

HITERM
HIGH PERFORMANCE TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL RISK MANAGEMENT:
STRUMENTI INFORMATICI INTEGRATI DI SUPPORTO ALLA
PIANIFICAZIONE E GESTIONE DI EMERGENZE INDUSTRIALI

Fausto Zani - SYRECO S.r.l. Via al Lido, 5 - 21026 Gavirate (VA)
Tel. 0332/730273 , Fax 0332/730280, e-mail syreco@working.it

ABSTRACT

La **pianificazione e la gestione di emergenze industriali** presuppone la conoscenza e caratterizzazione del territorio nelle sue varie componenti ambientali ed antropiche e la consapevolezza dei rischi associati alle attività industriali (processi, stoccaggi, trasporto) che possono rappresentare un pericolo per la popolazione e per l'ambiente.

Questo comporta necessariamente la combinazione di informazioni e dati di vario genere (di natura prevalentemente spaziale: cartografica e descrittiva, ma anche tecnologica, scientifica, analitica e statistica) e dei risultati di una analisi dei rischi, ad un elevato livello di integrazione, che può essere ottenuta mediante **strumenti informatici (GIS) di rappresentazione territoriale** e dalla **elaborazione delle informazioni contenute nei Rapporti di Sicurezza** redatti ai sensi del DPR 175/88.

Il processo di elaborazione delle informazioni, soprattutto in condizioni di emergenza, richiede inoltre il supporto di strumenti on-line e real-time in grado di **simulare la dinamica di fenomeni incidentali in atto o ipotizzati** (pianificazione e training) mediante **strumenti rapidi di calcolo** per tener conto delle incertezze insite nella conoscenza dello scenario incidentale e della variabilità statistica e dinamica dei parametri che condizionano il suo evolversi e la entità degli effetti.

La **evoluzione delle tecnologie informatica e della comunicazione di dati** ad elevata velocità ed efficienza ed a costi contenuti, rende realistica la possibilità di acquisire ed elaborare informazioni in tempo reale anche in condizioni di emergenza in atto.

Tutto ciò ha spinto alla predisposizione di strumenti GIS fortemente integrati di elaborazione e gestione delle informazioni spaziali sul territorio e dei risultati dell'analisi dei rischi, mediante i quali fosse possibile valutare gli effetti delle modifiche introdotte da nuovi insediamenti, nuovi collegamenti nei trasporti e nella mobilità, con particolare riferimento alla presenza di elementi di impatto e forte rilevanza sociale nella gestione delle emergenze.

Partendo da questi presupposti, **lo sviluppo del Progetto di ricerca HITERM (ESPRIT 22723) si propone la realizzazione di uno strumento integrato on-line e real-time di supporto alle Autorità ed alle Aziende nelle attività di pianificazione, prevenzione, addestramento del personale e gestione delle emergenze**, basato su una interfaccia utente di rapida e facile leggibilità ed estremamente versatile che sfrutti al massimo le risorse e gli sforzi impiegati per la informatizzazione della rappresentazione del territorio e per la analisi dei rischi tecnologici ed ambientali su di esso presenti.

1. INTRODUZIONE

Il prossimo recepimento della Direttiva 96/82 EC (Seveso II) introduce un elemento fondamentale di novità negli obiettivi della valutazione dei rischi rappresentato dal **controllo dell'uso del territorio** nel processo di autorizzazione di nuove attività industriali o nello sviluppo di insediamenti civili attorno ad attività già esistenti.

In questa prospettiva assume un ruolo determinante e risulta maggiormente finalizzata la analisi dei rischi ed il **processo istruttorio legato all'esame dei Rapporti di Sicurezza** relativi alle attività industriali cosiddette a rischio di incidente rilevante.

Gli stessi elementi che concorrono al giudizio sulla adeguatezza delle misure di prevenzione e protezione in tali attività, sono infatti utilizzabili con una opportuna interfaccia e con idonei strumenti di elaborazione delle informazioni, per un giudizio sulla accettabilità del rischio in un contesto antropico e per pianificare o gestire una condizione di emergenza.

Analogamente deriva da un secondo non meno importante elemento di novità caratterizzante la Direttiva Seveso II, rappresentato dal **diritto alla informazione della popolazione** e dalla ricerca delle forme e delle modalità più opportune con cui trasmetterla, che tanto dibattito e conflitto sta suscitando anche in Italia nel

mondo industriale e fra le varie componenti sociali, soprattutto a seguito dell'obbligo introdotto dalla Legge 137/97.

Tale diritto si esplica nella possibilità che la popolazione interessata disponga di informazioni corrette e complete (nel rispetto del segreto industriale) sulle implicazioni che un insediamento industriale può avere sul territorio e sui sistemi di prevenzione e protezione esistenti per la minimizzazione del rischio e sul comportamento da tenere in condizioni di emergenza.

Presupposto fondamentale per una informazione corretta ed efficace e quello di una immediata leggibilità dei risultati e degli effetti in condizioni incidentali di riferimento fornite con continuità.

Lo strumento che la tecnologia mette a disposizione in modo ormai diffuso e generalizzato è quello dello sviluppo di un sistema integrato di rappresentazione dei risultati nel contesto territoriale con **tecnologie GIS**.

Lo sforzo nella costruzione di un sistema complesso, soprattutto per quanto attiene la raccolta e la rappresentazione dei dati territoriali e la integrazione coi dati e le informazioni di carattere tecnico ed analitico incluse in una analisi dei rischi ed in un Rapporto di Sicurezza, oltre a quanto imposto dalla inevitabile esigenza di un aggiornamento costante che tale sistema richiede, è giustificato solamente se si realizzano le condizioni per una **integrazione nel sistema di strumenti e modelli di valutazione on-line** in grado di simulare gli effetti e rielaborare i risultati al mutare delle ipotesi sugli scenari incidentali e di evoluzione del territorio e del suo utilizzo.

A questo punto si inserisce un ulteriore elemento di interesse rappresentato dalla possibilità di interazione col territorio per la elaborazione in tempo reale (**real-time**) delle informazioni e dei dati utili a fornire un supporto, per gli aspetti più direttamente gestionali, per la assunzione di decisioni rapide, ma coerenti con le complesse dinamiche in atto in caso di emergenze tecnologiche ed ambientali in atto, caratterizzate da tempi di evoluzione e di sviluppo generalmente ridotti, ma con forti implicazioni sociali.

I requisiti di elaborazione on-line e real-time sono però soddisfatti solamente se le tecnologie di elaborazione delle informazioni sono tali da consentire tempi di risposta estremamente rapidi anche ricorrendo a strumenti e modelli di valutazione complessi, a fronte di segnali che provengono dal campo e di nuove informazioni che man mano vengono conferite al decisore (**processori di calcolo ad alta efficienza, HPC**).

In queste condizioni e con tali strumenti implementati, il decisore deve essere messo nelle condizioni di poter disporre di **strumenti integrati di supporto alla valutazione ed alla decisione (Decison Support System, DSS)**.

Nel contesto di quanto sommariamente esposto in precedenza, parole chiave nello sviluppo della ricerca applicata per la costruzione di sistemi di supporto al controllo dei rischi, al governo dell'uso del territorio, alla pianificazione e gestione delle emergenze tecnologiche ed ambientali sono quindi: elevata capacità di integrazione grafica (GIS) delle informazioni e degli strumenti di elaborazione, collegamento e reperimento di informazioni dal campo di azione e dai soggetti coinvolti (on-line), contestualità ed immediatezza delle risposte (real-time) e assistenza nella assunzione delle decisioni (DSS) integrata con lo sviluppo ed il conseguimento degli obiettivi precedenti.

2. REQUISITI DI BASE DEL PROGETTO HITERM

Questa memoria si prefigge di illustrare le finalità e gli elementi caratterizzanti l'esperienza in corso, **Progetto HITERM** (www.ess.co.at/hiterm), a cui SYRECO sta partecipando, finalizzata allo **sviluppo di uno strumento integrato HW/SW per la gestione di emergenze industriali e tecnologiche** nell'ambito di un progetto di ricerca e sviluppo finanziato dalla Unione Europea (Progetto ESPRIT 22723 - DG III Information Technology - HPCN High Performance Computing and Technology) che vede la partecipazione di 7 partners fra Società di consulenza, Aziende ed Enti di Ricerca in 5 diversi paesi europei, iniziato nel Gennaio 1997 e la cui conclusione è prevista nel Giugno 1999.

