

UN PRIMO CASO DI APPLICAZIONE DI HARIA 2

ALLA PIANIFICAZIONE DELL'EMERGENZA

Barlettani M., Dipartimento di Costruzione Meccaniche e Nucleari, Università degli Studi di Pisa;
Tebaldi C., THEMAS S.r.l., Pisa;
Gabbrielli S., THEMAS S.r.l., Pisa;

SOMMARIO

La pianificazione delle emergenze a seguito di incidente industriale costituisce una complessa operazione che coinvolge numerosi soggetti ed istituzioni aventi in genere diversa formazione e struttura: direzione dello stabilimento coinvolto, amministrazioni pubbliche, tecnici, addetti al soccorso, volontari, ecc. La gestione delle informazioni in transito tra gli operatori addetti alla pianificazione pone quindi problemi specifici, dovuti sia alla varietà di contenuti da trasmettere (che vanno dalle caratteristiche termodinamiche e tossicologiche delle sostanze e dai dati cartografici sino alla modalità di formazione ed informazione della popolazione e dei soccorritori), sia alla varietà di linguaggi utilizzati dai vari operatori.

Nell'ambito della ricerca multidisciplinare HARIA 2 è in fase di messa a punto un software d'aiuto per la pianificazione dell'emergenza a seguito d'incidente industriale, la cui principale innovazione è la proposta d'integrazione di una modellistica relativamente avanzata d'analisi degli incidenti industriali con moduli di raccolta ed analisi delle informazioni necessarie allo scopo.

DESCRIZIONE GENERALE

Le funzioni portanti del software HARIA 2 possono identificarsi nei database sostanze, stabilimento a rischio, dati territoriali (distribuzione della popolazione, rete di trasporto, orografia del terreno, ecc.), database delle risorse predisposte al soccorso (stazioni VVFF, mezzi a disposizione, ecc.) modelli di calcolo per rilascio e dispersione di nube tossica, incendi ed esplosioni, modelli di vulnerabilità e di comportamento della popolazione in emergenza, modello di traffico in transitorio ed analisi della rete di comunicazione tra operatori addetti alla gestione dell'emergenza.

L'elenco delle funzioni disponibili evidenzia quindi un primo blocco di modelli con caratteristiche simili a quelle dei più avanzati codici già adesso utilizzati in campo professione per la stesura dei rapporti di sicurezza. Sono tuttavia elementi peculiari del sistema HARIA 2 la rapidità di trasferimento delle informazioni tra i vari moduli di calcolo e la possibilità di un'efficace rappresentazione dei risultati su un sistema GIS. L'adozione del GIS permette la rapida selezione e consultazione dei dati archiviati e riferiti ai vari impianti distribuiti sul territorio. Inoltre un adeguato sfruttamento delle potenzialità offerte dal sistema operativo prescelto (Windows 95) permette la rapida archiviazione di informazioni disomogenee, quali file di dati, immagini, elementi del territorio in forma vettorializzata.

A questo primo blocco di modelli se ne affianca un secondo dedicato alle conseguenze che l'ipotesi incidentale può avere sulla popolazione, sia in termini di feriti e decessi, che in termini di comportamento indotto. È noto che il comportamento della popolazione può significativamente incidere sulla quantificazione complessiva del danno a seguito di un determinato incidente. D'altra parte il comportamento stesso è anche conseguenza della qualità dell'informazione preventiva ricevuta, dell'efficacia dell'informazione in fase di gestione dell'emergenza, dell'effettiva possibilità di fuga o di rifugio. La simulazione mediante computer del comportamento della popolazione, compreso il traffico indotto dalla situazione di emergenza, può fornire informazioni che, anche se non quantitativamente certe, permettono di identificare i punti salienti da evidenziare durante la fase di informazione preventiva. I risultati del calcolo, analizzati da tecnici ed amministratori, forniscono indicazioni per una corretta pianificazione, che può essere identificata tramite un processo iterativo di aggiustamenti successivi modificando le ipotesi di informazione, di gestione dei soccorsi, ecc. ed andando a valutare, tramite il codice HARIA 2 le conseguenze e le criticità delle varie scelte.

