

HARIA 2 - UNA METODOLOGIA PER L'ANALISI E LA GESTIONE DI EMERGENZE TECNOLOGICHE: IL SISTEMA APPLICATIVO HARIA 2

Marino MAZZINI

Università degli Studi di Pisa, Dipartimento di Costruzioni Meccaniche e Nucleari,
Via Diotisalvi 2, 56126 Pisa

Giuseppe VOLTA

Via Milite Ignoto 61, 21027 Ispra (VA)

SOMMARIO

Dopo un'introduzione sugli obiettivi e sul programma della ricerca, vengono descritte le linee di sviluppo del sistema applicativo informatico HARIA 2 per l'analisi, la pianificazione e la gestione delle emergenze tecnologiche.

Le principali caratteristiche di originalità del sistema HARIA 2 sono da ricercare nel tentativo di considerare, accanto agli aspetti fisici di evoluzione di possibili scenari incidentali, quelli di tipo sociale che condizionano la gestione e quindi le conseguenze reali di emergenze industriali.

L'indicazione dei risultati finora conseguiti ed il programma di lavoro per la conclusione della ricerca completano la memoria.

1 - INTRODUZIONE E OBIETTIVI DELLA RICERCA

La complessità della gestione dell'emergenza nel caso di incidenti eventualmente verificatisi in stabilimenti industriali, soggetti a notifica o dichiarazione ai sensi del DPR 175/88, sollecita la messa a punto di strumenti di calcolo e banche dati che possano essere di aiuto nelle decisioni da prendere in tali circostanze. Il Dipartimento italiano di Protezione Civile, ha sviluppato e diffuso nel 1993 delle linee guida molto semplificate per la preparazione e la gestione dell'emergenza, basate sul cosiddetto "metodo speditivo" [1] che hanno rappresentato il nucleo di partenza di diversi sviluppi. Il progetto HARIA 2 si inserisce nel contesto di questi sviluppi, con l'obiettivo particolare di mettere a punto e validare un sistema informatico per l'analisi e la pianificazione di emergenze tecnologiche che includa la dinamica sia fisica che sociale del fenomeno dell'emergenza; HARIA 2 tiene anche conto delle esigenze particolari degli utilizzatori del sistema, che in prima istanza si è ipotizzato siano le organizzazioni locali demandate alla gestione delle emergenze. Oltre a supportare l'analisi e la pianificazione, lo strumento dovrebbe permettere anche, entro certi limiti, l'assistenza alla gestione in-linea delle emergenze e, soprattutto, essere utile per azioni di formazione e addestramento.

La conoscenza dello stato dell'arte sui sistemi disponibili per la pianificazione e la gestione delle emergenze esterne e la consapevolezza dell'enorme importanza che per l'efficace gestione dell'emergenza hanno l'informazione ed il coinvolgimento della popolazione, in rapporto agli "addetti all'emergenza", hanno orientato lo sviluppo di HARIA 2 nella direzione di uno strumento che tenga particolarmente conto del fattore umano. Infatti il sistema HARIA 2, diversamente dai "package" di calcolo finora disponibili per gli stessi scopi, comprende la modellistica adatta a trattare, oltre agli aspetti fisico-chimici dell'evoluzione degli incidenti industriali, anche gli aspetti legati alla comunicazione alla popolazione ed agli addetti sui rischi associati alle attività produttive, ovvero relativi al comportamento da tenere in caso di incidente, tenendo conto dell'intervento professionale delle squadre d'emergenza.

L'attività di ricerca ha preso il via all'inizio del 1997, ponendo fin dall'inizio un particolare accento alla identificazione delle funzionalità e prestazioni richieste dai potenziali utilizzatori del sistema, tenuto conto della evoluzione delle tecnologie della informazione e comunicazione all'orizzonte degli anni 2000. In questa ottica sono state effettuate accurate analisi sullo stato dell'arte dei sistemi esistenti aventi analoghi obiettivi [2] e delle conoscenze sul comportamento della popolazione in situazione d'emergenza [3]. Le caratteristiche del sistema HARIA 2 sono state delineate, assumendo come primari utilizzatori gli organismi incaricati della pianificazione e della gestione dell'emergenza esterna di impianti a rischio rilevante, nelle diverse aree del territorio nazionale.

