

VGR 2002
Convegno nazionale

**Valutazione e gestione del rischio
negli Insediamenti Civili e Industriali
Pisa, 15-17 Ottobre 2002**

PROGETTO TRAMP
SPERIMENTAZIONE DEL PROTOTIPO
DEGLI APPARATI TECNOLOGICI DI BORDO

Roberto Maja, Luca Studer, Giovanni Vescia, Giovanna Marchionni
Politecnico di Milano – Dip. IN.D.A.CO.
Piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano

La presente memoria riporta una breve rassegna delle tecnologie disponibili per il monitoraggio a distanza dei veicoli che trasportano merci pericolose da parte del sistema telematico TRAMP.

Inizialmente si fornisce una descrizione delle funzioni che devono essere svolte a bordo del veicolo, in seguito si forniscono le caratteristiche di cui dovrebbero essere dotati gli apparati di bordo, distinguendo tra quelli destinati al monitoraggio delle condizioni del carico trasportato e quelli finalizzati al controllo del corretto funzionamento del veicolo.

Successivamente si descrivono le caratteristiche della centralina di comando e controllo, fornendo anche una breve analisi di quanto è attualmente disponibile sul mercato commerciale.

In chiusura si riporta una serie di notizie e di immagini in merito allo stato di avanzamento di questa parte della ricerca.

1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il progetto “TRAMP” (Telecontrollo del Rischio nell’Autotrasporto di Merci Pericolose) si inserisce nell’ambito della ricerca “Mappatura del sistema plurimodale dei trasporti - Progetto pilota per un sistema di telecontrollo dei carichi pericolosi”, finanziata dal CNR-GNDRCIE (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Rischi Chimico-Industriali ed Ecologici) per conto del Dipartimento della Protezione Civile, in corso presso il Politecnico di Milano.

Lo scopo principale del progetto TRAMP è rappresentato dalla valutazione e dalla proposta di possibili innovazioni tecnologiche e organizzative da introdurre nel settore del trasporto delle merci pericolose su strada con l’obiettivo di prevenire le situazioni di rischio per l’ambiente e la popolazione, di esercitare un controllo sulle merci movimentate sul territorio e di governare le eventuali emergenze. All’interno del progetto TRAMP è possibile individuare due attività principali:

1. analisi preventiva del rischio associato a un viaggio e assegnazione dell’itinerario che minimizza tale indice,
2. controllo e supervisione in tempo reale del mezzo durante lo svolgimento del viaggio stesso.

Le due attività, seppur separate da un’impostazione metodologica differente, risultano strettamente correlate all’interno del Sistema di Controllo preposto al monitoraggio e alla gestione dei carichi trasportanti merci pericolose strutturato su due livelli:

- livello istituzionale, gestito da **Centrali di Controllo e Coordinamento (CCC)**, con funzione di previsione e prevenzione del rischio e di supporto alla gestione delle emergenze,
- livello operativo, con delega per il controllo continuo durante il trasporto e per l’assistenza ai conducenti, affidato a **Centrali Operative Periferiche (COP)** presenti nelle aziende di trasporto o in apposite società di servizio.

2. APPARATI DI BORDO

L'attività 1 riguarda gli aspetti procedurali ed è oggetto di una memoria separata che ne descrive i contenuti e i risultati [20]. Indicazioni di dettaglio in merito al progetto TRAMP in particolare e ai problemi associati al trasporto di merci pericolose in generale sono riportate rispettivamente nei testi [14] e [16] e negli testi riportati in bibliografia, ai quali si rimanda.

La seconda attività pone particolare attenzione agli aspetti tecnologici del sistema deputato ad acquisire ed elaborare le informazioni relative al compimento dell'attività di trasporto vera e propria che dovrebbe conseguire i seguenti risultati:

- *controllo del rischio in tempo reale*: monitoraggio continuo delle condizioni funzionali del veicolo e delle condizioni fisiche del carico e verifica costante del rispetto delle soglie di allarme;
- *gestione delle emergenze*: trasmissione al centro di controllo delle informazioni necessarie per l'intervento tempestivo degli addetti alle operazioni di soccorso: posizione esatta del veicolo, tipo di merce trasportata, condizioni del carico.

Il compimento dell'attività 2 ha comportato la progettazione degli apparati di bordo, composta dai seguenti elementi tecnologici:

- **centralina elettronica** preposta alla direzione delle varie funzioni svolte dagli altri apparati di bordo; essa raccoglie i vari dati in ingresso, attuando di volta in volta le procedure previste per gestire l'evenienza in corso;
- **sensoristica** per il monitoraggio dello stato del carico e per la diagnostica del mezzo.

