Tabella 1 (nella quale sono elencate le caratteristiche principali che un sistema di supporto dovrebbe possedere), i quattro sistemi considerati hanno in comune diverse caratteristiche, come la modellistica di dispersione, le banche dati stabilimenti e sostanze e l'interfaccia GIS. MIDAS e SAFER consentono anche il collegamento di strumenti per la misura della concentrazione in aria di sostanze tossiche; CHARM e CAMEO sono applicabili anche ad emergenze causate da incidenti durante il trasporto di sostanze pericolose.

Su Internet si possono trovare informazioni su numerosi altri pacchetti software sviluppati negli ultimi anni e basati sulle più moderne tecnologie informatiche. Fra i sistemi esaminati sono stati selezionati i seguenti, di maggior interesse per la ricerca HARIA-2: HERMES, EIS, CACTUS, OSARMS, PLANTS SAFE ed EMS.

HERMES (Heuristic Emergency Response Management Expert System), sviluppato presso l'Alberta Research Council (Canada), è un sistema real time per la gestione di emergenze chimiche: contiene modelli per il calcolo della dispersione di sostanze tossiche e/o infiammabili e modelli di incendio ed esplosione. I dati meteo vengono forniti in tempo reale da centraline, installate presso gli stabilimenti o gestite da enti pubblici, e dal satellite Meteosat. L'interfaccia GIS è collegata ad archivi contenenti dati sul territorio, sugli stabilimenti, sulle sostanze e sulle procedure di emergenza. HERMES contiene un modulo "esperto" che fornisce al decisore, in base alla descrizione della situazione corrente, le eventuali azioni da intraprendere. Infine, il sistema è in grado di registrare gli eventi intrapresi nel corso dell'emergenza per facilitare la successiva analisi critica per l'eventuale revisione del piano d'emergenza.

EIS (Emergency Information System) è un sistema di supporto sviluppato negli USA che ha trovato molti consensi in Canada ed in alcuni paesi europei. EIS presenta funzionalità simili a quelle di HERMES, oltre ad un modulo di chiamata automatica e a un modulo dedicato all'organizzazione dell'evacuazione (purtroppo non è stato possibile ottenere informazioni più dettagliate su questo importante aspetto).

CACTUS (Command And Control Training and Planning Using Knowledge Based Simulation) è stato sviluppato presso l'Università di Leeds (UK) per l'addestramento degli ufficiali di polizia metropolitana nell'affrontare le emergenze di ordine pubblico più disparate, dall'incendio all'esplosione, dal sabotaggio all'incidente stradale coinvolgente sostanze pericolose. Il sistema, che può essere utilizzato anche in sede di pianificazione, consente di descrivere lo scenario iniziale e di determinare la sua evoluzione in base alle decisioni operate dall'utente.

OSARMS (Oil Spill Response Management System) è un sistema di supporto per la gestione di emergenze causate da rilasci in mare di sostanze inquinanti. Il sistema, sviluppato dalla Magnavox Electronix, può essere collegato in rete, ricevere dati satellitari dell'area interessata, eseguire modelli per il calcolo dello spandimento delle sostanze rilasciate ed eseguire previsioni sulle probabili aree a rischio. OSARMS contiene moduli per la gestione delle risorse e la registrazione delle azioni intraprese. Simile ad OSARMS è il sistema SEABELL sviluppato da TNO e in uso presso la Guardia costiera olandese.

PLANTS SAFE, sviluppato dalla Pacer System e completato dalla GeoSphere Emergency Response System Inc., USA, che ne cura anche la commercializzazione, viene presentato come un sistema per la pianificazione e gestione di emergenze interne ed esterne. L'aspetto più interessante è il modulo "esperto" in grado di fornire consigli sulle azioni da intraprendere per la riduzione delle conseguenze dell'incidente in base alla situazione in corso. Un altro modulo del sistema consente la notifica automatica dello stato di emergenza con l'invio di messaggi predefiniti. PLANTS SAFE fa uso di ALOHA, il modello di dispersione on-line contenuto in CAMEO.

La ricerca ha consentito di identificare altri sistemi (es. CERS, GEMS, IEMIS, EMS, PAYDIRT, GASMAL, EIMS) per i quali tuttavia non è stato possibile raccogliere informazioni con il dettaglio minimo necessario per individuarne le funzionalità principali.

Dall'esame delle caratteristiche dei sistemi di supporto considerati, si possono fare le seguenti considerazioni.