Una volta messo a punto, il sistema integrato consentirà una valutazione realistica dell'efficacia di varie possibili azioni di emergenza per confronto con le conseguenze previste nel caso statico (si intende per caso statico l'assenza di azioni di emergenza) simulando un ampio spettro di possibilità, dal piano che prevede soltanto il rifugio di emergenza, fino al caso di un piano di emergenza comprendente l'evacuazione delle persone, predefinito e provato, attuato con la massima efficacia. Sarà anche possibile quantificare o comunque valutare i rischi connessi con l'evacuazione.

Il lavoro di ricerca e sviluppo è articolato in tre fasi principali:

- sviluppo di un dimostratore (fase in via di completamento);
- sviluppo di un prototipo applicato a impianti o aree a rischio reali (sono previste almeno due applicazioni con caratteristiche diverse, in modo da confermare la flessibilità del sistema);
- trasferimento tecnologico, al fine di avviare la produzione di un sistema provato, utilizzabile da diversi utenti pubblici sul territorio nazionale.

2 - PRODOTTO ATTESO DEL PROGETTO DI RICERCA

Come già detto, la ricerca HARIA 2 ha l'obiettivo primario di mettere a punto e validare un sistema informatico per l'analisi e la pianificazione di emergenze tecnologiche, che tenga in considerazione sia gli aspetti fisici che gli aspetti sociali che condizionano l'evoluzione dell'emergenza in caso di incidenti industriali. Come obiettivo secondario è previsto l'uso dello stesso sistema o di una sua versione semplificata come supporto alle decisioni per la gestione on-line, almeno per alcune classi di eventi e fasi delle emergenze. In ogni caso, nel quadro del progetto, sono messi a punto strumenti di calcolo e banche dati utili per la gestione attiva di incidenti che possono verificarsi in stabilimenti industriali soggetti a notifica o dichiarazione, ai sensi del DPR 175/85. Un terzo obiettivo è quello di disporre di uno strumento per esplorare, mediante simulazione, diversi scenari di emergenza, a scopo di formazione e addestramento degli addetti e informazione della popolazione.

Allo stato attuale della ricerca, il sistema HARIA 2 si configura come il risultato della integrazione, su una piattaforma PC, dei diversi moduli indicati nel seguito, che nell'insieme permettono di simulare integralmente (e quindi potenzialmente di gestire) uno scenario incidentale, incluso il comportamento della popolazione.

- a) Un modulo per l'analisi delle conseguenze «statiche» (per conseguenze statiche si intendono quelle che si avrebbero sulla popolazione in assenza di provvedimenti di evacuazione o altra protezione di emergenza) di incidenti industriali; questo potrà essere utilizzato per la valutazione dell'efficacia di varie strategie di emergenza per incidenti di riferimento specifici. Questo modulo include modelli di diffusione di sostanze tossiche, modelli di incendio o esplosione, modelli di vulnerabilità umana per tali tipologie di eventi.
- b) Una base di dati delle sostanze pericolose in gioco.
- c) Una base di dati degli impianti presenti nell'area di interesse e delle loro caratteristiche.

- d) Una base di dati di incidenti pregressi, degli incidenti ipotizzati nei rapporti di sicurezza e dei rischi connessi.
- e) Una base di dati dei bersagli potenziali: popolazioni ed eventuali altri bersagli critici.
- f) Una base di dati metereologici.
- g) Una base di dati delle risorse di intervento di protezione civile e delle procedure di emergenza.
- h) Un modello che permetta di simulare il comportamento della popolazione circostante gli impianti in caso di emergenza.
- i) Un modello del «sistema di soccorso» che permetta di simulare il comportamento di questo sistema e la sua interazione con la popolazione assistita.
- l) Un modello in grado di valutare l'efficacia di varie azioni di emergenza, incluse quelle di rifugio e di evacuazione. In particolare, il modello di simulazione dell'eventuale evacuazione, partendo dai dati di localizzazione delle persone nell'area a rischio, dalle caratteristiche della popolazione (espresse dal modello indicato al punto h), nonché delle caratteristiche della rete e dei mezzi di trasporto, e' in grado di descrivere la dinamica della distribuzione qualitativa e quantitativa della popolazione nell'area a rischio.
- m) Una interfaccia utente (GIS) che permetta di rappresentare in forma georeferenziata (mappe) le informazioni contenute nelle basi di dati ed i risultati dei calcoli.