Allo stato attuale della ricerca è in atto la realizzazione del prototipo dell'apparato di bordo, compatibile con le esigenze elencate in precedenza e con le caratteristiche software e hardware delle centrali di controllo, del quale sono state definite le specifiche funzionali e sono disponibili alcuni componenti. Si prevede che entro l'inizio dell'autunno esso sia disponibile per le attività sperimentali e per una simulazione prolungata a bordo di veicoli commerciali. A tal fine è in corso una collaborazione con la società Sistel e con una azienda di autotrasporto.

Nel seguito di questa memoria si riporta una descrizione delle caratteristiche fondamentali degli apparati e della loro logica di funzionamento.

L'allestimento dei mezzi circolanti comprende, secondo la normativa del trasporto di merci pericolose, le seguenti attrezzature:

- dotazione di sicurezza "passiva": è costituita da una opportuna attrezzatura da utilizzare in caso di emergenza (equipaggiamento di sicurezza, estintori, ecc.) ed è obbligatoria ai sensi della normativa vigente;
- dotazione di sicurezza "attiva": è destinata a controllare lo stato del mezzo e del relativo carico mediante l'ausilio di sistemi telematici che rilevano i dati di interesse e, nei casi in cui ciò risulti opportuno, li trasmettono al Centro di Controllo unitamente alla posizione geografica del veicolo;

Le dotazioni sopra indicate non modificano quanto previsto dalla normativa, ma si propongono di integrarla con le soluzioni tecniche attualmente disponibili.

La strumentazione di bordo di un mezzo che trasporta merci pericolose che viene proposta può essere essenzialmente costituita dai seguenti componenti:

- sensoristica per il controllo dello stato del mezzo e del carico;
- sistema di localizzazione per il rilevamento della posizione del veicolo durante la marcia;
- sistema di telecomunicazione per lo scambio dei dati tra il veicolo e la centrale operativa;
- tastiera per l'invio da parte dell'autista (in soli casi di necessità) di messaggi precodificati;
- centralina di comando e controllo del sistema;
- scatola nera per la registrazione degli eventi occorsi durante ogni tragitto del veicolo.

L'installazione di apparati di bordo su veicoli adibiti al trasporto di merci pericolose richiede da un lato di definire le entità fisiche che è necessario misurare ai fini della sicurezza e dall'altro di utilizzare una strumentazione adeguata per il rilevamento delle informazioni di interesse.

Nel seguito viene fornita una breve descrizione degli elementi sopra menzionati e delle loro funzioni.

3. CONTROLLO DEL CARICO

Un veicolo, durante la sua circolazione, espone il carico a condizioni ambientali e climatiche anche sensibilmente differenti rispetto a quelle in cui lo stesso viene a trovarsi all'interno dello stabilimento di produzione o dei magazzini di stoccaggio. Gli effetti sulle sostanze, pertanto, saranno diversi, e tanto più marcati, quanto minori sono le "barriere fisiche" frapposte tra il carico e l'ambiente (ad esempio la temperatura sarà molto più costante in un veicolo provvisto di isolamenti termici).

Bisogna sempre tenere presente che sostanze che si rivelano innocue in determinate condizioni fisico-chimiche possono non esserlo in altre (esistono sostanze intrinsecamente instabili, che possono dare luogo a reazioni chimiche violente, ma soprattutto, spontanee): da qui l'importanza di ravvisare tempestivamente le variazioni di stato del carico per limitare i pericoli derivanti dall'insorgere di simili emergenze.

Oltre a una costante attenzione rivolta al carico trasportato, deve essere anche effettuato sul veicolo un controllo di tipo "periferico" o "complessivo": questo consiste in una verifica sull'integrità del vano di carico.

Le informazioni derivanti dai veri sensori devono giungere in formato digitale alla centralina, che deve essere in grado di diagnosticare le eventuali anomalie e inviare repentinamente gli opportuni messaggi di avviso alla COP ed eventualmente direttamente alla CCC.