Il lavoro fino ad ora svolto per la messa a punto del sistema HARIA 2 ha consentito la predisposizione parziale di un primo caso dimostrativo delle potenzialità del sistema, con applicazione a Rosignano Solvay, dove è localizzato un importante sito industriale.

Finalità del sistema

Il sistema informatico ha lo scopo di simulare i possibili incidenti tecnologici, e di evidenziare le conseguenze ambientali e sulla popolazione appartenente all'area interessata dall'evento incidentale. Nel software si prevede la simulazione alcune tipologie di eventi causati da incidenti in siti industriali soggetti a notifica ai sensi del DPR 175/85: fondamentalmente si prevede la trattazione di esplosioni ed incendi, suddividendoli a secondo della tipologia "fire ball", "UVCE", "jet fire", "pool fire", e la trattazione di rilasci tossici, considerando il termine di sorgente, il campo cinetico dell'atmosfera circostante e le sostanze tossiche coinvolte.

È stato osservato che, in caso di rilascio di tipo *jet fire* o *pool fire*, le conseguenze più importanti sono dovute alla dispersione di una nube tossica generata dalla combustione. HARIA 2 prevede la trattazione di questi tipi di eventi considerando la diffusione dei fumi. Un altro aspetto dei tipi di rilascio sopracitati, è l'effetto "domino", secondo il quale un evento incidentale produce una sequenza di eventi simili a danno di impianti situati nelle vicinanze: il software permette all'utente di creare una serie di eventi, e ricevere in risposta un calcolo delle conseguenze complessive al verificarsi della sequenza di rilasci o esplosioni.

L'elaborazione del software, così come evidenziato dalla figura 1, produrrà una rappresentazione dei risultati del calcolo delle conseguenze, calcolo effettuato secondo opportuni modelli numerici.

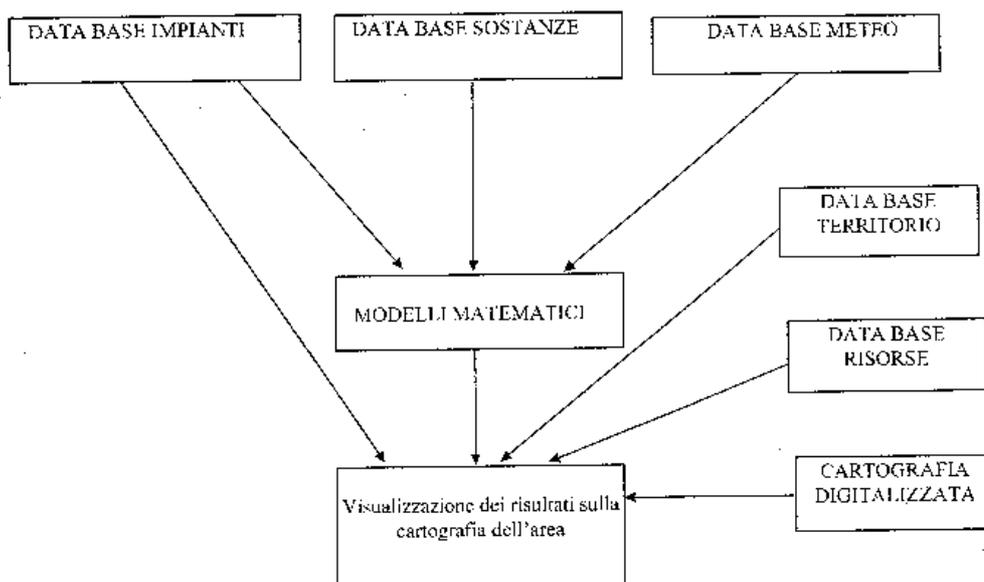


Figura 1 Struttura del codice di HARIA 2

Dal software di HARIA 2 si attende una risposta che permetta all'utente di mettere in luce quale siano le variabili fondamentali che influiscono maggiormente nel calcolo (degli effetti) delle conseguenze dovute ad un incidente tecnologico. Tale evidenziazione può permettere all'utente di valutare indipendentemente quale sia l'efficacia di ciò che è stato organizzato ovvero ciò che si prevede organizzare per gestire l'emergenza, vale a dire un controllo alla fase di pianificazione dell'emergenza stessa. Inoltre è previsto in HARIA 2 un modulo che fornisca un adeguato strumento che permetta ai *disaster manager* di valutare l'efficienza di un'organizzazione di soccorso impegnata, secondo un piano prestabilito, in un'operazione d'aiuto alle popolazioni coinvolte nell'evento incidentale.