Per quanto concerne l'area oggetto dell'analisi, questa potrà avere al massimo dimensioni di 20X20 Km² (con celle di dimensioni minime 100X100 m²), ma HARIA 2 dovrà consentire di modificare tale area a seconda della situazione di interesse, riducendola fino a dimensioni dell'ordine di 2X2 Km² (con corrispondente riduzione delle dimensioni delle celle, per quanto possibile), se la tipologia dell'incidente allo studio è tale che conseguenze apprezzabili non si possono avere al di fuori di tale area.

Lo sviluppo del sistema consentirà prevedibilmente anche l'analisi delle attività, necessarie anche per realizzare le fasi tipiche di un'emergenza: **allarme, mobilitazione, coordinamento e informazione al pubblico**: ne dovrebbero derivare, come già affermato, suggerimenti ed indicazioni utili alla pianificazione dell'emergenza.

Il successo della ricerca HARIA 2 richiede evidentemente una stretta interazione fra tutti i gruppi partecipanti alla ricerca, in particolare tra quelli con competenze fisico-ingegneristiche con quelli di area sociologica, per realizzare le interfacce fra i vari blocchi, con caratteristiche adeguate agli obiettivi prefissati.

La Fig. 1 illustra in maniera schematica l'articolazione dell'intero Gruppo di ricerca che peraltro opera in base a modalità classiche di gestione di un progetto, sotto la supervisione del gruppo dei responsabili degli Enti partecipanti e di esperti esterni.

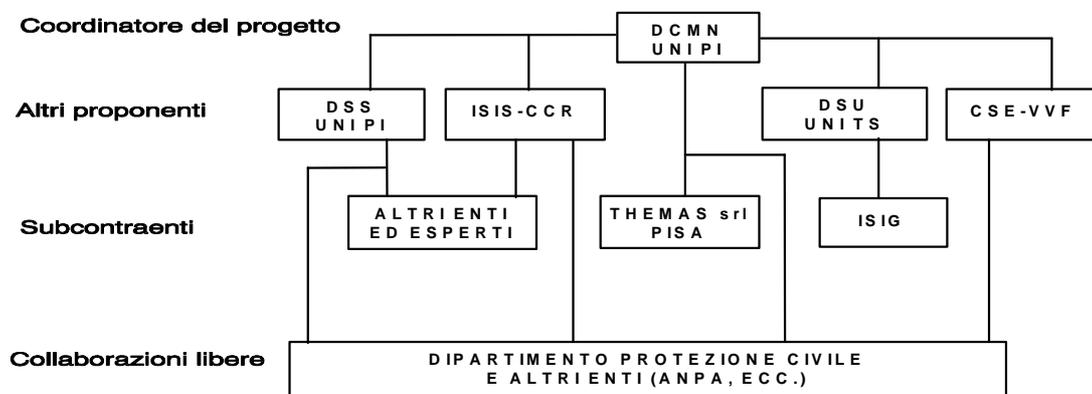


Figura 1. Diagramma di gestione del progetto di ricerca.

3 - ASPETTI TECNICI E METODOLOGICI

Gli aspetti più rilevanti e critici della ricerca sono brevemente discussi nei punti seguenti.

A) **Selezione e validazione dei modelli fisici e degli scenari di emergenza.**

Per quanto riguarda i modelli fisici sono stati scelti modelli non troppo semplificati, per poter sviluppare scenari realistici. Sono anche stati iniziati specifici programmi di validazione, oltre a tener conto dei risultati di validazione prodotti da altri programmi di ricerca [4].

Il lavoro svolto nel primo anno della ricerca, in collaborazione fra il DCMN e l'Istituto ISIS del CCR di Ispra, si è concretizzato essenzialmente nella implementazione del modello fisico-matematico per la valutazione delle conseguenze statiche dell'emergenza esterna (**nubi tossiche, UVCE e "fire-ball"**); altri incidenti (incendio di pozza o serbatoio, getto infuocato) sono considerati in HARIA 2 solo come possibili sorgenti di nubi tossiche o comunque nocive per la popolazione.

La Fig. 2 mostra lo schema della modellistica implementata in HARIA 2.

In particolare, nel caso di rilascio tossico e/o infiammabile, questa modellistica consente di:

- tener conto dell'orografia del territorio e di dati aggiornati in tempo reale della velocità e direzione del vento, per la definizione della traiettoria della nube e quindi dell'area a rischio;
- trattare rilasci aeriformi più pesanti dell'aria, con successivo passaggio a nube neutrale.