- Tutti i sistemi lavorano su piattaforma PC. Si può notare la generale (e comprensibile) migrazione verso Windows dei prodotti sviluppati in ambiente Dos negli anni '80 (es. : MIDAS, SAFER, CHARM, CAMEO e PLANTS SAFE) al fine di fornire all'utente un sistema di più semplice uso e di poter usufruire dei vantaggi offerti dal nuovo sistema operativo, in particolare per quanto riguarda la gestione delle periferiche e il collegamento in rete.
- Migrazione verso piattaforme GIS a basso costo (es. ArcView in EIS, OSARMS) per un più rapido sviluppo dell'interfaccia, una più chiara e semplice rappresentazione del territorio, degli scenari incidentali e delle risorse.
- Molti sistemi sono dotati di modelli di dispersione on-line con collegamento a centraline meteo; alcuni consentono anche il collegamento a sensori di misura della concentrazione delle sostanze pericolose rilasciate accidentalmente. La modellistica fornisce spesso aree a diversi livelli di concentrazione, definibili dall'utente; alcuni sistemi calcolano anche le dosi per esposizione outdoor.
- Molti sistemi hanno modellistica generalmente limitata alle dispersioni, considerata ovviamente la più importante per l'emergenza esterna; altri sistemi contengono anche modelli per il calcolo delle conseguenze di incendi ed esplosioni.
- Qualche sistema contiene moduli definiti come "esperti" per la valutazione della situazione corrente ed in grado di fornire consigli al decisore sulle possibili azioni da intraprendere (non è stato purtroppo possibile ottenere maggiori informazioni sui moduli esperti). Come si vedrà nel prossimo paragrafo, questo è un importante argomento considerato in molti progetti di ricerca.
- Alcuni sistemi contengono moduli per la registrazione degli eventi allo scopo di agevolare l'esame post emergenza per individuare eventuali problemi e rivedere criticamente le diverse fasi del piano.
- Nessun sistema contiene moduli per la simulazione del traffico.
- Nessun sistema contiene moduli per la simulazione dell'evacuazione, del comportamento della popolazione e delle squadre di pronto intervento.

Per quanto riguarda la situazione in Italia, diverse Prefetture e Comandi provinciali dei VVF si stanno organizzando con l'adozione di sistemi di supporto, in particolare di banche dati sulle sostanze chimiche pericolose, modellistica per dispersioni, incendi ed esplosioni e data base geografici.

Di seguito vengono brevemente elencati i pacchetti software sviluppati nel nostro Paese.

Un pacchetto in uso presso i VVF è SIGEM-SIMMA, sviluppato da TEMA su PC in ambiente Windows, costituito da una banca dati contenente le schede di sicurezza di circa 2250 sostanze e da un set di modelli per il calcolo delle conseguenze di incendi, esplosioni e rilasci di sostanze tossiche e infiammabili.

ECOMAP, sviluppato da Eidos, è un sistema per l'archiviazione, la gestione e la rappresentazione di informazioni ambientali su supporto cartografico e per l'uso di modelli per lo studio dei rischi industriali e delle alterazioni della qualità dei comparti ambientali. L'interfaccia di ECOMAP, che lavora in ambiente Dos, è un GIS sviluppato da Eidos che consente di importare e gestire mappe create mediante sistemi CAD. Interessante è l'applicazione di ECOMAP ai dati del progetto ARIPAR eseguita con contributo CNR.

ARTE, sviluppato da Syreco, è un sistema per l'analisi e la gestione dei rischi industriali a livello territoriale, con supporto alla pianificazione delle emergenze esterne ed alla gestione del territorio. Il sistema contiene le banche dati su: stabilimenti, incidenti, sostanze, territorio, risorse, rapporti di sicurezza, ecc. I dati cartografici, e le informazioni collegate, sono gestiti da Microstation, il prodotto CAD per PC della Intergraph. ARTE è stato applicato ad un'area industriale in provincia di Bergamo.

EMSS è un prototipo di sistema di supporto per la gestione di emergenze chimiche recentemente sviluppato da CCR-ISIS. Il sistema è formato da un modulo per il calcolo della dispersione di sostanze tossiche con dati provenienti da centraline meteo, da un modulo per la gestione della cartografia raster/vettoriale e da banche dati sugli stabilimenti, sugli scenari incidentali, sulle risorse disponibili e sulle procedure di emergenza. Un apposito modulo è dedicato alla registrazione degli eventi. Il sistema consente altresì il collegamento di reti di sensori per la misura della concentrazione di sostanze pericolose in atmosfera.

Con contributo CNR, il Dipartimento Energia dell'ENEA ha sviluppato il prototipo di un sistema di supporto alle decisioni, basato su tecniche di intelligenza artificiale, in grado di identificare le sostanze in base ai sintomi presentati dalla popolazione. L'utente inserisce i sintomi noti, il sistema elabora i dati ricevuti, richiede eventualmente altre informazioni ed infine fornisce la lista delle sostanze in grado di causare tali sintomi. Tali risultati, incrociati con dati sulla localizzazione delle sostanze tossiche e sulle condizioni meteorologiche, consentono di individuare e indicare sulla mappa dell'area (viene fatto uso del sistema GIS MapInfo) i possibili responsabili dell'emergenza.

Infine, e' stato possibile individuare numerose banche dati sulle sostanze chimiche pericolose, tra cui:

- SIGEM-SIMMA (gia` disponibile presso i VVF);
- ECDIN e IUCLID disponibili presso CCR-Ispra;
- Banca dati EPA disponibile su Internet (<http://www.epa.gov>);
- SAFECHEM (<http://www.safechem.com>);

3. PROGETTI EUROPEI SU TEMI ATTINENTI LA GESTIONE DELLE EMERGENZE

Una ricerca sul data base CORDIS della Commissione Europea (<http://www.cordis.lu>) ha fornito interessanti informazioni sullo stato della ricerca nel campo della gestione delle emergenze. Sono stati esaminati i progetti parzialmente finanziati nell'ambito dei seguenti programmi: STEP, TELEMATICS, ESPRIT, EUREKA, IMPACT e NFS. Dei 60 progetti esaminati, 11 trattavano in modo specifico la problematica dell'emergenza di origine industriale o naturale. L'elenco di questi progetti e` contenuto nella Tabella 2.