Utilizzatori del sistema

Come precisato nel documento di specifica degli “*user requirements*”¹ il prodotto finale fornito dal gruppo di ricerca è costituito da un’applicazione concepita per essere destinata tipicamente ad una realtà impiantistica italiana.

Il software in realizzazione prevede l’utilizzo di un’interfaccia grafica facilmente utilizzabile e che non richiede all’utente nozioni articolate e/o multidisciplinari (chimiche, ingegneristiche, sociologiche, ecc.) oppure complesse operazioni di riorganizzazione dei dati rispetto a quanto disponibile.

Il software richiede una notevole quantità di dati, molti dei quali di carattere tecnico, che possono richiedere l’uso di nozioni specialistiche: pertanto si prevede come utilizzatore del sistema software, nella fase di inserimento dei dati un “*utente intermedio*” che, come figura professionale tipica, può essere individuato tra i tecnici dei Vigili del Fuoco. L’“*utente finale*” interagisce con il sistema per la creazione di simulazioni di situazioni incidentali e la visualizzazione delle conseguenze. Tipicamente, tra gli utenti finali possono essere considerati tutti coloro che per la specificità della propria professione (come sindaci di comuni o personale aziendale coinvolto nella sicurezza dello stabilimento) o altro (volontari della Protezione Civile, insegnanti, ecc., manager di strutture a rischio) sono interessati a considerare i piani di emergenza e la loro efficacia.

Ambiente di sviluppo

L’ambiente software di utilizzo del sistema software è quello individuato dal sistema operativo *MS Windows 95* e pertanto per lo sviluppo del software sono stati adottati gli strumenti tipici per la costruzione di applicazione per il sistema operativo scelto. La maggior parte del codice è attualmente sviluppata con *Visual Basic* e *Visual C++*, utilizzati per la definizione dell’interfaccia grafica e per la realizzazione delle routine di calcolo. Va rilevato che, vista la quantità e qualità delle informazioni di cui *HARIA 2* necessita, è stata adottata un’architettura che interagisce con database di tipo relazionale.

FUNZIONALITÀ PORTANTI

La tipica attività che si prevede rendere possibile all’utente finale di *HARIA 2* è quella di interagire con il sistema informatico, per osservare le conseguenze dovute ad un incidente simulato. Il software è capace di visualizzare le conseguenze della simulazione grazie all’interazione di vari moduli cooperanti che contribuiscono al calcolo complessivo.

L’utente finale di *HARIA 2*, che ricordiamo essere tipicamente personale di una realtà produttiva industriale, dispone di una cartografia digitalizzata, sulla quale é evidenziata la dislocazione del sito industriale, all’interno della quale sono rappresentati i vari impianti a rischio dello stabilimento.

L’utente, attraverso una semplice interazione con l’interfaccia grafica, seleziona nell’area di interesse uno degli impianti a rischio, e quale possibile evento incidentale associare all’impianto. *HARIA 2* successivamente avvia una simulazione, utilizzando i dati a disposizione all’interno dei vari database, ed attiva la visualizzazione delle conseguenze.

Moduli

L’utente di *HARIA 2* dispone di un insieme di applicazioni, interagenti tra loro, che permettono sia l’inserimento di nuovi dati nei database a disposizione, sia la creazione e memorizzazione di “scenari”, ossia di dati circa una simulazione e le stime delle conseguenze (vedere figura 2), in modo da agevolare il processo di valutazione e correzione del piano di emergenza.