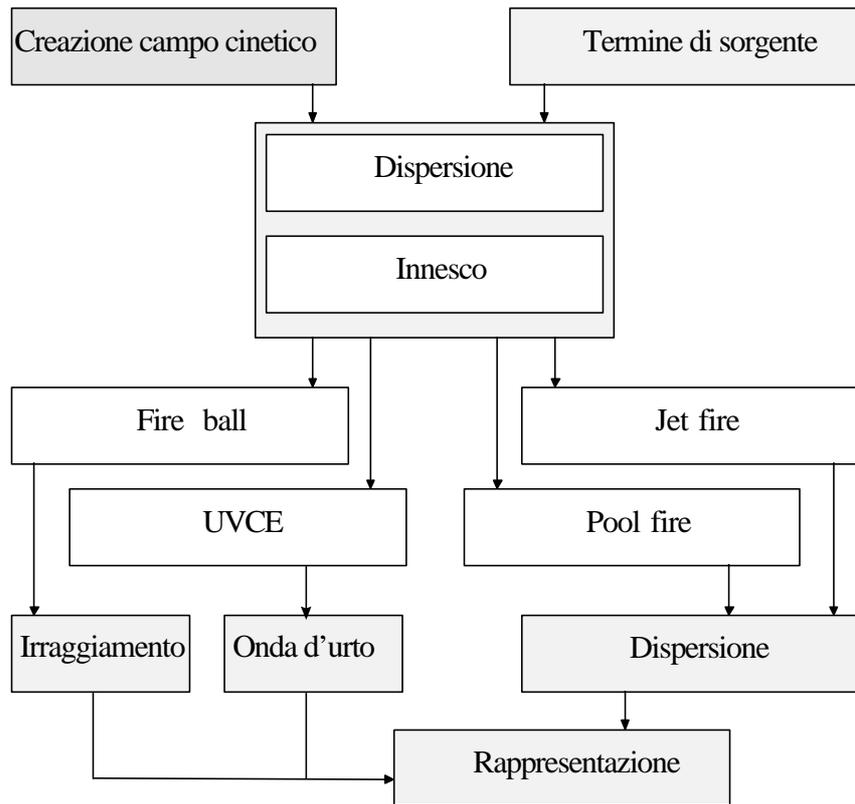
Per quest'ultimo punto in HARIA 2 è implementato il modello DISPLAY-1, messo a punto dal CCR di Ispra ed attualmente in fase di validazione attraverso il progetto europeo SMEDIS [4]. Per la validazione si ricorre anche a insiemi di dati provenienti sia da esperienze ad hoc (Torney Island, ecc.), che da ricostruzioni di incidenti realmente verificatisi. Il lavoro è stato preso a carico principalmente dal DCMN dell'Università di Pisa e dal CCR di Ispra. Il Centro Studi ed Esperienze del Corpo dei VVF collabora a tale attività ed ha inoltre l'incarico della ricerca di informazioni relative a reali incidenti e reali emergenze avvenute in Italia.

B) **Lo sviluppo di modelli del sistema sociale coinvolto nella emergenza.**

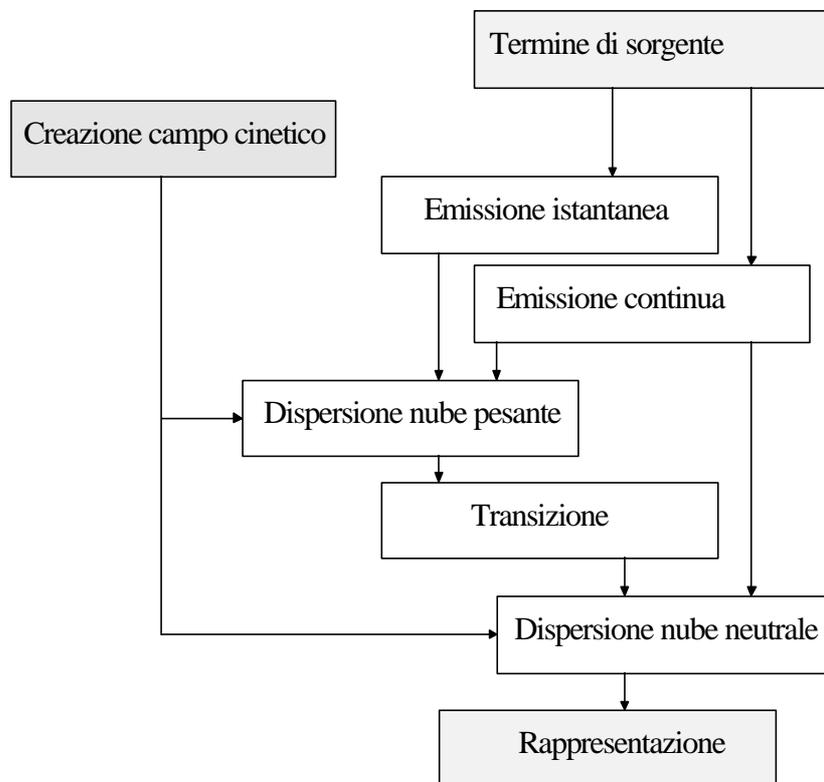
Il lavoro del Gruppo coordinato dal Dipartimento di Scienze Sociali dell'Università di Pisa (DSS-UNI PI) è essenzialmente rivolto a questa parte di HARIA 2 ed, in particolare, alla problematica dell'informazione del pubblico e di formazione delle squadre di intervento per l'emergenza [5].