Il Progetto HITERM focalizza la sua attenzione su due concetti fondamentali:

1. La **gestione di emergenze industriali** richiede il supporto di strumenti in grado di **simulare la dinamica di fenomeni incidentali in atto o ipotizzati** (pianificazione e training) mediante **strumenti rapidi di calcolo** per tener conto delle incertezze insite nella conoscenza dello scenario incidentale e della variabilità statistica e dinamica dei parametri che condizionano il suo evolversi e la entità degli effetti.
2. La rapida **evoluzione della tecnologia informatica e della comunicazione di dati** ad elevata velocità ed a costi contenuti, rende realistica la possibilità di acquisire ed elaborare informazioni in tempo reale anche in condizioni di emergenza in atto.

Con queste stesse tecnologie, l'utente deve poter disporre di uno strumento di supporto nelle attività di pianificazione, prevenzione, addestramento del personale e gestione basata su una **interfaccia utente di rapida** e facile leggibilità ed estremamente versatile che capitalizza al massimo l'investimento per una informatizzazione della rappresentazione GIS del territorio e per la analisi dei rischi su di esso presenti.

Il **Progetto HITERM** prefigura un **sistema client/server** in cui gli obiettivi da perseguire e da dimostrare in termini di prestazioni ed efficacia, con casi esempio opportunamente selezionati, sono la elaborazione di informazioni ad alta efficienza on-line e real-time, la versatilità nella interfaccia data base e GIS, le potenzialità di un sistema integrato di supporto alle decisioni e la capacità di trasmissione di enormi moli di dati in tempi estremamente rapidi ed a costi e con tecnologie accessibili.

Una indagine accurata dei **requisiti** di un sistema con le caratteristiche esposte in precedenza, quando anche condotta in paesi e realtà con modelli di organizzazione diversa della Protezione Civile e con diverse regolamentazioni in materia di analisi dei rischi industriali, ha dimostrato un comune denominatore nelle esigenze di base:

- accessibilità alle informazioni contenute nei Rapporti di Sicurezza
- connessione on-line con sistemi di rilevazione fissi o mobili in campo per la informazione sui parametri che possono condizionare la evoluzione o gli effetti di un incidente, le decisioni da assumere a salvaguardia delle persone e dell'ambiente
- conoscenza e rappresentazione informatizzata del territorio
- capacità di elaborazione con strumenti potenti ed affidabili di calcolo in tempi rapidi e rappresentativi della situazione in atto
- ottima interfaccia utente per una rapida ed efficace lettura ed interpretazione dei risultati
- accessibilità a banche dati sulle caratteristiche di pericolosità delle sostanze ed in generale dei fenomeni in atto
- disponibilità di sistemi di supporto alla decisione

Utenti potenziali del sistema sono quindi prevalentemente le Autorità preposte, anche ai sensi della normativa nazionale che regola il Servizio di Protezione Civile, alle quali spetta il compito di mettere in atto i processi di pianificazione e prevenzione necessari in funzione del rischio industriale accertato e ad intervenire ed assumere decisioni nel caso di incidenti con emergenze in atto (Autorità statali, Regioni, Prefetture, Comuni, ecc.), ma anche le strutture operative locali e le forze di pronto intervento in campo.

Il prossimo recepimento della Direttiva 96/82 (Seveso II) apre nuove importanti prospettive di sviluppo e potenzialità di mercato per utilizzo di tali sistemi nella ricerca di forme più idonee di **comunicazione al pubblico, di formazione delle risorse umane chiamate ad intervenire in condizioni di emergenza e di nuovi strumenti di supporto al governo ed al controllo del territorio.**

3. OBIETTIVI

Scopo del Progetto HITERM è quello di sviluppare un sistema informatico ad alta efficienza e prestazioni per il **supporto alla pianificazione, organizzazione e gestione di emergenze industriali ed ambientali derivanti da incidenti in industrie a rischio o nel trasporto di sostanze pericolose.**

L'obiettivo del lavoro è quindi:

- *identificare le esigenze* di carattere organizzativo ed operativo nella pianificazione e gestione delle emergenze manifestate da possibili utenti del sistema (autorità pubbliche, enti preposti ed industrie od imprese industriali interessate);
- *selezionare le metodologie e gli strumenti* di valutazione ed analisi dei rischi più idonei in funzione di tali esigenze;
- *sviluppare un sistema di elaborazione delle informazioni ad alta prestazione* con tecniche di calcolo parallelo;
- *individuare le tecniche di comunicazione dati* ed i protocolli di trasferimento più appropriati e flessibili;
- *sviluppare un sistema integrato di supporto decisionale* per la pianificazione e gestione delle emergenze;
- *realizzare un sistema informativo centralizzato* che in tempo reale possa fornire le informazioni necessarie per la gestione delle emergenze ad una utenze distribuite, con collegamenti ISDN, GSM, INTERNET, sfruttando delle capacità di elaborazione centrali ed interfaccia periferiche di processori informatici ad alta efficienza (High Performance Computer HPC) per la raccolta delle informazioni e la rappresentazione dei risultati necessari e richiesti dall'utente.

Per chiarire meglio gli scopi e le caratteristiche di HITERM, *non* costituisce quindi un obiettivo prioritario del progetto elaborare tecniche o strumenti di analisi del rischio, nè tanto meno lo sviluppo di modelli evoluti di elaborazione e simulazione di scenari incidentali, in quanto bisogna riconoscere che tali strumenti, pur in evoluzione continua, rappresentano già un patrimonio disponibile sul mercato e sufficientemente attendibili per gli scopi della pianificazione e gestione delle emergenze.

Non è neppure un obiettivo del progetto lo sviluppo di un sistema che si sovrapponga alle strutture di intervento operativo ed organizzative proprie dell'utente, in quanto si riconosce che tecnologie informatiche, per quanto evolute ed efficienti, possono costituire solo un strumento di supporto alle decisioni e non sono in grado di sostituire la capacità di elaborazione e la esperienze di chi è preposto ad intervenire in emergenza od a pianificarne l'intervento.

HITERM si prefigura quindi per il potenziale utente non tanto quanto una nuova tecnica ed un nuovo strumento di analisi (pur basandosi su una accurata analisi preliminare dei bisogni, delle metodologie e gli strumenti disponibili e prevedibili nel prossimo futuro), ma come un **supporto alle decisioni in grado di fornire informazioni nella forma e nei tempi necessari, ottenuta implementando il sistema informatico nella struttura organizzativa e decisionale esistente o supportandola dall'esterno come servizio.**

Sotto questo profilo per l'utente non ha importanza e non costituisce un vincolo la disponibilità e la padronanza di tecniche e di strumenti informatici (hardware e software), con ciò che ne consegue come oneri di investimento e di mantenimento/aggiornamento, quanto invece lo è la necessità di disporre informazioni nella forma e nei tempi utili ai suoi scopi.

4. ARCHITETTURA DEL SISTEMA E REQUISITI HARDWARE/SOFTWARE

I requisiti di elevata flessibilità nella configurazione del sistema che stanno alla base del progetto HITERM si riflettono in una architettura modulare in cui diversi componenti alternativi ed intercambiabili vengono fra loro integrati da protocolli di comunicazione comuni basati su standard aperti.

HITERM è quindi costituito da una *architettura client/server* che collega un *utenza finale* di facile utilizzo (client) con un potente elaboratore ad elevate prestazioni (HPC, High Performance Computing) che supporta gli strumenti di elaborazione analitica ed i modelli di calcolo più complessi.

La architettura di base del sistema (Fig. 1) è organizzata attorno ad un server HITERM centrale che coordina le varie risorse di informazioni fra cui i componenti HPCN, quali computer paralleli o un cluster di workstation per simulazioni real-time, potenziali collegamenti a componenti di monitoraggio in campo e l'interfaccia clients.