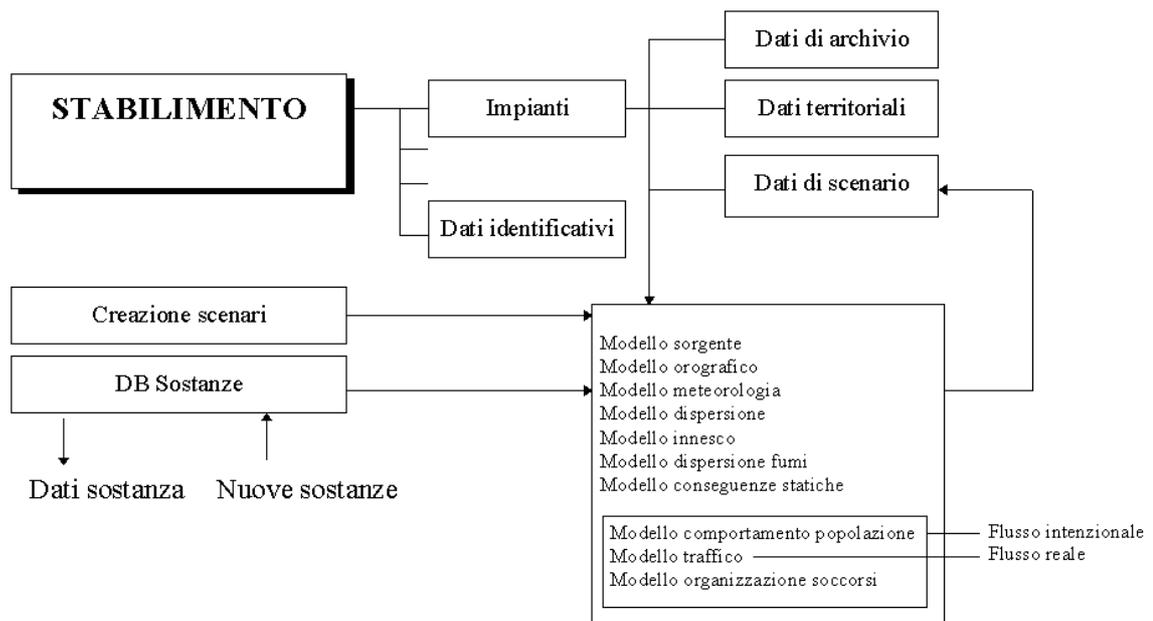


Figura 2. Interazione tra i moduli di HARIA 2

I moduli che implementano l'accesso e la gestione di un database hanno anche una propria ed indipendente interfaccia grafica, e sono in grado di agire indipendentemente dagli altri, in modo da alleggerire il sistema nell'operatività di singole attività, come ad es. l'aggiornamento del database sostanze.

GIS

La funzionalità fondamentale di HARIA 2 è quella di realizzare un GIS (*geographical information system*) che mette a disposizione dell'utente una cartografia digitalizzata del territorio sulla quale l'operatore può fare le più comuni ed intuitive operazioni di spostamento, zoom, selezione, ecc. La cartografia, poiché georeferenziata, è utilizzata anche per mostrare la dislocazione dei siti industriali e dei relativi impianti, la distribuzione della popolazione, i confini amministrativi, ecc. La cartografia è lo strumento fondamentale per osservare i risultati della simulazione, almeno per quanto riguarda sia l'area critica in caso di esplosioni sia la diffusione della nube tossica in caso di rilascio di sostanze tossiche in atmosfera.

Sostanze chimiche

Il modulo che implementa la base di dati delle sostanze chimiche fa accesso ad un database relazionale e, attraverso l'interfaccia grafica, permette all'utente di memorizzare e consultare i dati a disposizione circa le caratteristiche chimiche, fisiche, organolettiche e tossicologiche di sostanze nocive. I dati delle sostanze possono essere inseriti direttamente dall'utente, seguendo le indicazioni che il sistema software propone e sfruttando eventualmente anche la capacità di HARIA 2 di collegamento attraverso *Internet* a banche dati, computer remoti, ecc.

Territorio

Il territorio italiano viene descritto da una cartografia digitalizzata, fornita unitamente con il prodotto, sulla quale è possibile sovrapporre uno o più *tematismi*, rappresentazioni simboliche di alcuni tipi di dati presenti del database del software ed utilizzati come dati di input per i modelli di calcolo delle conseguenze.