Le descrizioni disponibili sui progetti si riferiscono generalmente al programma di lavoro e non contengono, quindi, molti dettagli sui risultati finali. Una ricerca piu` approfondita avrebbe richiesto il contatto diretto con il consorzio incaricato della ricerca, ma questo avrebbe richiesto un periodo di tempo troppo lungo, non compatibile con la pianificazione del progetto HARIA-2. Dei progetti esaminati alcuni hanno portato allo sviluppo completo del sistema con successivo test su casi reali.

CHARADE (Combining Human Assessment and Reasoning Aids for Decision-making in environmental Emergencies) e` un sistema sviluppato appositamente per la gestione delle emergenze da incendi boschivi. I principali moduli del sistema sono il *Situation Assessment* e l'*Interactive Planner*. Il primo ha il compito di fornire all'utente una descrizione dettagliata della situazione corrente e delle prevedibili situazioni future (e` costituito da GIS, diverse banche dati, modelli di propagazione di incendi). Il secondo modulo e` un sistema esperto che consente la gestione intelligente dei piani di emergenza. CHARADE, utilizzabile anche per l'addestramento, contiene un modulo per la simulazione di segnali da sensori.

DEDICS (Distribute Environmental Disaster Information and Control System) e' un sistema di supporto per la gestione di emergenze di origine naturale. La prima applicazione e' stata fatta per il caso degli incendi boschivi. DEDICS e` formato dal sistema di monitoraggio (immagini satellitari, sensori all'infrarosso, dati meteo), modellistica di propagazione di incendi, supporto alle decisioni con interfaccia GIS, sistema di comunicazione fra gli operatori (uso del sistema Floinus, costituito da PC portatile, GPS, comunicazione via satellite, cartografia dell'area di interesse) per lo scambio di informazioni di diverso tipo (testi, foto, mappe, ecc.) e di un sistema per l'informazione al pubblico. Gli eventi principali durante l'emergenza vengono registrati per analisi successive.

RODOS (Real-time On-line Decision Support System for Nuclear Emergency Management in Europe) e` un sistema on-line di supporto per la gestione real time di emergenze nucleari. I principali sottosistemi sono dedicati alla simulazione in tempo reale della dispersione in atmosfera degli elementi radioattivi rilasciati, alla determinazione dei pro e dei contro dell'adozione di varie combinazioni di azioni di protezione e di mitigazione per la riduzione delle aree a rischio e della popolazione ivi residente, e per la valutazione delle diverse alternative tenendo conto anche degli aspetti psicologici e sociali che tali decisioni non possono assolutamente ignorare. RODOS, il cui sviluppo e` iniziato negli anni '80, e` ora di interesse anche di numerosi paesi dell'est europeo.

MEMbrain (Major Emergency Management) e` un sistema complesso per la pianificazione e gestione di emergenze di qualsiasi tipo. Il sistema e` formato da diversi moduli utilizzabili separatamente o integrabili in funzione del sistema che si desidera ottenere. I principali moduli sono di seguito elencati. *Envis* (Environmental Information System) consente di mantenere una descrizione aggiornata dello stato ambientale nell'area di interesse mediante l'acquisizione automatica di dati da reti di sensori e da banche dati esterne. I risultati del calcolo del trasporto di inquinanti in aria e acqua (i programmi di calcolo possono risiedere anche su computers remoti) sono visualizzati su interfaccia GIS. *PPS* (Public Protection System) consente di calcolare le conseguenze sulla popolazione del rilascio di sostanze tossiche o radioattive attraverso il calcolo della dose, la valutazione degli effetti e le possibili misure di mitigazione adottabili. Fa parte integrante di MEMbrain *ERFS* (Emergency Response Field System), un automezzo equipaggiato con strumenti di misura, modelli e sistema di comunicazione con il Centro di gestione delle emergenze. Una versione di MEMbrain e` stata installata presso NRPA (Norwegian Radiation Protection Authority) come sistema di supporto per l'emergenza nucleare.

HITERM (High Performance Computing and Networking for Technological and Environmental Risk Management) e` un progetto recente il cui completamento e` previsto per l'anno 2000. L'obiettivo del

progetto e' lo sviluppo di un sistema di supporto basato sul calcolo parallelo e su reti ad alta velocita' per la predisposizione dei piani di emergenza, l'addestramento degli operatori e la gestione real time di emergenze industriali in impianti fissi e durante il trasporto di sostanze pericolose. Il progetto prevede, mediante l'uso di protocolli di comunicazione efficienti, la connessione remota con risorse di calcolo e banche dati. Il calcolo parallelo viene considerato per l'esecuzione di modelli di trasporto complessi e per l'analisi delle incertezze.