Il principale responsabile per la messa a punto del modello che descrive il comportamento della popolazione, in funzione della comunicazione ricevuta e degli altri parametri che lo condizionano (situazione socio-culturale, informazione pregressa, ecc.) è invece il Dipartimento di Scienze dell'Uomo dell'Università di Trieste (DSU UNI TS), in collaborazione con l'Istituto di Sociologia Internazionale di Gorizia (ISIG) [3] [6].

Infine, i modelli di mobilità (evacuazione) sono oggetto di investigazione da parte del DCMN e del CCR di Ispra.



a) incendi ed esplosioni



b) rilasci tossici

Figura 2. Schema a blocchi del codice di calcolo delle conseguenze

C) La problematica delle interfacce di ingresso ed uscita del sistema.

Il sistema deve fare ricorso a diverse sorgenti di informazione di input che devono essere tenute costantemente aggiornate.

L'interfaccia che riceve e preelabora queste informazioni si rivolge a molti sistemi informativi, spesso non validati e poco affidabili, gestiti in genere da una pluralità di amministrazioni pubbliche, dotate di procedure e capacità disomogenee. Questo problema ha comportato una attenta riflessione sulla scelta delle strutture dei dati di input, sulle compatibilità delle basi di dati e sulle possibilità di controllare e filtrare questi dati in modo da limitare gli errori.

L'interfaccia di output è rivolta ad operatori della protezione civile e a decisori, non a tecnici o scienziati. Il software e le icone di interfaccia di output del sistema devono quindi essere particolarmente «amichevoli». A questo scopo si è data la preferenza, nella scelta del software commerciale con cui realizzare tali interfacce, a quello più diffuso e utilizzato dalle amministrazioni pubbliche. Nella fase finale di sviluppo del sistema è anche prevista una rassegna critica dello stesso da parte di operatori effettivi.

D) Affidabilità del software.

Il sistema HARIA 2, come tutti i software rivolti alla sicurezza dell'uomo e della società, deve presentare particolari requisiti di affidabilità, che verranno assicurati utilizzando le procedure formali di progettazione e prova, oggi raccomandate per i «safety critical systems».

4 - CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il progetto HARIA 2, attualmente a metà del suo percorso, è chiaramente delineato, sia come architettura d'insieme, sia come modelli fisici e basi di dati da utilizzare. Ciò è dimostrato dalla presentazione del caso di dimostrazione, con dati sufficientemente completi da poter essere utilizzati per la pianificazione dell'emergenza e la indicazione di informazioni utili per la gestione della stessa [7].

I modelli relativi al comportamento della popolazione e del «sistema di soccorso» richiedono ulteriori investigazioni, come indicato nelle relative relazioni [5], [6].

Nella seconda fase di sviluppo della ricerca, il lavoro sarà concentrato sul completamento dei modelli di comportamento della popolazione e sulla loro integrazione nel sistema HARIA 2.

Una volta integrati nel sistema tutti i modelli attualmente in sviluppo, sarà possibile eseguire la validazione di insieme, in parallelo allo sviluppo del prototipo, con l'applicazione a 2 o 3 siti reali.

In proposito è appena il caso di osservare che HARIA 2 può essere immaginato composto da tre blocchi: una interfaccia che riceve le informazioni, un sistema che le elabora, una interfaccia che le fornisce all'utilizzatore tramite l'uso di un GIS. Anche se, per come è stato inizialmente proposto, il sistema HARIA 2 si occupa principalmente dell'elaborazione delle informazioni relative all'emergenza oggetto dell'applicazione, volendo realizzare uno strumento effettivamente utile, occorre affrontare anche gli altri due blocchi delle interfacce di ingresso ed uscita.