I tematismi che vengono cui si fa riferimento per gli algoritmi numerici sono:

- Orografia del territorio: il territorio è descritto in base alle quote altimetriche con una risoluzione base di 7,5 secondi d'arco;
- Dati meteorologici: si prevede che siano utilizzati i dati dall'elaborazione CINECA;

- Densità di popolazione: alla cartografia digitalizzata è sovrapponibile una colorazione che evidenzia la densità di popolazione sul territorio, così come descritta dai dati ISTAT;
- Risorse: di estrema importanza per la pianificazione delle emergenze, questo tematismo, di tipo poligonale, evidenzia sulla mappa georeferenziata le risorse umane e materiali che possono essere prese in considerazione ai fini della gestione dell'emergenza. Tali risorse sono da intendersi sia risorse "utili" alla fase di emergenza, (servizi di pronto intervento, servizi privati, strutture sanitarie, ecc.), sia punti di vulnerabilità (scuole, magazzini, ecc.);
- Rete stradale e ferroviaria: descritta con tematismo di tipo vettoriale, fornisce la georeferenziazione delle costruzioni viabili sul territorio.

Stabilimenti ed impianti

Uno dei tematismi disponibili in HARIA 2 è quello della localizzazione dei siti industriali sul territorio, rappresentabile nella cartografia digitalizzata con poligoni, di forma qualsiasi, rappresentanti l'area di dislocazione dello stabilimento, a ciascuno dei quali è associato un insieme di informazioni di tipo descrittivo per l'individuazione amministrativa dello stabilimento. Questo modulo, oltre a permettere la visualizzazione dell'elenco degli stabilimenti presenti nel database, fornisce anche la possibilità di immettere, in modo associativo per ogni stabilimento, informazioni sui processi produttivi, individuando nell'area poligonale di ciascuno stabilimento un insieme di impianti di tipologia assegnata. Ad ogni impianto sono associate adeguate informazioni, visualizzabili dall'utente per identificare l'impianto e la potenziale pericolosità che rappresenta.

Ad ogni stabilimento sono associate anche informazioni che sono ritenute fondamentali per una corretta valutazione delle variabili fondamentali nella pianificazione. In particolare il database stabilimenti conserva informazioni relative al piano di emergenza interno ed esterno, oltre ad informazioni relative al Rapporto di Sicurezza e le immagini delle 9 schede informative alla popolazione, così come indicato nella legge 137/97.

Organizzazioni di soccorso

La valutazione della qualità di una potenziale azione di soccorso alla popolazione coinvolta in un evento incidentale della tipologia tratta da HARIA 2 è un ingrediente fondamentale per la preparazione e l'analisi critica e perfetta della pianificazione dell'emergenza.

La stima dell'efficienza di un'organizzazione di soccorso è un compito complesso che coinvolge aspetti culturali, sociali psicologici difficilmente riproducibili attraverso un software dedicato. HARIA 2 renderà disponibile con un apposito modulo uno strumento integrato di ausilio a personale qualificato nella valutazione della capacità di soccorso delle organizzazioni.

Il modulo, così come individuato dall'attività di ricerca del Dipartimento di Scienze Sociali ², Università degli Studi di Pisa, si compone di un database, gestito da un'opportuna interfaccia grafica, per controllare quelle informazioni ritenute fondamentali per la valutazione dell'efficienza delle organizzazioni. In particolare saranno mantenuti dati sulle persone coinvolte nell'organizzazione e sui relativi rapporti gerarchici, sulle risorse a disposizione, ed informazioni riguardanti i compiti attesi dai singoli, in fase di pianificazione e l'attività riscontrata, in caso di esercitazione o effettiva azione di aiuto. Queste informazioni, facilmente consultabili attraverso l'interfaccia grafica permetteranno ai *disaster manager* e membri dell'organizzazione di avere a disposizione uno strumento formativo e di misurazione per stimare e migliorare la capacità di soccorso delle organizzazioni.

Modulo del comportamento umano

Il modulo del comportamento umano è uno strumento che permetterà di avere una simulazione, basata sul modello probabilistico detto "*Simulating Society*", delle possibili attività di una popolazione sottoposta ad un evento incidentale. Il modulo, utilizzando opportuni modelli (modello del comportamento, modello del traffico e modello conseguenze) interagenti tra di loro, così come evidenziato in figura 3, ed utilizzando sia il GIS di HARIA 2 sia i dati territoriali a disposizione (rete stradale, densità della popolazione, struttura della popolazione, ecc.), permette di evidenziare quali siano i possibili scenari di impatto sociale di un incidente tecnologico e quindi in definitiva di verificare l'efficienza del piano di emergenza.