Dall'esame delle informazioni raccolte, si deduce che gli aspetti di maggior interesse sono relativi allo sviluppo di sistemi esperti di supporto per situation assessment e all'uso di soluzioni telematiche per la raccolta dei dati necessari per alimentare tali sistemi. Altro problema importante e' la comunicazione fra il Decisore e i servizi di pronto intervento. Infine, la tecnologia GIS e' considerata indispensabile nello sviluppo dell'interfaccia utente, che deve essere semplice ed intuitiva (aspetto questo che si scontra con la complessita' del problema e del software) e che consente la rappresentazione su cartografia della situazione in atto. Su questi importanti aspetti si riportano di seguito alcune brevi considerazioni.

Lo sviluppo di sistemi esperti di supporto alle decisioni rappresenta un argomento di ricerca e sviluppo estremamente stimolante, ma al tempo stesso molto delicato. Infatti, il sistema non deve solo attivare il piano di emergenza predefinito e monitorarne la sua applicazione, ma soprattutto dev'essere in grado di reagire correttamente al verificarsi di imprevisti (impossibilita' di percorrere una determinata strada, indisponibilita' di una determinata risorsa, ecc) e quindi assistere il Decisore nella valutazione della situazione corrente, nell'individuazione delle possibili azioni e delle relative conseguenze.

Affinche' si possa costruire una rappresentazione corretta dell'evoluzione dell'emergenza occorre fornire al sistema di supporto le informazioni necessarie con la dovuta periodicit`. E' infatti necessaria una rilevante quantita' di dati: sull'evoluzione dell'incidente, sullo stato e dislocazione delle risorse, sulla praticabilita' della rete stradale, sull'intensita' del traffico, sulle condizioni meteo, sulla distribuzione della popolazione, ecc; immagini dell'incidente da telecamere fisse o mobili e, quando possibile, da satelliti ad alta risoluzione ed elevata frequenza di transito aiutano a descrivere con maggior chiarezza la situazione corrente. Molti dati alfanumerici e grafici sono presenti in banche dati esterne; in caso di emergenza i dati esterni devono essere accessibili e trasferibili automaticamente al sistema di supporto secondo una frequenza prestabilita in funzione della loro variabilita'.

Le soluzioni (forse non ancora ottimali) a questi problemi sono offerte dalle moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Nell'ambito del programma TELEMATICS dell'Unione Europea sono state messe a punto soluzioni interessanti, che certamente troveranno in futuro applicazione nei sistemi di supporto per la gestione dell'emergenza. Tra i risultati di progetti ormai conclusi si possono citare i sistemi per il monitoraggio del traffico, modelli predittivi per la gestione del traffico con l'obiettivo di minimizzare dell'inquinamento atmosferico, sistemi per la divulgazione di messaggi alla popolazione, di indicazione dei percorsi da seguire, reti e protocolli di comunicazione fra centri di controllo del traffico, uso di telecamere fisse e mobili, schede da inserire in appositi sistemi installati sui mezzi, ad esempio, adibiti al trasporto di sostanze pericolose, ed i grado di inviare informazioni, in caso di incidente, sulle coordinate del mezzo, sulle sostanze trasportate e relativa quantita', sulle azioni da intraprendere, ecc.

Spesso l'emergenza risulta complicata dalle difficolta' di comunicazione fra i gruppi coinvolti. La telematica puo' fornire utili soluzioni, come, ad esempio, le tecniche di lavoro cooperativo, i sistemi multimediali di trasmissione dati, la videoconferenza, e cosi' via.

Relativamente alla tecnologia GIS, si puo' affermare che gli attuali prodotti commerciali offrono la possibilita' di rappresentare dati geograficamente riferiti, di eseguire analisi spaziali, di fornire rappresentazioni 3D di modelli del terreno, ecc. e di sviluppare rapidamente interfacce utenti di facile uso. Essi sono quindi ottimi strumenti per rappresentare informazioni geografiche, ma l'uso di modelli, come pure le routines di rappresentazione dei risultati (2D, 3D), devono essere spesso programmati come moduli esterni; inoltre non e' immediato il collegamento con sistemi di acquisizione di dati esterni, come, per esempio, il collegamento a reti di sensori, telecamere e banche dati remote. Negli ultimi anni sono stati fatti numerosi e significativi progressi nel campo dei sistemi informativi geografici e gli attuali sforzi dei produttori di soddisfare le necessita' degli utenti portera' indubbiamente alla produzione di prodotti piu' potenti e compatibili con l'evoluzione delle piattaforme hardware e software.

4. SCHEMA FUNZIONALE DI UN SISTEMA DI SUPPORTO ALLE DECISIONI

Da quanto esposto e' stato possibile ricavare lo schema funzionale di un sistema di supporto applicabile alle emergenze tecnologiche. Lo schema ottenuto mette in evidenza le funzioni principali che un sistema completo per la pianificazione e gestione delle emergenze deve possedere. In tale schema, illustrato in figura 1, sono evidenziate quattro macro funzioni, relative a:

- Monitoraggio e acquisizione dati;
- supporto alle decisioni;
- comunicazioni con l'esterno;
- analisi post emergenza.