Poiché la comunicazione dei vari componenti è basata su protocollo standard http, può essere garantito un elevato livello di indipendenza hardware: ogni piattaforma o sistema operativo che supporta questo protocollo (TCP/IP) può essere integrato in questo schema modulare e ciò consente un ampio spettro di connessioni a strumenti di comunicazione, inclusi quelli wire-less.

Per quanto attiene gli strumenti hardware e software occorre distinguere fra:

- ◆ piattaforma di sviluppo e dimostratore
- ◆ piattaforma di lancio per la fase di commercializzazione

quest'ultima vincolata da implicazioni di costo e requisiti di inter-operabilità con i sistemi hardware e software esistenti al momento.

Per la sua implementazione, HITERM ha tenuto conto di una certa varietà di strategie alternative e di possibili configurazioni per adeguarsi a vincoli e esigenze specifiche, quali l'hardware del client, i canali disponibili di comunicazione per il collegamento client/server e la dotazione di risorse HPC fra le seguenti possibilità alternative:

- ◆ componenti completamente integrati (high performance parallel computer o parallel computer virtuali, cluster)
- ◆ accesso via rete ad un centro remoto HPCN
- ◆ ricorso ad un servizio esterno di supporto

La piattaforma di sviluppo del dimostratore del sistema è UNIX; lo sviluppo è effettuato su workstation Sun; la parallelizzazione è stata implementata su cluster di workstation Sun e trasferita su Parsytec.

5. STRUTTURA ORGANIZZATIVA DI PROGETTO

Al progetto partecipano **7 Società partner di 5 paesi europei:**

ESS Environmental and Scientific Service - Austria (coordinatore di progetto)
 Società di consulenza specializzata in campo ambientale per lo sviluppo di software e sistemi informatici

GMD - FIRST - Germania
 Ente di ricerca operante in campo scientifico e nella ricerca applicata con oltre 1300 ricercatori

SYRECO - Italia
 Società di consulenza specializzata nell'analisi dei rischi e sicurezza industriale

PETROGAL - Portogallo
 Compagnia nazionale di raffinazione e distribuzione di prodotti petroliferi (equivalente all'AGIP italiana) con oltre 3000 addetti

LNEC - Portogallo
 Società collegata alla Università di Lisbona specializzata nel campo delle comunicazioni informatiche

FCCN - Portogallo
 Società collegata alla Università di Lisbona specializzata nel campo del calcolo scientifico

ASIT - Svizzera
 Società specializzata nel campo della analisi di rischio e delle problematiche del trasporto di sostanze pericolose

Il progetto prevede l'assegnazione a ciascuna delle Società partner di compiti specifici nello sviluppo delle varie fasi operative con la individuazione di un responsabile, di partner attivi e partner di supporto.

La struttura di Progetto è organizzata con *Project Steering Committee (PSC)* con partecipazione paritaria di un rappresentante di ciascuna Società partner, a cui fanno capo le decisioni di carattere tecnico ed amministrativo nello sviluppo del Progetto.

E' inoltre prevista la creazione di un *Project Users Group (PUG)*, costituito da rappresentanti esperti di possibili utenti potenziali del sistema, col compito di fornire delle indicazioni di indirizzo nella prima fase di sviluppo e progettazione del sistema (*users' requirements*), di sensibilizzare il gruppo di progetto, sui risvolti di carattere commerciale e di diffusione del prodotto finale (*exploitation suggestions*) e di esaminare criticamente il lavoro ed i documenti prodotti (*product review*).

Lo sviluppo ed i risultati del lavoro sono verificati con cadenza semestrale da *revisori tecnici della UEO - Divisione Generale III Information Technology* che ha approvato il progetto ed erogato il contributo.

Nella fase iniziale di promozione e definizione della proposta di base, hanno supportato il progetto con il loro interesse all'iniziativa *l'Unione Industriali di Bergamo*, in rappresentanza delle Aziende chimiche del Polo Chimico di Ponte S. Pietro - Filago (BG) che è stato prescelto come caso esempio per il test di sviluppo del Progetto e la *Regione Lombardia - Settore Lavori Pubblici* per l'interesse che lo sviluppo del sistema può avere nel campo degli interventi di programmazione nel Settore Protezione Civile.

Nella fase di implementazione del sistema per lo sviluppo del dimostratore di base, SYRECO si sta avvalendo della disponibilità e collaborazione del *Centro Comune di Ricerca di Ispra - Istituto ISIS*, che, in accordo con la DG III Information Technology, ha consentito l'utilizzo delle macchine e stazioni di lavoro del laboratorio HPC High Performance Computing, nell'ambito della propria funzione di supporto alle attività di ricerca applicata delle piccole e medie aziende.

6. CARATTERISTICHE GENERALI ED AMBITI DI APPLICAZIONI

HITERM è un sistema informativo di gestione delle informazioni e di supporto alle decisioni; informazioni e decisioni da ricevere ed elaborare in tempo reali per attuare azioni di gestione del rischio in grado di minimizzare i danni ambientali e gli impatti sociali.

Dal punto di vista tecnico HITERM si configura come un sistema di calcolo ad alte prestazioni (HPCN: High Performance Computing Networking) che prevede il trasferimento, l'elaborazione e la gestione di dati attraverso un sistema client/server, nel quale si elaborano le informazioni provenienti da sistemi di acquisizione di dati in tempo reale come: immagini di satelliti, dati ambientali e meteorologici provenienti da stazioni fisse e/o mobili di rilevazione e da computer portatili.

Tali dati vengono poi utilizzati, attraverso algoritmi di calcolo sofisticati che simulano le condizioni di rilascio e di diffusione di sostanze pericolose nell'ambiente (in acqua, al suolo, in aria) per valutare le potenziali aree di impatto e suggerire gli interventi pianificatori o gestionali.

Il supporto decisionale fornito dal sistema è realizzato mediante un metodo on-line di interpretazione interattiva dei dati con loro rappresentazione dinamica e spazialmente distribuita, nonché analisi probabilistica dei risultati con analisi di incertezza e analisi degli errori mediante algoritmi Monte Carlo.

6.1 Aspetti innovativi

Rispetto allo stato dell'arte attuale, HITERM si propone di gestire le informazioni per consentire interventi in tempo reale mediante la valutazione dinamica delle conseguenze di rilasci accidentali.

Si propone dunque di fornire un approccio integrato e non tematico, così come avviene attualmente per pianificare gli interventi, per calcolare le conseguenze, per trasferire le informazioni, per assumere le decisioni e verificarne gli effetti ed attivare le risorse, racchiudendo in un solo strumento ciò che ora è parcellizzato in diverse applicazioni software.

Ciò non toglie che la sua flessibilità possa consentire delle applicazioni parziali e collaterali, quali calcoli di conseguenze su rilasci di sostanze chimiche pericolose nelle attività di trasporto e negli impianti di processo, analisi dell'inquinamento conseguente a rilasci di sostanze tossiche nei sistemi fluviali o nell'ecosistema marino, valutazione dell'inquinamento dell'aria in centri urbani accoppiato con informazioni sul traffico in tempo reale, previsione di alluvioni su scala regionale dei bacini idrogeologici, gestione degli interventi negli incendi di boschi e foreste, mediante semplice connessione a moduli già disponibili.

6.2 Campo di applicazione

Gli ambiti di intervento e di sviluppo per supporto ad interventi di pianificazione e gestionali più rilevanti a cui il sistema informativo si rivolge sono comunque principalmente i seguenti:

- A) **Incidente durante il trasporto di sostanze pericolose**, in cui gli interventi gestionali necessitano la previsione e l'aggiornamento dei flussi di traffico in tempo reale nelle aree circostanti o che in qualche modo sono coinvolte.
- B) **Incidenti in impianti fissi di processo o in depositi appartenenti alla classe delle aziende a rischio** così come definite nella Direttiva Seveso in cui gli interventi consistono nella pianificazione dell'emergenza e l'addestramento della squadra di emergenza mediante la simulazione di vari possibili scenari alternativi.

Ad essi si aggiunge la possibilità di estendere i medesimi criteri anche a situazioni di emergenza dovute a cause ambientali, idrogeologiche ed eventi naturali.

HITERM è quindi in linea con gli odierni orientamenti che la Commissione delle Comunità Europea ha incluso nella Direttiva Seveso in merito ai requisiti per le procedure di addestramento degli operatori impiegati nelle situazioni d'emergenza.