In sintesi, le caratteristiche del carico che devono essere costantemente rilevate, confrontate con valori di riferimento e, in caso di anomalie, trasmesse alle Centrali di Controllo, sono qui di seguito elencate e successivamente se ne descrivono le modalità di rilevamento:

- temperatura,
- pressione,
- integrità del vano di carico,
- spostamenti del carico,
- livello dei liquidi,
- perdite e sversamenti,
- radioattività

3.1. Temperatura

Nell'accordo ADR viene fornito l'elenco delle sostanze di cui, ai fini della sicurezza del trasporto, deve essere controllato l'andamento della temperatura [...]. A questo scopo vengono indicate tre diverse grandezze:

- temperatura di controllo o regolazione, definita come la massima temperatura alla quale le sostanze instabili possono essere trasportate in sicurezza;
- temperatura di emergenza o critica, definita come la temperatura alla quale devono essere avviate le particolari procedure di sicurezza;
- TDAA (Temperatura di Decomposizione Auto Accelerata): ossia la più bassa temperatura alla quale si ha, per ogni sostanza, una decomposizione spontanea di tipo esotermico;

La temperatura di controllo e la temperatura di emergenza devono essere inferiori alla TDAA di valori compresi rispettivamente tra 20 e 10 °C e 10 e 5 °C, a seconda che questa sia inferiore a 20 °C, superiore a 35 °C o compresa tra questi valori.

L'ADR impone il controllo delle temperature nel caso della classe 4.1 (solidi infiammabili, ordinali dal 41° al 50°) e della classe 5.2 (perossidi organici, ordinali dal 11° al 20°) che durante il trasporto non possono superare la temperatura di controllo.

I sensori di temperatura in commercio sfruttano vari principi di funzionamento, abbastanza differenti a seconda della precisione richiesta, del campo di variazione termico che devono essere in grado di misurare, delle condizioni ambientali a cui dovranno resistere durante l'uso. I dispositivi disponibili per applicazioni su veicoli si suddividono in: termoresistenze, termistori, termocoppie, piometri.

Le termocoppie sono adatte a compiere misure su punti (anche di modesta dimensione) in cui la temperatura può essere sensibilmente differente dall'ambiente circostante. Per questo motivo sono adatte soprattutto al monitoraggio di componenti del veicolo, per esempio il tetto di automezzi furgonati, il fondo del cassone in corrispondenza dei freni le valvole delle cisterne e sui punti in cui queste si ancorano ai serbatoi.

Le termoresistenze del tipo a immersione sono adatte per rilevare la temperatura di liquidi o gas in cisterna e dell'aria all'interno del vano di carico; quelle del tipo a contatto forniscono una misura più precisa ma meno puntuale, per esempio la media sull'area in cui insiste la sonda (in genere di 2÷5 cm²).

I termistori, avendo una resistenza che aumenta al diminuire della condizione termica, sono adatti all'impiego a basse temperature, condizione nella quale assorbono pochissima corrente. Essi però sono caratterizzati da una precisione non elevata.

3.2. Pressione

La pressione è una grandezza derivata data dal rapporto tra una forza e l'area su cui essa agisce e generalmente se ne valuta il valore relativo come differenza rispetto alla pressione atmosferica. Gli strumenti di misura della pressione hanno caratteristiche e principi di funzionamento differenti a seconda che servano per misurare pressioni maggiori, minori, o circa pari a quella atmosferica. Per gli scopi propri del sistema di telecontrollo, data la tipologia delle sostanze trasportate, interessa soprattutto il monitoraggio delle pressioni in cisterne o in grandi contenitori a pressione superiore rispetto a quella atmosferica (tipicamente gas).

Le norme ADR trattano a parte i gas, inseriti nella classe 2, in quanto questi sono tutti accomunati da un unico pericolo: l'elevata pressione a cui sono contenuti all'interno delle apposite bombole o cisterne, la quale costituisce comunque un pericolo indipendentemente dall'aeriforme contenuto. Lo strumento più adatto alle misure è il tubo di Bourbon, il quale permette di controllare pressioni anche dell'ordine del migliaio di bar.

3.3. Integrità del vano di carico

L'integrità del vano di carico è un parametro di difficile valutazione, le cui modalità di rilevamento variano fortemente a seconda del tipo di mezzo e per il quale si possono ipotizzare le seguenti soluzioni:

- per le cisterne si tratta di verificare l'eventuale fuoriuscita di liquido o gas; si può operare un controllo di portata su tutte le valvole, mentre per le cisterne in pressione occorre la verifica della pressione interna; tutti questi metodi funzionano adeguatamente solo in caso di fuoriuscite ingenti, ma non sono in grado di segnalare le perdite piccole;
- per gli automezzi furgonati è possibile un controllo dei portelloni per segnalare malfunzionamenti o manomissioni ai meccanismi di chiusura delle porte; il controllo può essere compiuto con interruttori nello stesso modo in cui operano gli antifurto;
- per gli automezzi cassonati o telonati si può eseguire un controllo di chiusura delle sponde del cassone tramite contatti elettrici, ma ciò dà comunque scarse informazioni su eventuali perdite di parte del carico (che potrebbe scavalcare le sponde).