Monitoraggio e acquisizione dati

Al fine di costruire rapidamente la situazione corrente e' necessario un sistema di raccolta e filtraggio dei dati; questi possono provenire da reti di sensori e/o da banche dati gestite da enti esterni.

Sensori per monitoraggio continuo

Il monitoraggio continuo potrebbe essere relativo a:

- dati meteorologici e immagini Meteosat per l'uso di modelli on-line di dispersione di sostanze tossiche;
- concentrazione di sostanze tossiche in atmosfera;
- monitoraggio con GPS del percorso di automezzi adibiti al trasporto di sostanze pericolose;
- eventuale uso futuro di satelliti ad alta risoluzione;
- traffico veicolare nelle aree prossime ad impianti ad alto rischio.

La rilevazione rapida di sostanze tossiche in atmosfera puo' anticipare la dichiarazione dello stato di emergenza e l'adozione delle necessarie azioni di mitigazione a protezione della popolazione e dell'ambiente. Nel caso di impiego del sistema per addestramento, la funzione di monitoraggio puo' essere alimentata con segnali simulati.

Acquisizione dati da banche dati esterne

In caso di emergenza il sistema di supporto puo' fornire immediatamente solo una parte delle informazioni necessarie alla descrizione della situazione in atto, informazioni contenute nelle sue banche dati o prodotte a seguito dall'esecuzione dei modelli di simulazione. Molti dati necessari per descrivere compiutamente la situazione corrente sono gestiti da enti esterni pubblici e/o privati. Il sistema di acquisizione dati dev'essere in grado di eseguire automaticamente, in funzione del tipo e della localizzazione dell'incidente, la connessione con le banche dati esterne e l'acquisizione dei dati di interesse. Tipicamente questi dati sono relativi allo stato di praticabilita' delle strade di accesso allo stabilimento e della rete stradale di interesse per l'emergenza, alla intensita' del traffico, all'inventario (tipo, dislocazione, stato e quantita') delle risorse necessarie, ecc.

Sistema di supporto alle decisioni

E' questo il sistema per il quale sono piu' numerosi i progetti di ricerca. Il sistema di supporto deve consentire di fornire rapidamente al Decisore risposte a domande del tipo:

- Cosa sta succedendo ?
- Cosa potrebbe succedere ?
- Come intervenire ?

La risposta alla prima domanda puo' essere fornita dalla rapida disponibilita' di dati attendibili sull'incidente (tipo, termine sorgente, localizzazione, area interessata, ecc); per la seconda domanda e' necessario fare uso di modelli real time in grado di calcolare le possibili conseguenze in funzione dei dati meteo, della distribuzione della popolazione, ecc.; la terza domanda e' piu' complessa e la risposta richiede la conoscenza delle diverse alternative di intervento ed il calcolo delle relative conseguenze in base alla situazione corrente e ai dati sulla disponibilita' delle risorse, su previsioni del traffico, sul probabile comportamento della popolazione, ecc. Gli elementi di un sistema di supporto sono pertanto: le banche dati, i modelli di simulazione, l'interfaccia GIS ed il modulo "esperto" per la valutazione delle alternative.

Banche dati

Le banche dati devono contenere informazioni sul territorio (confini amministrativi, modello digitale del terreno, rete stradale e ferroviaria, laghi e fiumi, distribuzione della popolazione, ...), sulle industrie

(planimetrie fino al dettaglio dei componenti) sui possibili incidenti, sugli accessi ed i percorsi interni, tragitto di condotte, localizzazione delle sostanze chimiche pericolose impiegate, risorse interne utilizzabili in caso di incidente, caratteristiche delle sostanze chimiche pericolose, procedure di emergenza, ecc.

Le informazioni nelle banche dati devono essere periodicamente aggiornate secondo un programma di aggiornamento predefinito. L'intervallo fra due aggiornamenti dipende dal tipo di dato e dalla frequenza con cui esso varia. In caso di emergenza occorre essere in grado di verificare e aggiornare rapidamente le informazioni specifiche per la zona di interesse, interrogando in automatico banche dati di enti esterni o ricevendo tempestivamente le relative informazioni in base a procedure prestabilite e provate.

Sistema Informativo Geografico (GIS)

L'interfaccia utente del sistema di supporto deve essere basata su tecnologia GIS, sia per il fatto che molti dati hanno un riferimento geografico, sia perché l'interpretazione delle informazioni grafiche risulta immediata. Da qualche anno, il mercato dei sistemi informativi geografici offre prodotti a basso costo per diversi sistemi operativi, e sufficientemente potenti per consentire lo sviluppo in tempi brevi di sistemi sofisticati ma di facile uso.

Modellistica

La modellistica consente di studiare gli scenari possibili e anticipare la conoscenza dei problemi che possono presentarsi.

Un aspetto importante di un modello è la sua capacità di fornire una buona rappresentazione della realtà. La maggiore accuratezza generalmente implica una maggiore complessità e maggiori tempi di calcolo. In caso di emergenza, i modelli complessi devono poter essere lanciati rapidamente, prevedendo l'acquisizione dei dati, ove possibile, direttamente dalle banche dati (scenari incidentali, sostanze, meteo).