Il mercato potenziale comprende le Istituzioni e le Autorità Statali, Regionali e locali cui è richiesto, dall'ordinamento legislativo nazionale, di intervenire in condizioni di emergenza, senza pregiudizio per le forme organizzative di intervento di cui ogni paese si è dotato per la gestione di situazioni di crisi e per la protezione civile. In questo modo il mercato potenziale è consistente, considerando anche la possibilità di penetrazione nei mercati dei paesi in fase di rapida crescita economica e tecnologica.

7. DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ

Il progetto, la cui partenza ufficiale si è avuta con il primo incontro del comitato tecnico del 26/27 Gennaio 1997 in Vienna, è articolato in fasi operative di indagine, di elaborazione e di sviluppo, per conseguire l'**obiettivo di un dimostratore del sistema HITERM entro Ottobre 1998**; la conclusione del lavoro è prevista per fine Giugno 1999.

I contenuti e gli obiettivi parziali di tali fasi operative sono inclusi nella proposta tecnica sottoposta ed approvata dalla Comunità Europea, nell'ambito di un progetto ESPRIT di Ricerca e Sviluppo promosso dalla Divisione Generale III della Unione Europea - Information Technology, per un importo complessivo di circa 1250 keCU pari al 50% dei costi previsti.

Nell'ambito delle varie **fasi operative di sviluppo** si identificano le seguenti attività caratterizzanti:

- *identificazione dei bisogni dell'utenza potenziale e dei requisiti normativi nazionali ed internazionali* che condizionano le modalità tecniche e gli ambiti di intervento (di questa fase operativa è responsabile SYRECO);
- *identificazione dei modelli e degli strumenti di analisi più adeguati* fra quanto è già disponibile;
- *sviluppo di tecniche efficienti di calcolo parallelo*;
- *identificazione di strumenti e sviluppo di modelli decisionali appropriati e flessibili*;
- *identificazione e sviluppo di strumenti e tecniche di comunicazione ad alta efficienza*;
- *definizione e sviluppo della architettura generale del sistema HITERM* come strumento in grado di fornire un servizio ad una utenza molto differenziata per compiti istituzionali, bisogni, risorse tecnico-economiche e capacità di intervento;
- *applicazione del sistema HITERM e sviluppo di un dimostratore su casi esempio concreti* che coprano i vari elementi caratterizzanti il progetto ed i vari ambiti potenziali di sviluppo ed implementazione;
- *indagine di mercato* per la commercializzazione del sistema.

Il progetto si sviluppa in 12 **Fasi di Lavoro** (WP - Working Phase), ognuna delle quali è dedicata alla risoluzione di particolari aspetti legati ai diversi argomenti coinvolti nella progettazione e realizzazione del Sistema. Ciò ha consentito di definire un *Piano di Lavoro* dettagliato e di identificare chiaramente non solo gli obiettivi generali del progetto, ma anche i sotto obiettivi e i traguardi parziali (*Mile Stones*) stabilendo, inoltre, priorità e tempi di sviluppo delle singole attività.

Nel seguito si riassumono brevemente gli obiettivi ed i contenuti programmati per ciascuna fase.

Fase 1. (WP 1) Analisi dei requisiti e dei limiti.

Obiettivi: Analisi dei requisiti all'utenza, dei limiti tecnici e istituzionali, analisi della pratica corrente e degli strumenti di lavoro. Definizione dell'architettura generale del sistema.

L'obiettivo è porre delle solide basi al progetto, identificando fin dal principio gli obiettivi generali e stabilendo eventuali limiti imposti dalla tecnologia disponibile, dall'uso corrente di mezzi e strutture da parte dell'utenza finale, identificando lo stato dell'arte in materia di Hardware, Software, procedure (manuali, addestramento, linee guida, ecc...), pratica corrente nella gestione di emergenze, disponibilità e caratteristiche dei dati necessari per la costituzione del sistema. In particolare è prevista una analisi costi benefici che risulterà utile anche per la successiva Fase 11. I risultati di questa fase di lavoro alimentano direttamente le fasi di disegno e sviluppo (Fasi 2-7) e i casi studio (Fasi 8-10).

in questa fase sono stati definiti i requisiti a cui il sistema deve rispondere, garantendo da un lato la completezza e la non ridondanza del modello concettuale e dall'altro stabilendo i criteri minimali che evitino il proliferare indiscriminato di informazione all'interno del sistema medesimo.

Particolare importanza assume la valutazione dei costi/benefici nella scelta dei supporti informatici, delle metodologie, delle possibilità di comunicazione con sistemi esistenti, dell'interfaccia con i medesimi, anche alla luce delle migliori soluzioni offerte e indotte dal mondo dell'informatica, della ricerca, della tecnologia e valutando le linee di tendenza dello sviluppo dei rispettivi mercati.

Fase 2. (WP 2) Definizione dei metodi di modellazione e calcolo parallelo.

Obiettivi: Scelta dei modelli appropriati. Implementazione per la simulazione parallela distribuita.

Si definiscono i modelli appropriati (network solver, descrizione dei termini di sorgente, deposizione e dispersione, acque di superficie e sotterranee, ecc...).

La fase prevede lo studio delle possibilità di parallelizzazione di modelli esistenti e la messa a punto di algoritmi ex-novo, nonché l'analisi di incertezza e degli errori mediante algoritmi Monte Carlo.

Particolare attenzione viene riservata a protocolli di comunicazione hardware indipendenti.

Fase 3. (WP 3) Comunicazione e networking.

Obiettivi: Definizione dei protocolli di comunicazione e degli standards di sistema. Selezione dei tools appropriati. Supporto dei casi studio.

La fase è dedicata all'identificazione dei mezzi e delle procedure (esistenti o da elaborare) per la comunicazione e lo scambio dinamico dei dati che rappresentano il contenuto informativo del Sistema.

E' prevista la possibilità di connettere nodi distribuiti in aree di diversa ampiezza (scala locale, regionale, nazionale, europea). Per questo è stato necessario definire i nodi dedicati al calcolo, allo smistamento di

informazioni, e i nodi clienti, fissi e mobili. Si analizzano le prestazioni e le possibilità di utilizzo di infrastrutture esistenti come le connessioni Internet esistenti, linee Euro-ISDN esistenti, linee B-ISDN, linee GSM.

Fase 4. (WP 4) Visualizzazione e multi medialità.

Obiettivi: Implementazione degli strumenti e dei metodi di visualizzazione, sviluppo di interfaccia multi mediale per client X Windows e http. Supporto dei casi studio.

Il sistema deve essere in grado di produrre soluzioni alternative, che coinvolgono grandi quantità di dati, specialmente in simulazioni su larga scala con modelli 3D. Ciò implica la definizione di metodi di interpretazione e classificazione dei risultati che consentano una semplificazione e una adeguata fruibilità all'utenza. E' stata quindi prevista la realizzazione di una interfaccia grafica che racchiuda tutte le informazioni necessarie ad ottenere una semplice, corretta e completa identificazione dei dati, della loro origine e del loro significato (Fig. 4).

A questo fine si potrà intervenire con mezzi multimediali quali animazioni, suoni, grafici che concorrano a rendere l'interfaccia quanto più possibile "user-friendly".

Fase 5. (WP 5) Calibrazione dei modelli e analisi di sensitività.

Obiettivi: Calibrazione dei modelli di simulazione, definizione dei parametri disponibili, implementazione di metodi Monte Carlo, preparazione di interfaccia di auto-apprendimento su reti neurali. Supporto dei casi studio.

La complessità e la diversità dei vari scenari incidentali, impone la necessità di considerare sistemi non tanto di tipo *data based*, ma piuttosto di tipo *ruled based* che consentano di stabilire a priori distribuzioni di probabilità e funzioni densità per gli input ai modelli e per i parametri coinvolti.

L'apporto dei casi studio consente di analizzare le prestazioni dei modelli e le eventuali incertezze introdotte nei calcoli, facendo uso di dati coerenti e in situazioni del tutto realistiche.

La definizione delle funzioni di probabilità e densità rappresenta la base del lavoro previsto in questa fase ed è direttamente e biunivocamente connessa con il supporto dei casi studio.