L'interfaccia che riceve e preelabora queste informazioni, come già accennato, è rivolta a molti sistemi, spesso non ben definiti e poco affidabili, gestiti in genere da una pluralità di amministrazioni pubbliche, dotate di procedure e capacità disomogenee. Occorre pertanto sviluppare modelli dei sottosistemi di input, entrando in contatto con le amministrazioni interessate; è peraltro da notare che tali strutture, per modalità e prassi, cambiano da

regione a regione. Il lavoro del Gruppo coordinato dal DSS é essenzialmente rivolto a questa parte (blocco) di HARIA 2, sia pure in collaborazione con gli altri Gruppi partecipanti alla ricerca. In tale ambito DSS si occupa in particolare dei problemi di informazione del pubblico e di formazione delle squadre di intervento per l'emergenza.

Il Dipartimento di Scienza dell'Uomo dell'Università di Trieste, in collaborazione con ISIG, è il principale responsabile per la messa a punto del blocco che dovrà descrivere il comportamento della popolazione, in funzione della comunicazione ricevuta e degli altri parametri che lo condizionano (situazione socio-culturale, informazione pregressa, ecc).

In definitiva sembra possibile affermare che la ricerca HARIA 2 procede secondo il programma previsto e si ritiene che, una volta messo a punto, il sistema potrà essere uno strumento di concreto aiuto per la pianificazione e la gestione di emergenze tecnologiche, nonché per la formazione degli addetti all'intervento di protezione civile in caso di incidenti industriali.

ABBREVIAZIONI

ANPA	Agenzia Nazionale di Protezione dell'Ambiente
CCR	Centro Comune di Ricerca
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CSE	Centro Studi ed Esperienze
DCMN	Dipartimento di Costruzioni Meccaniche e Nucleari
DPR	Decreto del Presidente della Repubblica
DSS	Dipartimento di Scienze Sociali
DSU	Dipartimento di Scienze dell'Uomo
GIS	Geographical Information System
ISIG	Istituto di Sociologia Internazionale di Gorizia
ISIS	Ingegneria dei Sistemi, Informatica e della Sicurezza
GNRPC	Gruppi Nazionali di Ricerca per la Protezione Civile
PC	Personal Computer
UNI PI	Università di Pisa
UNI TS	Università di Trieste
UVCE	Unconfined Vapor Cloud Explosion
VVF	Vigili del Fuoco

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare tutti i partecipanti alla ricerca HARIA 2 che, oltre a portare avanti il lavoro su temi specifici, hanno contribuito a definire gli obiettivi, le caratteristiche e la struttura del sistema integrato.

Un particolare riconoscimento è dovuto agli altri membri del gruppo di supervisione del progetto: S. CONTINI (CCR Ispra), B. DE MARCHI (ISIG), M. MARCHINI (CSE VVF), G. PETRANGELI (ANPA), G. SICA (DSS UNI PI).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento di Protezione Civile: "Pianificazione di emergenza esterna per impianti industriali a rischio di incidente rilevante", Roma, Novembre 1993.
- [2] S. Contini: "Stato dell'arte sui sistemi per la pianificazione e la gestione di emergenze industriali", Atti VGR'98, Pisa, Ottobre 1998.
- [3] L. Pellizzoni, D. Ungaro: "Ricerca HARIA-2: Il comportamento della popolazione in situazioni di emergenza", ISIG, relazione Finale I° Anno di Ricerca, Gorizia, 1998.
- [4] J. Würtz: "Modellistica HARIA-2 per la dispersione di gas pesanti e relativa convalida", Atti VGR'98, Pisa, Ottobre 1998.
- [5] A. Cerrini, S. Gabrielli, G. Sica: "Approccio al caso di studio di Rosignano Solvay per e con HARIA 2", Atti VGR'98, Pisa, Ottobre 1998.
- [6] B. De Marchi, L. Pellizzoni, D. Ungaro: "La governabilità del rischio nella gestione sociale delle emergenze tecnologiche", Atti VGR'98, Pisa, Ottobre 1998.
- [7] M. Barlettani, C. Tebaldi, S. Gabrielli: "Un primo caso di applicazione di HARIA 2 alla pianificazione dell'emergenza", Atti VGR'98, Pisa, Ottobre 1998.