La modellistica per lo studio dell'evacuazione riveste grande importanza nel corso di un'emergenza. Per l'evacuazione da edifici, aerei, piattaforme off-shore, sono disponibili diversi modelli, ma la loro validazione, a causa della scarsità di dati, rappresenta tuttora un problema. Non esiste, invece, nulla relativamente alla modellistica di evacuazione da aree residenziali, modellistica che non può essere considerata indipendente da quella per la simulazione del traffico e delle conseguenze dell'incidente.

Sistema esperto per l'identificazione/selezione delle alternative

Anche se sono stati realizzati alcuni sistemi esperti per emergenze nucleari, incendi boschivi e inondazioni, lo sviluppo di sistemi esperti applicati alla pianificazione e gestione delle emergenze è considerato un argomento di ricerca molto importante.

Notifica automatica allarme

Questa funzione è presente in alcuni sistemi di supporto e consiste, in base al tipo di incidente, nella chiamata automatica dei servizi di pronto intervento, delle Autorità competenti a livello locale, regionale e nazionale.

Comunicazioni con l'esterno

La comunicazione non presenta problemi particolari per quanto riguarda l'aspetto tecnologico, in quanto i sistemi di trasmissione (ponti radio, telefoni, ecc.) sono presenti in tutte le sale operative. L'aspetto importante è, caso mai, il coordinamento dei servizi di pronto intervento e l'eventuale necessità di scambio di immagini ad integrazione delle informazioni testuali. In alcuni progetti è stato previsto l'uso di sistemi di supporto mobili da utilizzare in campo. L'informazione alla popolazione durante l'emergenza può avvalersi anche dei recenti sviluppi nel campo della telematica.

Analisi post emergenza

Questa funzione consiste nella registrazione, per quanto possibile automatizzata, delle informazioni rilevanti (azioni, messaggi, dati, mappe, ecc.) che possono consentire la ricostruzione delle diverse fasi dell'emergenza, allo scopo di individuare eventuali punti deboli nel piano di emergenza e trarre vantaggio dalla lezione appresa.

CONCLUSIONI

Sono state descritte le principali considerazioni ricavate dalla ricerca bibliografica eseguita sui sistemi di supporto per la pianificazione e la gestione di emergenze tecnologiche. Sono state esaminate le caratteristiche dei principali sistemi di supporto disponibili in commercio e gli obiettivi dei progetti parzialmente finanziati dall'Unione Europea nel campo delle emergenze naturali e tecnologiche. I risultati ottenuti hanno fornito un utile input per la fase di definizione dei requisiti utente per lo sviluppo di HARIA-2.

Un fattore importante è il collegamento del sistema di supporto con il mondo esterno per la rapida acquisizione di dati, la comunicazione fra Decisore e forze di pronto intervento e la divulgazione di informazioni alla popolazione. Presumibilmente molte soluzioni possono essere ottenute "personalizzando" alcuni sistemi recentemente sviluppati nel campo della telematica applicata ai trasporti. L'attento esame di queste soluzioni, dei problemi e dei costi di utilizzo, rappresenta un possibile proseguimento del lavoro.

Un moderno sistema di gestione dell'emergenza deve essere, infatti, concepito come il risultato dell'integrazione di diverse soluzioni tecnologiche nei campi della analisi dei rischi, dell'informatica e della telematica.

RINGRAZIAMENTI

L'autore desidera ringraziare il Sig. G.F. Francocci per il supporto fornito durante la ricerca bibliografica e la preparazione del presente documento.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Computer Systems for Chemical Emergency Planning, EPA Publication, OSWER 89-005, 1989
- [2] A Practitioner's Handbook For Real-Time Analysis: Guide To Rate Monotonic Analysis For Real-Time System, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburg, PA 15213-3890.
- [3] Guidelines for the Development and Application of Health, Safety and Environmental Management Systems, E&P Forum, Report n° 6.36/210, various authors.
- [4] JRC Ispra, Workshop on Emergency Preparedness and Response and on Research in Accident Prevention, Preparedness and Response - Environment Directorate Organisation for Economic Co-Operation and Development, 1990
- [5] B. De Marchi, Review of Chemical Emergencies Management in EU Member States, JRC- Ispra, 1995, Report available from CDCIR
- [6] G. Beroggi, W. Wallace - Real-Time Decision Support for Emergency Management: An Integration of Advanced Computer and Communication Technology, Journal of Contingencies and Crisis Management, Vol. 3, N.1, 1995
- [7] D. J. McNaughton, G. G. Worely, P. M. Bodner - Evaluating Emergency Response Models for the Chemical Industry - Chemical Engineering Progress, January 1987
- [8] OECD Environment Monograph n°43 - UNEP-IE/PAC Technical Report Series n°8. International Directory of Emergency Response Centres, 1991
- [9] R. Benoit, C. Gamelin, R. Hausler, J. Vincent. Training Concept for Environmental Emergency Measures: Structuring Knowledge. J. of Contingencies and Crisis Management, Vol. 4, N. 3, 1996
- [10] T. Newkirk, Extending Geographic Information Systems for Risk Analysis, Journal of Contingencies and Crisis Management. Vol. , N. 4, 1993
- [11] I.I. Mitroff, The Role of Computers and Decision Aids in Crisis Management: A Developer's Report, Journal of Contingencies and Crisis Management. Vo2, N. 2, 1994
- [12] K. Fedra, Integrated Risk Assessment and Management: Overview and State of the Art, Conference RISK '97, The Netherland, 1997.
- [13] E.R. Galea, M. Owen, The EXODUS evacuation model, Fire Engineers Journal, 1996.