3.4. Spostamenti del carico

Nel trasporto di collettame, dando per scontato che l'imballaggio della merce e il caricamento dei colli sul veicolo avvengano secondo le disposizioni previste dall'ADR, è possibile controllare che i colli non subiscano spostamenti (e che non si creino le condizioni per la perdita del carico lungo la strada) dotando i veicoli di sensori volumetrici simili a quelli utilizzati dagli antifurto per rilevare lo spostamento di oggetti o persone negli abitacoli delle automobili.

Questi sensori però devono essere adeguatamente tarati in modo da non considerare i piccoli sobbalzi che subisce la merce in seguito alle sollecitazioni trasmesse dalle asperità presenti sul manto stradale.

3.5. Livello dei liquidi - Perdite e sversamenti

Nel caso del trasporto di liquidi in cisterne a pressione atmosferica è necessario controllarne il livello per rilevare fuoriuscite di liquido dal serbatoio a causa tanto di falle consistenti quanto di piccole perdite. Il rilevamento può essere effettuato posizionando sensori di livello o anche sensori della pressione idrostatica sul fondo dei contenitori. Si tratta comunque di una misura critica a causa del continuo scuotimento del liquido provocato dal movimento del veicolo e dalle accidentalità del viaggio.

Per rilevare l'eventuale perdita liquidi e gas si può ricorrere anche all'impiego dei cosiddetti *nasi elettronici*, cioè dei trasduttori sensibili all'odore emanato da vari composti chimici.

3.6. Radioattività

Il trasporto di materie radioattive è già sottoposto a norme particolari e restrittive. È comunque importante che i rilevatori eventualmente adottati siano connessi all'apparato di bordo per trasmettere gli allarmi al sistema di monitoraggio.

4. CONTROLLO DEL VEICOLO

4.1. Funzionalità controllate

Il controllo della funzionalità del mezzo ha principalmente lo scopo di verificarne il corretto funzionamento. Riguardo alla normativa vigente, non esistono obblighi particolari per gli autotrasportatori eccetto quello di possedere a bordo la dotazione del *kit ADR*.

Inoltre non esistono prescrizioni per quanto riguarda lo stato di manutenzione dell'automezzo, se non quelle generalmente richieste dal Codice della Strada indistintamente per tutti i veicoli circolanti. Sta quindi al trasportatore il compito di vigilare sul corretto funzionamento e sul buon stato di manutenzione del veicolo, per quel che riguarda la parte meccanica, gli impianti di servizio, gli impianti elettrici ed elettronici.

Pur presumendo che gli automezzi utilizzati siano in perfette condizioni, la possibilità di malfunzionamenti o di guasti non può mai essere esclusa: occorre però considerare che esistono già sull'autoveicolo dei dispositivi adatti a questo tipo di diagnostica.

La strumentazione di bordo di un veicolo è in genere composta da dispositivi analogici (per esempio tachimetro, contagiri, termometro del liquido di raffreddamento) e da una serie di indicatori atti a segnalare al conducente semplicemente l'attivazione dei vari impianti di bordo oppure situazioni di possibile pericolo a causa di malfunzionamenti.

Oltre alla dotazione atta al rilevamento dei normali parametri di esercizio del veicolo, un gruppo di informazioni importanti per il telecontrollo è quello che permette di effettuare una "diagnosi di incidente", cioè di riconoscere l'occorrenza di una collisione, di un ribaltamento, di un incendio o di altri eventi che possano coinvolgere, oltre al veicolo e all'autista, anche la merce trasportata aggravandone le conseguenze e di informare tempestivamente COP e CCC trasmettendovi anche tutte le informazioni necessarie per organizzare l'intervento di soccorso in modo mirato.

Un altro gruppo di parametri da tenere sotto controllo riguarda la temperatura di organi particolarmente soggetti a surriscaldamento o a rischio di incendio, fatti già dannosi per un veicolo normale e assolutamente da evitare su un veicolo destinato al trasporto di merci pericolose. È tipico il caso degli attuatori del freno, che in caso di blocco in posizione frenata, soprattutto sul rimorchio, conducono facilmente ad un incendio, e degli impianti refrigeranti. Si pensi per esempio al veicolo che si è incendiato nel 1999 all'interno del tunnel del Monte Bianco: se si fosse potuto rilevare in tempo il principio di incendio, gli esiti dell'evento non sarebbero stati così drammatici.