Nella struttura complessiva delle interazioni tra i moduli di HARIA 2 è evidenziato il modello di comportamento della popolazione, che produce una stima probabilistica dell'aspettativa di impiego della rete viaria (stima detta *flusso intenzionale*). L'interazione di questo modello con la stima dell'effettiva utilizzabilità della rete stradale (*flusso reale*) rende evidente quali siano i punti maggiormente critici della viabilità, utilizzabile per pianificare una modifica degli obblighi di circolazione (ad es. alterando il

funzionamento dei semafori stradali) per favorire il flusso dei mezzi di soccorso, e della popolazione in caso di necessità di evacuazione.

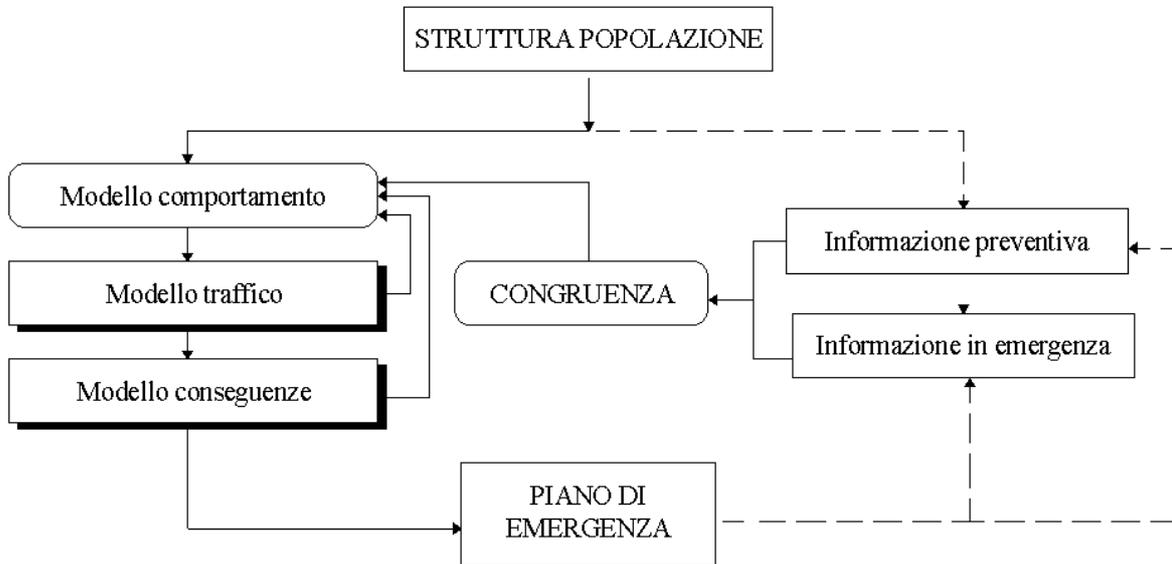


Figura 3. Modulo del comportamento umano

La verifica del risultato dei modelli è da intendersi come parte integrante di un lavoro, svolto insieme a personale qualificato, che verifichi altresì l'efficienza dell'informazione preventiva data dalle amministrazioni locali alla popolazione, secondo le recenti disposizioni legislative in merito. Nella figura 3 con la linea continua sono evidenziate le iterazioni di calcolo a carico del software, mentre con le linee tratteggiate è evidenziato il lavoro di interpretazione dell'operatore del software, tipicamente personale coinvolto nella pianificazione dell'emergenza, che potrà verificare la "congruenza" ossia la differenza tra ciò che la popolazione si aspetta di ricevere come istruzioni in caso di incidente e ciò che viene effettivamente comunicato in fase di emergenza.

[1] ISI-CCR, DCMN, CSE-VVF, "Documento preliminare di specifica dei requisiti utente", Settembre 1998

[2] Biondi G., Giannoni S., Setti F., Gabbrielli S., Sica G. "Approccio al caso di studio in Rosignano Solvay per e con HARIA 2", VGR '98.