Tabella 1. Caratteristiche di alcuni software per la pianificazione e la gestione dell'emergenza chimica

Caratteristiche del sistema	MIDAS	SAFER	CHARM	CAMEO
Scopo	Emerg. nucleari e chimiche	Emergenze chimiche	Emergenze chimiche	Emergenze chimiche
Ente sviluppatore	Pickard, Lowe & Garrick USA	Du Pont - USA	Radian Internat. USA	EPA e NOAA -USA
Sistema operativo PC	Dos	Dos	Dos, Windows.	Dos, Windows, Macintosh
Mappe area e rappresent. Grafica risultati modelli	Si`	Si`	Si`	Si`
Sensori meteo	Si`	Si`	Si`	Si`
Sensori concentrazione	Si`	Si`	-	-
Sensori traffico	No	No	No	No
Allerta-Allarme automat.	No	-	No	No
DB Territorio	No	Si`	No	Si`
DB Meteo	Si`	Si`	Si`	S`
DB Impianti / incidenti	Si`	-	Si`	Si`
DB Trasporti / incidenti	No	-	Si`	Si`
DB Sostanze	Si`	Si`	Si`	Si`
DB Scenari	Si`	Si`	Si`	Si`
DB Traffico	No	-	-	-
DB Risorse	No	-	Si`	Si`
DB Procedure emergenza	-	-	Si`	Si`
DB Legislazione	-	-	-	-
Modelli dispersione /Real time	Si`/Si`	Si`/Si`	Si`/Si`	Si`/Si`
Modelli incendio espl.	No	Si`	Si`	No
Modelli vulnerabilita`	Si`	-	-	-
Modelli evacuazione	No	No (solo riparo)	-	-
Modelli traffico	No	No	-	-
Situation assessment aid	No	No	No	No
Incident reporting Note	- Compatibile con EIS	Si`	- Immagine 3D nube	-

Tabella 2. Progetti europei sulla pianificazione / gestione delle emergenze

Nome del Progetto	Programma di ricerca	Obiettivi del progetto	Persona di riferimento
POGIS	IMPACT	Sistema informativo basato su piattaforma GIS per la gestione intelligente dei servizi di pronto intervento, applicabile ad emergenze di qualsiasi tipo.	Tim Inman, FRAX Ltd, POGIS Project Office, South Blackburn, Stonehaven (UK)
CHARADE	ESPRIT	Sistema di supporto alla decisione per incendi boschivi. Sistema esperto per la rapida valutazione dell'emergenza. Gestione delle risorse. Simulatore real time per addestramento. Validazione in corso.	Fulvio Marcoz, ALENIA, Via Tiburtina Km 12,400, I-00131 Roma, Italy. Charade@media.lti.alenia.it
HITERM	ESPRIT	Applicazione calcolo parallelo e reti ad alta velocità per la simulazione real time delle conseguenze di incidenti in impianti industriali e durante il trasporto di sostanze pericolose.	Kurt Fedra, ESS, PO Box 100, A-2352 Gumpoldskirchen. http://www.ess.co.at
ARTEMIS	TELEMATICS	Sistema esperto per la gestione real time delle emergenze industriali e naturali. Progetto finanziato fino alla fase di sviluppo delle specifiche funzionali. Dimostratore disponibile su emergenza da inondazione.	Prof. N. C. MARKATOS, cfdu@orfeas.chemeng.ntua.gr
MEMBrain	EUREKA	Sistema di supporto per la pianificazione e la gestione di emergenze di diverso tipo (inondazioni, incidenti nucleari, incidenti durante il trasporto aereo o navale). Il sistema aiuta il Decisore a meglio capire gli eventi in corso, la loro gravità e le azioni da intraprendere.	A/S Quasar Consultants PO Box 388 Skoyen N-0212 Oslo http://www.ifad.dk
DEDICS	TELEMATICS	Sistema di supporto alla gestione delle emergenze naturali e industriali. Uso moderne tecnologie dell'informazione e comunicazione. Sistema esperto. Dati satellitari. Ambiente GIS	Jean Luc Wybo, wybo@cemef.cma.fr.
ENVISYS	TELEMATICS	Sistema per il monitoraggio di oil-spill e gestione emergenza. Uso tecnologia GIS, telerilevamento e sistemi di comunicazione.	N. THEOPHILOPOULOS, impetus@compulink.gr
NFS-1	TELEMATICS	Sistema on-line per la gestione real time delle emergenze nucleari. Sistema esperto per valutazione decisioni alternative.	
I-SEE	TELEMATICS	Sistema avanzato interattivo di aiuto all'utente nella interpretazione dei risultati dei modelli per oil spill, da integrare nel sistema OSIS per la gestione delle emergenze.	BMT Port and Coastal Ltd. Grove House, Meridians Cross, 7, Ocean Village, Southampton, UK
RADATT	TELEMATICS	Metodologia per supportare la gestione delle emergenze di qualsiasi tipo. Integrazione di dati da satellite, modelli matematici per la simulazione delle conseguenze dell'evento catastrofico e interfaccia utente basata su piattaforma GIS.	Prof. F. Casciati Univ. Pavia fabio@dipmec.unipv.it
RESPONSE	TELEMATICS	Applicazione della telematica per la rapida identificazione di incidenti in autostrade con l'obiettivo di una gestione ottimale del traffico.	J. Christoulakis Truth@leon.nrcps.ariadne-t.gr
RODOS	TELEMATICS	Sistema on line per la gestione real time di emergenze nucleari in Europa. Sistema esperto per supporto alle decisioni. Analisi incertezze. Validazione in corso.	J. EHRHARDT http://resy.fzk.de