Un'ulteriore precisazione riguarda la dotazione di ogni singolo automezzo: mentre per i sensori di stato del carico si può pensare ad una diversità di dotazione a seconda del tipo di merce trasportata, in questo caso ciò appare abbastanza problematico, infatti lo stesso trattore può trainare diversi semirimorchi per diversi tipi di merce, e pare la soluzione migliore quella di ipotizzare una dotazione standard per tutti gli automezzi, predisposta ai possibili tipi di rimorchio e di carico.

4.2. Sensori diagnostici

Per svolgere le azioni di controllo sopra indicate occorre un complesso di sensori che consentano di rilevare le informazioni e di trasmetterle alla centralina, la quale deciderà se e quali di esse sono da trasmettere alla COP e/o alla CCC. A un primo gruppo appartengono i sensori che rilevano i parametri di esercizio normalmente controllati, che, per esempio, possono essere così elencati:

- insufficienza di carica del generatore,
- eccesso di temperatura dell'impianto di raffreddamento,
- scarsità di pressione dell'impianto di lubrificazione,
- scarsità di pressione dell'impianto pneumatico,
- intasamento del filtro dell'aria;
- presenza di acqua nel filtro del gasolio;
- avaria all'impianto di frenatura;
- avaria al sistema ABS;
- avaria alle sospensioni pneumatiche, ecc.

Tra i parametri elencati, alcuni riguardano il mero funzionamento del motore, non hanno nessuna rilevanza sul rischio di incidente e non è necessario che siano controllati anche dal sistema di prevenzione del rischio; altri invece, per esempio quelli che riguardano l'impianto frenante, le sospensioni ecc., devono essere inviati anche alla centralina.

Un primo problema nasce dalla disponibilità dei segnali elettrici relativi ai parametri rilevati dalla strumentazione già esistente sui veicoli. Infatti non si tratta di informazioni trattate per essere trasmesse

all'esterno e quindi sia l'accesso a queste informazioni sia il loro formato comportano modifiche all'impianto elettrico a fronte di costi rilevanti e comunque non possono richiedere modifiche a componenti soggetti ad omologazione.

Inoltre, se per un impiego sperimentale si può pensare di apportare modifiche provvisorie ad impianti esistenti, per uno sviluppo futuro del sistema si deve pensare a modifiche in sede di progettazione e di realizzazione dei veicoli, ottenibili solo in seguito a un iter normativo adeguato.

Un discorso a parte riguarda la diagnostica di incidente, che può essere affidata ad accelerometri che rilevano le forti decelerazioni in gioco in caso di urti, e ad inclinometri che rilevano il ribaltamento del veicolo. Sensori di questo tipo sono normalmente presenti come dotazione standard dei veicoli per intervenire istantaneamente in caso di incidente interrompendo l'impianto di alimentazione del gasolio e agendo sullo *staccabatterie*, il quale isola le fonti di elettricità per evitare l'innescò di incendi; non appare però opportuno sfruttare la loro presenza per non alterare impianti già funzionanti. È invece più conveniente installare appositamente altri rilevatori di incidente per attivare la centralina con circuiti indipendenti da quelli già esistenti.

Gli accelerometri adatti per questo scopo sono interruttori di tipo inerziale il cui compito non è quello di trasmettere con continuità il valore dell'accelerazione istantanea, ma quello di inviare un segnale solo al momento del superamento di un valore di soglia. Il dispositivo entra in azione quando si verificano contemporaneamente le due seguenti eventualità:

- quando l'interruttore è soggetto ad accelerazioni superiori ad un determinato valore stabilito, in genere dell'ordine degli 8 G, circa 80 m/s^2 ;
- quando la predetta accelerazione perdura per un tempo superiore ad un valore determinato, per evitare che l'interruttore possa scattare a causa di vibrazioni intense (per esempio lo scossone dato dalla chiusura del cofano motore, che si è dimostrato possa arrivare a 20 G cioè circa 200 m/s^2), ma di durata irrisoria.

Tra i vantaggi di questo dispositivo, sono sicuramente da segnalare il funzionamento in tutte le direzioni e il costo, dell'ordine di pochi euro.

Gli inclinometri sono utilizzati per rilevare incidenti che avvengono senza urti rovinosi, cioè senza che si manifestino forti decelerazioni rilevabili dagli accelerometri. Essi sono in grado di rilevare la rotazione del veicolo nel piano trasversale che si manifesta in caso di ribaltamento, evento abbastanza frequente per i veicoli industriali, i quali presentano una distribuzione dei pesi con baricentro alto.