Fase 6. (WP 6) Supporto decisionale e sistema esperto.

Obiettivi: Implementazione di sistemi multi-criteria, accoppiamento tra modelli e interfaccia utente, implementazione di sistemi esperti *rule-based*. Supporto dei casi studio.

La visualizzazione dei risultati delle simulazioni rappresenta solo un aspetto dell'informazione contenuta nel sistema. Tale informazione deve essere tradotta in supporto decisionale e istruzioni usualmente utilizzate da personale coinvolto nella gestione delle emergenze.

La produzione di scenari alternativi con regole a priori è un processo piuttosto rigido e, in definitiva arbitrario. La produzione di una grande alternativa di possibili conseguenze derivanti da un singolo evento incidentale e la verifica del caso più prossimo alla situazione in esame, rappresenta una soluzione più flessibile e meno condizionata da ipotesi che potrebbero anche risultare devianti e fornisce, inoltre, un insieme più ampio di possibili strategie.

Fase 7. (WP 8) Integrazione dei sistemi, implementazione.

Obiettivi: Integrazione di tutti i componenti, test del sistema integrato, implementazione per i casi studio, supporto dei casi studio.

La fase è dedicata alla integrazione dei sotto-sistemi coinvolti nell'architettura generale di sistema. E' la fase in cui si stabiliscono le interazioni tra i server dedicati e i clients distribuiti.

Fase 8-9-10. (WP 8-9-10) Casi studio.

Obiettivi: Test operativo di concetti, metodi, software, strumenti.

I casi studio rappresentano il punto di verifica più attendibile per l'intero sistema. Il test mediante casi reali di bisogno è senza dubbio il modo più severo e attendibile di verificare la validità di sistemi ad alto contenuto informativo. La Fase 1 ha posto subito l'attenzione sulle necessità dell'utente finale, che vengono qui praticamente esaminate con l'applicazione del sistema a casi del tutto realistici.

I tre casi studio si indirizzano ognuno ad un caso particolare di emergenza. Nella Fase 8 vengono analizzati i problemi legati alla scelta di percorsi alternativi lungo le grandi dorsali di traffico e delle percorrenze nei pressi di centri abitati densamente popolati.

Nella Fase 9 vengono analizzati i possibili rischi e la validità del sistema come supporto alle decisioni in tempo reale in caso di incidente per trasporto di sostanze pericolose.

La Fase 10 consiste nell'applicazione del sistema informativo al caso di incidenti in impianti fissi di processo. Si sottolinea che i casi studio giocano sempre un ruolo fondamentale in tutte le fasi in quanto rappresentano l'elemento di analisi critica in ognuna di esse.

Fase 11. (WP 11) Analisi e valutazione dei casi studio.

Obiettivi: Analisi delle prestazioni del sistema, accettabilità a livello dell'utenza finale, linee guida per revisioni del sistema.

La fase corrisponde alla verifica delle prestazioni del sistema. In sostanza si esegue la verifica finale della efficienza dello strumento non solo dal punto di vista tecnologico o concettuale (questo genere di verifica viene eseguita al termine di ogni singola fase), sulla base dell'esperienza pratica di applicazione a casi reali.

Vengono quindi analizzati i tempi di risposta, la qualità e la comprensibilità dei risultati, la facilità d'uso, la completezza dell'analisi, la concretezza delle valutazioni.

Fase 12. (WP 12) Diffusione e Piano di sfruttamento del prodotto.

Obiettivi: Diffusione dei risultati del progetto, preparazione al suo sfruttamento commerciale.

Questa fase è dedicata alla diffusione e sfruttamento commerciale del prodotto con i mezzi forniti attualmente dal marketing e dal mondo della comunicazione. Sono previsti seminari, presentazioni a convegni, articoli, pubblicazioni e quant'altro possa concorrere alla diffusione dei risultati.

Si veda a tale proposito l'utilizzo diffuso delle reti informatiche con pubblicazione di pagine WEB.

In particolare i risultati della Fase 1, limitatamente all'identificazione di potenziali utenti finali, potrà costituire un data base di possibili utenti cui poter fare riferimento non solo in questa fase, ma anche durante lo svolgimento dell'intero progetto.

8. PROGRAMMAZIONE E TEMPI DI SVILUPPO

Si riporta nel seguito un semplice GANTT di progetto con l'indicazione dei tempi di sviluppo delle singole fasi. Come si vede non sono pensate in stretta successione, ma esistono sovrapposizioni nelle attività delle singole fasi di lavoro. Questo ha consentito la costante verifica dei risultati e permette di organizzare per tempo le singole attività. I responsabili dei casi studio, ad esempio, intervengono durante lo svolgimento delle varie fasi di sviluppo ed implementazione del modello concettuale (Fasi 2-3-4-5-6-7), garantendo fin dall'inizio la rispondenza del medesimo ai criteri di applicabilità dettati da casi reali.

	1997	1998	1999
	GFMAMGLASOND	GFMAMGLASOND	GFMAMGLASOND
Fase 1	XXXXXX...	.....	.....
Fase 2	...XXXXXXXXXX	.....	.....
Fase 3	...XXXXXXXXXX	.....	.....
Fase 4	...XXXXXXXXXX	.....	.....
Fase 5	...XXXXXXXXXX	.....	.....
Fase 6	.....XXXXXX	XXX.....	.....
Fase 7	.....XXXXXX	XXX.....	.....
Fase 8	...XXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXX.....
Fase 9	.....XXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXX.....
Fase 10	.....XXX	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXX.....
Fase 11	.....	.....XXX	XXXXXX.....
Fase 12	.....	XXXXXXXXXXXXXX	XXXXXX.....

9. CASI STUDIO DI SVILUPPO DIMOSTRATIVO (TEST CASE)

Nella attuale fase di sviluppo a livello dimostrativo del progetto, gli ambiti di intervento sono stati prioritariamente identificati in tre settori di applicazione nei quali si ritiene che la disponibilità di un sistema in grado di fornire informazioni articolate in tempo reale sia di vitale importanza:

1. *Gestione di scenari incidentali derivanti dal trasporto di sostanze pericolose*
2. *Gestione dinamica di una rete di trasporti complessa*
3. *Gestioni di rischi industriali ed ambientali*

Per ciascuno di tali argomenti, il Progetto prevede lo sviluppo di un **caso esempio di studio** allo scopo di validare il sistema e di testarne le prestazioni e la efficienza in rapporto ad obiettivi concreti e dimostrabili.

Per quanto attiene le **emergenze associate al trasporto di sostanze pericolose** il caso esempio è fornito dalla Società Svizzera ASIT specializzata nella analisi dei rischi nel trasporto, che applicherà HITERM su *due tratti viari autostradali e ferroviari in due cantoni della Svizzera centrale* (Canton Berna e Canton Uri) lungo grandi direttrici di traffico europee, includenti un attraversamento alpino (Passo del Gottardo), coinvolgendo le Autorità locali e le Società nazionali di gestione, in un contesto territoriale più ampio di quello generalmente riferibile ad installazioni industriali fisse ed in cui le problematiche di collegamento on-line e di controllo e gestione del territorio e delle emergenze risultano più complesse e di importanza più rilevante.

Per quanto attiene il **monitoraggio e gestione dinamica di una rete di trasporto complessa**, il caso esempio è fornito da PETROGAL, la quale gestisce giornalmente circa *3000 automezzi pesanti in circolazione sulle strade nazionali*, oltre ad alcune raffinerie e depositi e numerose rivendite di prodotti petroliferi (gasolio, benzina, olio combustibile ed altri derivati del petrolio), al fine di evidenziare e testare le prestazioni di HITERM in materia di comunicazioni efficienti con mezzi mobili di basso costo distribuiti su una vasta scala territoriale.