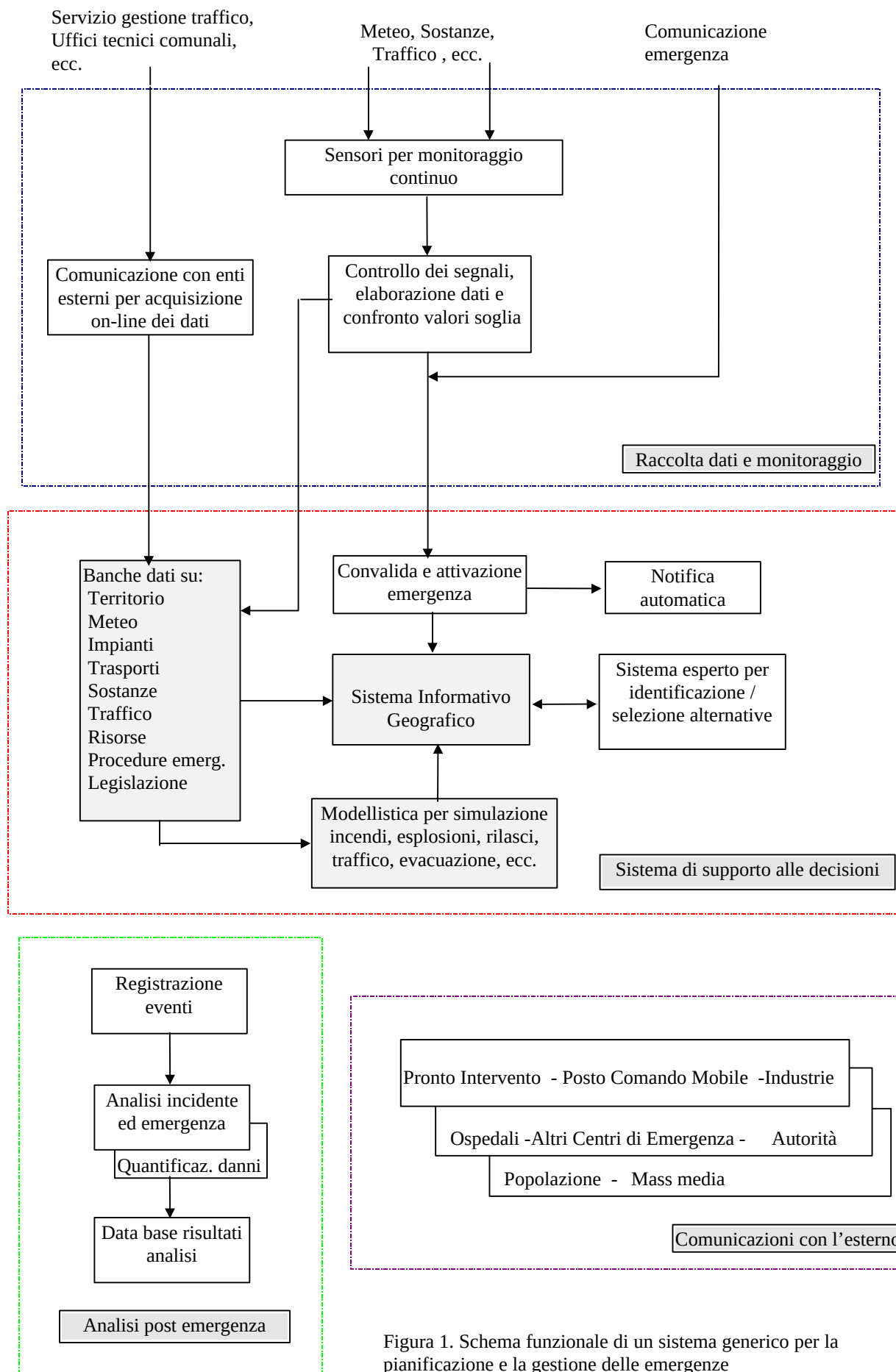


Figura 1. Schema funzionale di un sistema generico per la pianificazione e la gestione delle emergenze