Un dispositivo inclinometrico si compone di un pendolo che crea un contatto elettrico al superamento di un determinato angolo di rotazione. Per limitare le possibili escursioni che il pendolo può subire durante la normale marcia del mezzo, esso è solitamente dotato di un sistema di smorzamento.

L'installazione dei rilevatori di incidente non dovrebbe comportare problemi particolari, in quanto si tratta di dispositivi che non richiedono la modifica dell'impianto elettrico o di parti strutturali del veicolo.

Un'ultima considerazione meritano i sensori di temperatura per il rilevamento di anomalie pericolose all'impianto frenante o ad altre apparecchiature che possano innescare incendi. Essi generalmente possono essere installati senza modificare l'impianto elettrico esistente ed è opportuno che richiedano il minor numero possibile di interventi anche sulla parte strutturale del veicolo.

5. CENTRALINA DI COMANDO E CONTROLLO

Il sistema di telecontrollo proposto nel presente studio, necessita, a bordo veicolo, di un sistema tecnologico che svolga le seguenti fondamentali attività:

- raccolta e memorizzazione di dati rilevati;
- elaborazione dei dati sulla base di funzioni preimpostate;
- esecuzione di operazioni in funzione dei risultati ottenuti: interventi di tipo locale (ad esempio blocco del motore o azionamento di una sirena) o a distanza (ad esempio una chiamata alla Centrale Operativa);
- comunicazione con l'esterno.

Il nucleo del sistema, che riceve i dati ora descritti, è la centralina di comando: si tratta di un processore in grado di operare secondo una specifica programmazione, elaborando una quantità di informazioni in ingresso che può essere anche rilevante, attuando di volta in volta le procedure previste per gestire l'evenienza in corso. Nella Figura 1 sono schematicamente riportati gli apparati di bordo che devono essere connessi con la centralina.

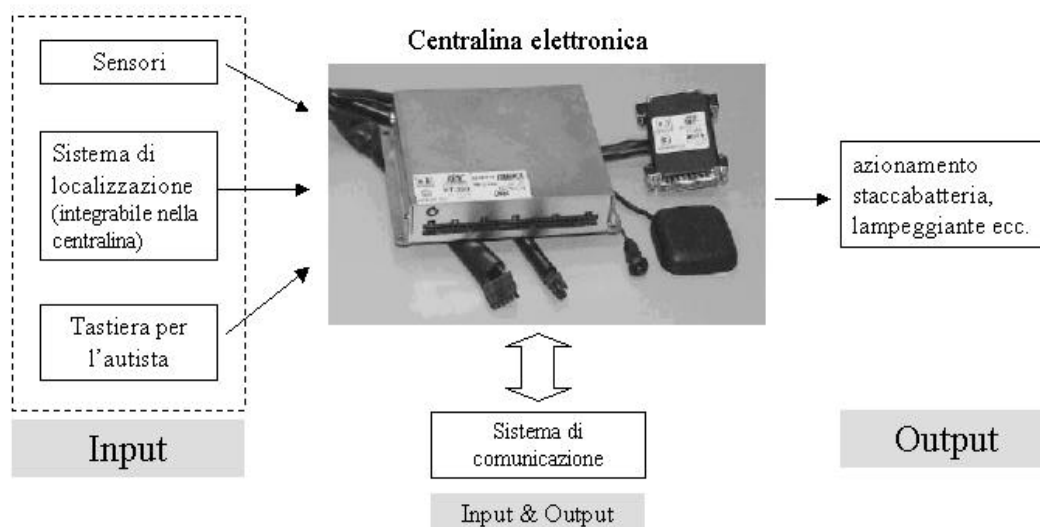


Figura 1. Schema degli ingressi e uscite di una centralina.

5.1. Caratteristiche delle centraline

Nel progetto di fattibilità del sistema di monitoraggio e di prevenzione del rischio si è seguito il criterio di sfruttare il più possibile i prodotti già presenti sul mercato. Questo criterio ha anche l'obiettivo di progettare un sistema che, una volta che venisse effettivamente adottato, comporti oneri minimi da parte degli operatori.

Relativamente alle centraline di comando e controllo ci si è orientati verso una analisi dei prodotti disponibili in commercio analizzandone caratteristiche e funzionalità per verificarne l'opportunità di impiego per il monitoraggio del rischio, riservandosi di indicare la necessità di eventuali integrazioni e modifiche.