Per quanto attiene le problematiche associate ai **rischi industriali in una area ad alta concentrazione industriale** il caso esempio sarà predisposto da SYRECO nel cosiddetto *Polo Chimico dell'Isola situato in Provincia di Bergamo* che include alcuni Comuni compresi fra l'Adda ed il Brembo in prossimità del tratto autostradale compreso fra Capriate S.Gervasio e Dalmine (Fig. 2), dove sono concentrate alcune Aziende con almeno 10 attività soggette alla normativa italiana di recepimento della Direttiva Seveso con svariate attività a rischio di incidente rilevante (Fig. 3); in questa stessa area era già stata sviluppata una analisi dei rischi nel periodo 1990-94, i cui risultati sono stati presentati al pubblico alla fine del 1994, con la partecipazione fattiva di Enti locali, ASL, Unione Industriali, Organizzazioni sindacali e delle stesse Aziende coinvolte.

Oltre alla dimostrazione della funzionalità del sistema nel suo complesso ed alla verifica delle sue prestazioni per quanto concerne gli la rapidità di risposta (HPC) e la efficacia della rappresentazione dei risultati, il test case SYRECO mira a fornire un suo contributo originale per quanto concerne i seguenti aspetti:

1. *Sviluppo di strumenti ed interfaccia per la acquisizione in tempo reale di informazioni provenienti dal campo* ai fini della modellazione di fenomeni incidentali e delle decisioni da assumere nella gestione delle emergenze (dati meteorologici, monitoraggio ambientale degli effetti di incidente, dati di traffico, ecc.).
2. *Sviluppo di strumenti di connessione on-line ed interfaccia utente per la acquisizione di informazioni da rete e banche dati* sulle conoscenze necessarie per la decisioni da assumere in emergenza.
3. *Elaborazione di regole a supporto della definizione degli scenari incidentali e dei termini di sorgente* nel contesto del sistema di supporto alle decisioni (DSS).

Il prossimo review meeting della Comunità Europea si terrà in Italia alla fine di Ottobre presso il Centro Comune di Ricerca JRC di Ispra che ha messo a disposizione di SYRECO le macchine necessarie per la implementazione del suo test case nel laboratorio High Performance Computing dell'Istituto ISIS. In quella occasione si potrà verificare lo stato di avanzamento del progetto con un primo dimostratore applicato al Polo Chimico dell'Isola.

CONCLUSIONI

Con lo sviluppo del Progetto HITERM si vuole coprire un terreno ed un bisogno ancora non soddisfatto che è quello di **creare una sistema informativo on-line che sia in grado di raccogliere, elaborare e rendere nella forma più leggibile delle informazioni in tempo reale**, sfruttando le crescenti potenzialità di calcolo informatico e l'enorme sviluppo avuto (e prevedibile in tempi ravvicinati) nel settore della comunicazione dati.

Il concetto di fondo è quindi quello per cui **la gestione delle emergenze si basa fundamentalmente sulla disponibilità di informazioni dettagliate, immediatamente leggibili ed usufruibili dal decisore e dall'utente** sull'evoluzione della emergenza e sulle situazioni che ne condizionano lo sviluppo e le modalità con cui fronteggiarle. Per consentire ciò dovrà soddisfare ad elevati requisiti di flessibilità per adeguarsi alle esigenze di una ampia possibilità di diffusione, tenendo conto delle esigenze tecniche di configurazioni specifiche dell'utente finale, includendo in questo possibilità di elaborazioni alternative e diverse strategie di comunicazione. Sarà

pertanto sviluppato con una struttura aperta di set di strumenti piuttosto che con una struttura fissa tipica di un sistema rigido e chiuso.

Oltre a questo dovrà essere facilmente adattabile alle richieste legislative ed ai vincoli istituzionali ed organizzativi propri del paese in cui è applicato, senza sovrapporsi alle strutture locali esistenti.

HITERM dovrà dimostrare nella sua attuale fase di implementazione:

- ◆ Facile accesso a grandi moli di informazioni fra loro integrate
- ◆ Accuratezza di analisi e simulazione dei modelli di valutazione e previsione
- ◆ Velocità ed affidabilità delle informazioni e delle elaborazioni in tempo reale, seguendo l'evoluzione dinamica dei fenomeni in corso
- ◆ Estrema facilità di interpretazione e lettura dei risultati su base spaziale in forma grafica e multimediale mediante lo sviluppo di una interfaccia utente simbolica
- ◆ Ottimizzazione dei costi e dei benefici delle soluzioni proposte

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare in primo luogo i miei collaboratori che hanno consentito col loro lavoro e contributo di idee allo sviluppo del sistema in ogni fase di implementazione ed inoltre: Andrea Ferlin per l'impulso e l'impegno dedicato al progetto, Kurt Fedra per gli insegnamenti e la lucidità di indirizzo ed impostazione del lavoro, Sergio Contini per i preziosi suggerimenti derivanti dalla sua esperienza di ricerca nel settore, l'Assessore ai Lavori Pubblici Milena Bertani ed il responsabile del Settore Protezione Civile della Regione Lombardia Arch. Raja per l'attenzione prestato nella fase di proposta, l'Ispettore Regionale dei Vigili del Fuoco della Lombardia Ing. Barzi ed i suoi collaboratori Ingg. Sola e Mastrapasqua per le indicazioni fornite nella individuazione dei requisiti del sistema, l'Ing. Giuseppe Volta per la attenzione al progetto e lo stimolo di idee nel confronto con altre iniziative analoghe.