Inizialmente si sono presi in esame i prodotti utilizzati per i sistemi antifurto satellitari per autoveicoli. Attualmente questo genere di centraline permette di svolgere numerose operazioni, generalmente personalizzabili in base alle effettive necessità dell'utente.

L'input di dati è normalmente gestito una serie di ingressi che sono in genere di tipo digitale (ogni porta è cioè in grado di ricevere un segnale pari a 0 o ad 1, senza valori intermedi), ma in alcuni modelli ve ne sono anche di analogici (ogni porta è in grado di leggere un valore ben determinato di tensione).

Gli ingressi possono essere di tipo fisico, cioè realmente collegabili con l'esterno (in questo caso andrebbero collegati ai sensori), e di tipo logico, cioè sfruttati dalla centralina stessa per gestire funzioni ed evidenziare un particolare stato; il numero di tali input possibili (sia fisici che logici), varia a seconda del software utilizzato, indicativamente da 6 fino a 20. Occorre però tenere presente che nei prodotti commerciali alcuni di questi ingressi sono preimpostati dal costruttore al fine di assolvere funzioni standard quale l'antifurto, il controllo dell'alimentazione, la chiave di avviamento, le chiusure delle porte.

Esistono inoltre ulteriori dati che vengono ricevuti dal processore della centralina e che vengono gestiti in modo differente rispetto a quelli provenienti dai sensori:

- la posizione del mezzo, derivante da un sistema di localizzazione che nelle centraline per antifurto si trova all'interno dello stesso modulo e consiste nella quasi totalità dei casi in una scheda GPS;
- i messaggi da tastiera inviati manualmente dall'autista e interpretati dalla centralina provvede in genere a trasmetterli attraverso il sistema di comunicazione;
- i comandi per la programmazione, utilizzati per predisporre le varie funzioni personalizzabili da parte della Centrale Operativa, la quale ha la possibilità, in ogni momento, di variare la configurazione e di inviarla alla centralina stessa, ovunque si trovi, semplicemente utilizzando il sistema di comunicazione.

L'elaborazione dei dati raccolti avviene sulla base di procedure contenute nel software della centralina: anche in questo caso le possibilità di configurazione sono numerose. In generale le procedure di elaborazione vengono utilizzate per trattare i dati in ingresso e sulla base di questi eseguire l'attivazione di alcune azioni (per esempio il blocco del motore o l'attivazione di un allarme) o di alcune procedure (per esempio la chiamata della Centrale Operativa).

Alcuni dei modelli presentano modalità di programmazione che consentono alla centralina di scegliere tra due diverse procedure, a seconda che la posizione del veicolo sia entro o fuori aree ben determinate. La definizione di queste aree varia e può essere indicata per “bersagli” (cioè punti determinati con relativa tolleranza), per “rotte” (cioè una serie di archi stradali), oppure per “aree” (generiche, di forma poligonale), ed è possibile sovrapporre le programmazioni.

Per esempio, se si ipotizza di programmare una rotta, la centralina verificherà costantemente (utilizzando il sistema di localizzazione) che si stia effettivamente seguendo il percorso preimpostato (con una certa tolleranza, propria del sistema di localizzazione).

In una programmazione a bersagli, la centralina verificherà se l'automezzo si trova oppure no nella superficie coperta da un bersaglio; a seconda del risultato potrà attuare diverse procedure.

Un'altra funzione di sicura utilità è quella che prevede la presenza di timer, mediante i quali è possibile temporizzare la comunicazione di alcune informazioni alla COP (per esempio la localizzazione e le cosiddette “chiamate di sopravvivenza” con le quali la centralina attesta periodicamente alla COP il suo corretto funzionamento) e di contatori, con i quali è possibile quantificare e conteggiare un determinato evento occorsi a certe periferiche.

Quando il veicolo è in sosta con motore spento, e quindi non è loro richiesta la piena operatività, le centraline hanno la possibilità di diminuire l'assorbimento di energia per non portare alla scarica completa l'accumulatore del veicolo.

Le informazioni in uscita dalle centraline possono essere di carattere locale o consistere in chiamate verso la Centrale Operativa.

Nel primo caso la centralina si comporta, a seconda delle impostazioni, aprendo o chiudendo le sue uscite fisiche; sarà così possibile collegare vari dispositivi a tali uscite, e decidere la logica di apertura e chiusura in base agli eventi che si manifestano sul veicolo.