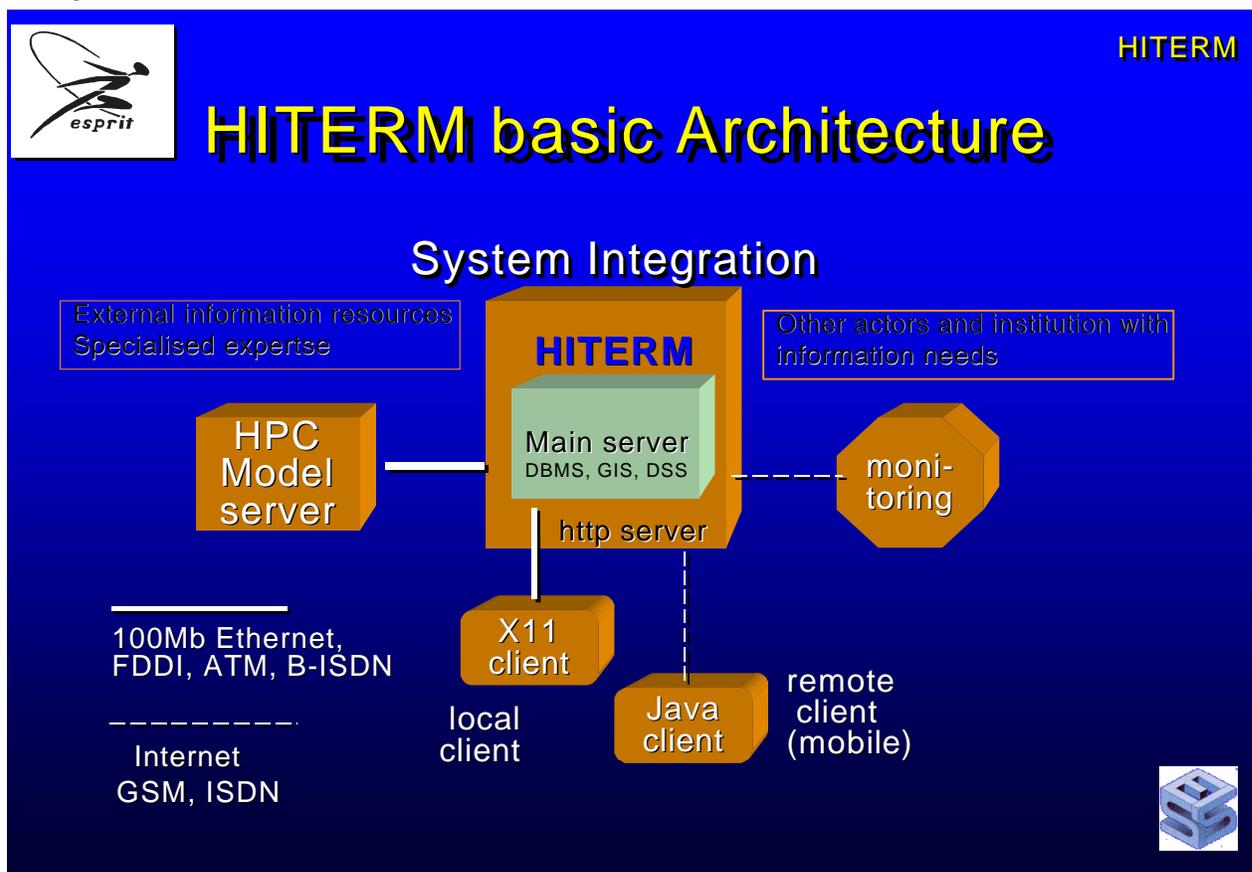


Fig. 1 Architettura di base del sistema HITERM

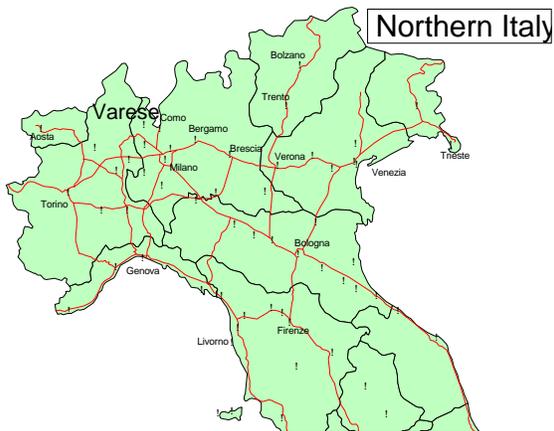


Fig. 2 Localizzazione del Polo Chimico dell'Isola per il Test Case di HITERM



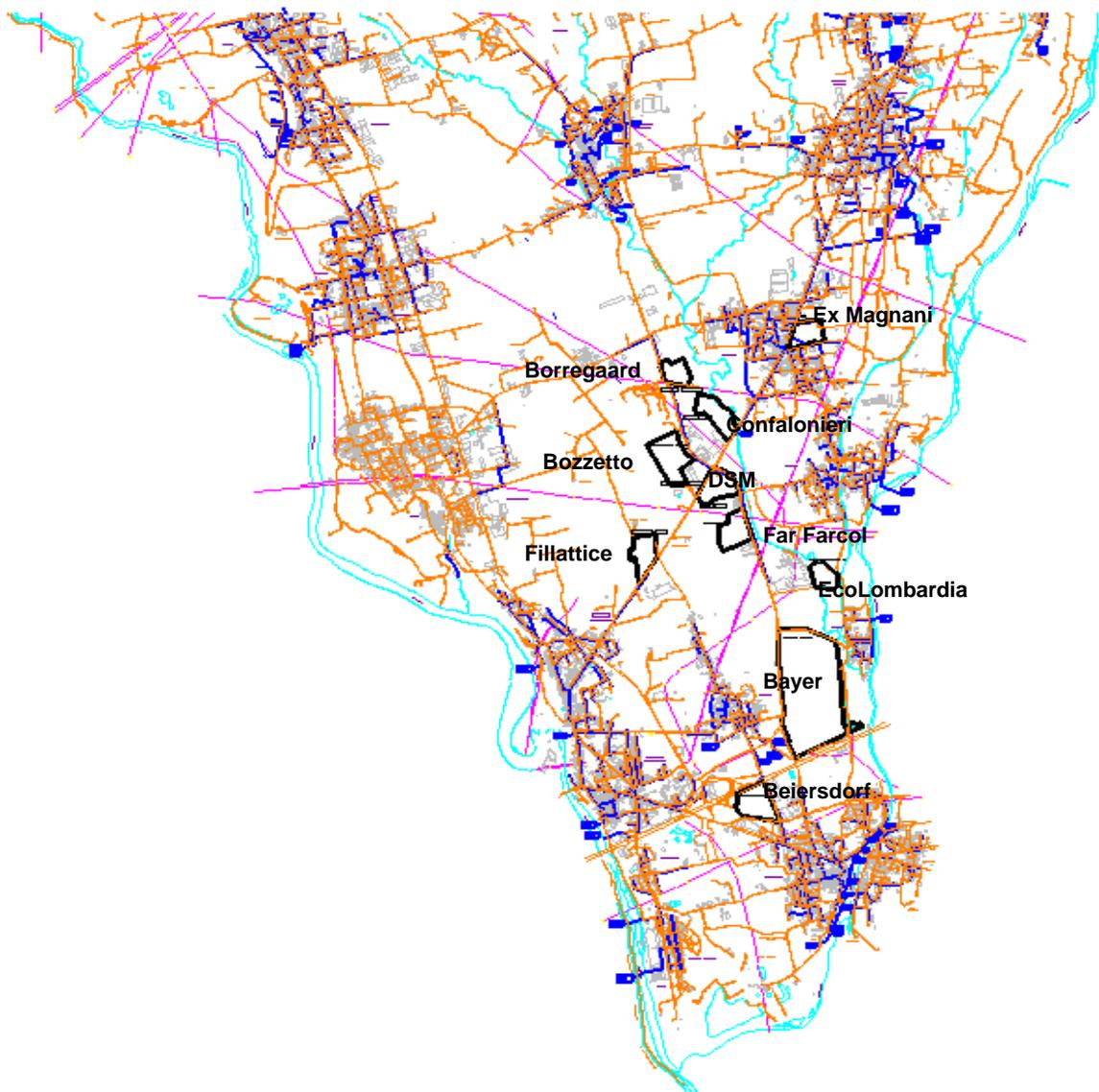
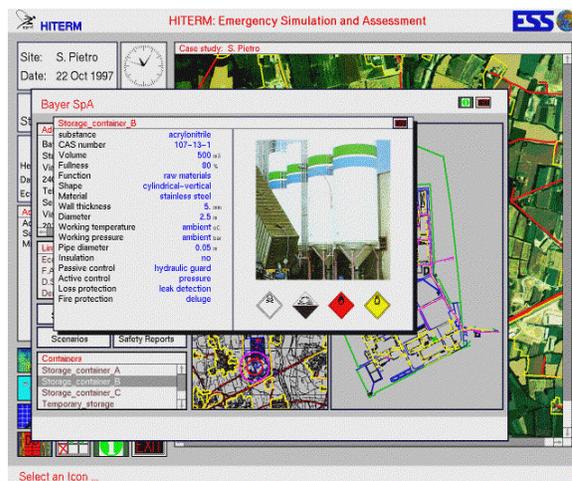
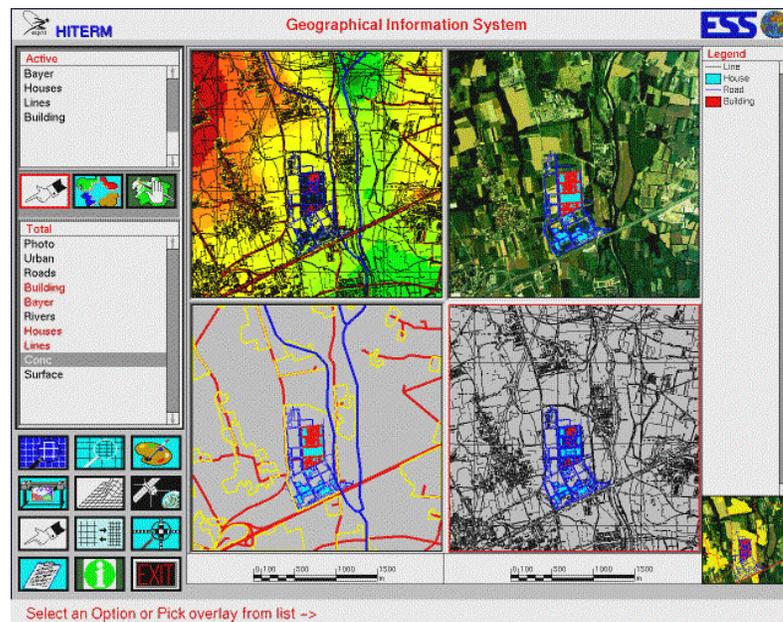


Fig. 3 Individuazione delle Aziende industriali nel Polo Chimico dell'Isola

Fig. 4 Esempi di interfaccia utente nella applicazione HITERM a Test Case del Polo Chimico dell'Isola



BIBLIOGRAFIA

Emergency

1. The Society for Computer Simulation International. 1995/96 Publications Catalog.
<http://www.scs.org/pubs/pubcat.html>
2. Archive Name: comp-simulation-software-FAQ Ver 3.0 October 1996 - Summary of software for computer simulations with an emphasis in discrete event modelling.
<http://www.nmsr.labmed.umn.edu/~michael/dbase/outgoing/FAQ.html>
3. FEMA STRATEGIC IT CONCEPT, Dr John Hwang, Associated Director, FEMA,
<http://www.partner.org/partners/hwang.html>
4. DEFINING EMERGENCY PREPAREDNESS,
<http://www.panact.com/emergenc.html>
5. A PRACTITIONER'S HANDBOOK FOR REAL-TIME ANALYSIS: GUIDE TO RATE MONOTONIC ANALYSIS FOR REAL-TIME SYSTEM, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213-3890, <http://www.sei.cmu.edu/p..criptions/rma.hndbk.html>
6. Motivation for software risk management, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA 15213-3890, <http://www.sei.cmu.edu/p..criptions/mot.for.sw.risk.mgt.html>
7. Emergency management in the 90's, Clark Staten, EMT-P,I/C - Past Chairman, National Society of EMS Administrators, Asst. Dpty Chief Paramedic (Ret), Bureau of EMS Chicago Fire Department, <http://www.emergency.com/mgmt90s.html>
8. Community right to know and emergency planning: using computers to conduct hazards analysis, J. C. Bare, U.S. Environmental Protection Agency, Air and Energy Engineering Research Laboratory, Research Triangle Park, North Carolina.
9. Emergency Management and Decision Support System, C.M. Pietersen, Division of Technology for Society TNO - Department of Industrial Safety, Apeldoorn - April 20, 1988.
10. Computer Networking and C3I Systems for Emergency Services,
http://www.nps.mil/~budden/book/table_contents.html and subs.
11. Guidelines for the Development and Application of Health, Safety and Environmental Management Systems, E&P Forum, Report n° 6.36/210, various authors.
12. Safechem home page, <http://www.safechem.com/>
13. STOA a documentation system for Disturbances Incidents Accidents,
<http://www.wcel.kat.lth.se/rot/ipf/stoae.html>
14. GEODATA home page, <http://www.ptbo.igs.net/~geodata/projects.html>
15. CPAI - Caroline Pratt and Associated, Inc. - Emergency preparedness and life safety services,
<http://www.cpratt.com>
16. EnviroWin home page catalog, <http://www.envirowin.com/catalog/catalog.html>
17. ESPRIT PROJECT CHARADE, Saving Forest Effective Fire Management.

Emergency management

1. 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
2. Western Australia - Western Australian Hazardous Materials Emergency Management Scheme (provisional), January 1990
3. Objectives for Local Emergency Management, Federal Emergency Management Agency, July 1984.
4. Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response, Environment Monograph n°51, OECD, 1992
5. Fedra, K. Integrated Risk Assessment and Management: Overview and State-of-the-Art p3-18 In: B.J.M, Janssen, M.P.M., and Pruppers M.J.M [eds] Risk 97 Book of Paper. Proceeding of the International Conference Mapping Environmental Risk and Risk Comparison, Amsterdam, 2 October 1997. RIVM, Bilthoven.

Emergency response

1. Forum of Incident Response and Security Teams, home page, <http://cscr.ncsl.nist.gov/first/#Resources>

2. Nationwide LEPC survey: summary report, <http://www.epa.gov/docs/ceppo/lepc-sur.txt.html>
3. Community-Based Environmental Protection (U.S. EPA)
4. Public Health Emergency Management Plan
<http://hna.fh.vic.gov.au/phb/hprot/phemerg/contents.html>
5. A summary of Federal Emergency Preparedness in Canada
http://hoshi.cic.sfu.ca/epc/pub/manuals/en_epsum.html
6. Major Industrial Accidents Council of Canada, home page
7. Province of British Columbia, Provincial Emergency Program (PEP), <http://hoshi.cic.sfu.ca/~pep/index.html>
8. Stanford University, Emergency Operation Plans, May 1995,
<http://www-leland1.stanford.edu/group/ssu/EOP/eop.html>
9. Wireless Institute - Civil Emergency Network, Communications and Information are vital in emergencies,
<http://www.vifp.monash.edu.au/~davidt/asia2.html>
10. California Emergency Plan, <http://www.oes.gov:8001/html/plan/basicpln.html>
11. OAKLAND Emergency Response System,
<http://www.ced.berkeley.edu/aegis/oakland.html>
12. Marion County, Salem, Oregon, USA - Emergency Management, <http://www.open.org/memanager/eop.html>
13. CAA 112(r) Risk Management Program Rule Preamble - EPA - 40CFR Part 68.
14. U.S. Dep. Of Labour - Occupational Safety & Health Admin. - OSHA Computerised Information System OCIS - Salt Lake Tech. Center, Salt Lake City, Utah, <http://www.osha-slc.gov/osha.html>
15. OREGON - Department of State Police - Office of Emergency Management.
<http://www.das.state.or.us/OEM/oem.html>
16. FEMA - Federal Emergency Management Agency. Index of FEMA Web sites
<http://www.fema.gov/fema/index.html>
17. S. Contini, N. Labath, M. Masera, M. Winlikens Intelligent Decision Support: Emergency management and Risk management Systems Phase 1 Data collection and Analysis, Joint Research Center ISIS Ispra, february 1997

Risk Management

1. European Commission, Directorate General XIII, Telematics Applications Programme, Sector Environment Contract EN 1001 (EN). ARTEMIS Application Research & Testing for Emergency Management Intelligent System.
Deliverable: D 3.1 - User Requirements in the Management of Emergencies Resulting from Industrial Accidents and Floods
2. G. Beroggi, W. Wallace - Real-Time Decision Support for Emergency Management: An Integration of Advanced Computer and Communication Technology, Basil Blackwell Ltd. - Oxford.1995
3. I. Mitroff. The role of Computer and Decision Aids in Crisis Management: A developer's Report. Basil Blackwell Ltd. - Oxford.1995
4. J. Rasmussen, O. M. Pedersen, C. D. Groenberg. Risoe National Laboratory, 4000 Roskilde, Denmark. Commission of the European Communities - JRC Ispra - Evaluation of the Use of Advanced Information Technology (Expert System) for Data Base System Development and Emergency Management in Non-Nuclear Industries. Preprint April, 1987.
5. D. J. McNaughton, G. G. Worely, P. M. Bodner - Evaluating Emergency Response Models for the Chemical Industry - Chemical Engineering Progress, January 1987
6. K. Jurentkuff, j. Dudley et al. - ANR-ISP Project #6 Emergency management.
<http://www.cit.state.vt.us/anr/isp/emerg.html>
7. OECD Environment Monograph n°43 - UNEP-IE/PAC Technical Report Series n°8. International Directory of Emergency Response Centres, November 1991
8. A. M. G. Jarman - Guest Editorial Journal of Contingencies and Crisis Management, Volume 1 n°4, Basil Blackwell Ltd. - Oxford.1993
9. R. Benoit, C. Gamelin, R. Hausler, J. Vincent. Training Concept for Environmental Emergency Measures: Structuring Knowledge. Journal of Contingencies and Crisis Management Agency Report Vol. 4 n° 3, September 1996, Blackwell Publisher Ltd. - Oxford.1996

10. M. K. Lindell. Assessing emergency preparedness in support of hazardous facility risk analyses: Application to siting a US hazardous waste incinerator. *Journal of Hazardous Materials*, Michigan State University, East Lansing, USA. September 1994
11. A. M. G. Jarman. Smart Spatial Information Systems: Extending Geographic Information System in the Space Age. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. Vol. 1 n° 4, December 1993, Basil Blackwell Ltd. - Oxford.1993
12. N. Korac-Boisvert. Trend report: Vulnerability Analysis of IT strategic Planning in Commonwealth Countries: Patterns for IT Transfer. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol. 1 n° 1, March 1993, Blackwell Publisher Ltd. - Oxford.1993
13. J. K. Bradford et al. Trend report: Biological Hazard and Emergency Management. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, Vol. 2, n° 1 March 1994, Basil Blackwell Ltd. - Oxford.1994.