Le comunicazioni con l'esterno, in particolare verso la Centrale Operativa, sono uscite in formato dati e possono essere svolte solo con i sistemi supportati dalla centralina, che generalmente sono affidati alla rete di telefonia cellulare in formato digitale (GSM) oppure sfruttare le reti satellitari o sistemi radio.

L'apparecchio telefonico non è ad uso esclusivo della centralina, ma può essere utilizzato anche dall'autista per telefonate in voce verso altri numeri.

È importante precisare che la presenza di prodotti infiammabili a bordo dei veicoli impone l'adozione di molte cautele nel caso di trasmissioni radio, per evitare l'innesco di incendi favoriti dalla formazione di scariche di qualunque genere indotte dalle onde in radiofrequenza.

Una caratteristica necessaria per l'uso delle centraline elettroniche all'interno del sistema di telecontrollo risulta essere la teleprogrammabilità cioè la possibilità di poter trasmettere a distanza i parametri necessari per programmare le varie funzioni a bordo dell'automezzo, che possono variare in funzione della merce trasportata, del territorio attraversato, ecc..

In sostanza, per quanto riguarda le possibilità offerte in termini di funzioni logiche e capacità di elaborazione, si nota subito come l'ampiezza di soluzioni possibili in fatto di personalizzazione rende le centraline elettroniche disponibili generalmente adatte agli scopi di questo progetto.

Queste presentano tuttavia, allo stato attuale di evoluzione, alcune carenze che riguardano soprattutto lo scarso numero di ingressi effettivamente utilizzabili per l'inserimento di sensori esterni, i quali si riducono in alcuni casi alla disponibilità di due sole porte (anche se alcune porte hanno ingressi preprogrammati per sensori comunque necessari agli scopi di questo sistema, come per esempio esempio “crash” o “porte aperte”). Una simile limitazione, se può essere accettabile in una prima fase sperimentale, non lo è nella realizzazione esecutiva del progetto.

Inoltre si sono riscontrati anche alcuni problemi di programmazione, tra i quali l'impossibilità di scegliere *subroutine* inserite preventivamente nella memoria della centralina per mezzo di parametri esterni discriminanti comunicati dalla COP.

5.2. “Scatola nera”

La funzione di una scatola nera all'interno del sistema di telecontrollo è quella di memorizzare i dati necessari per permettere, alla conclusione dei viaggi o in seguito ad eventi incidentali, di risalire ai dati relativi allo stato del carico e alla diagnostica del veicolo.

Le centraline in commercio sono già in grado di svolgere una funzione di questo genere, infatti dispongono di una memoria di tipo RAM denominata *buffer* o *memoria storica*. Esse però hanno spesso il grave difet-

to che il buffer perde la totalità dei dati in mancanza di alimentazione. Oltre all'impiego di memorie persistenti, l'inserimento di una scatola nera tra le dotazioni di bordo del veicolo può avvenire in due modi:

- utilizzando una vera e propria scatola nera aggiuntiva, da posizionarsi in un punto opportunamente protetto del veicolo: è certamente la soluzione più sicura, in quanto la scatola nera si presenta come un piccolo manufatto particolarmente resistente agli urti;
- inserendo una batteria tampone all'interno del contenitore della centralina in modo tale da mantenere l'alimentazione anche in seguito a urti, ribaltamenti, incendi, ecc..

La presenza di una batteria tampone garantisce anche la possibilità, irrinunciabile, di trasmettere automaticamente alla COP, in seguito ad un incidente, un segnale d'allarme corredato dalle informazioni che descrivono la posizione del veicolo e il tipo di merce e altri dati fondamentali per l'organizzazione dei soccorsi. Si tenga presente, infatti, che in questi malaugurati casi intervengono i sensori di incidente che interrompono istantaneamente l'alimentazione dell'impianto elettrico di tutto il veicolo

6. STATO DELLA RICERCA

Al momento attuale sono state definite le specifiche tecniche di una centralina sperimentale tenendo conto dell'esperienza acquisita durante le fasi precedenti della ricerca e dell'analisi descritta sinteticamente poco sopra ed è in corso la sua implementazione con la collaborazione della società Sistel di Milano.

Nel corso delle prossime settimane si dovrebbe procedere al montaggio del primo prototipo a bordo di un veicolo di prova e, successivamente, all'installazione di alcune di esse su veicoli commerciali per condurre una serie di simulazioni reali. A questo scopo si stanno definendo i termini di una collaborazione con società di autotrasporto e con industrie chimiche.

Nella parte conclusiva della memoria si riportano alcune figure che illustrano lo schema funzionale della centralina ed alcune componenti del sistema.

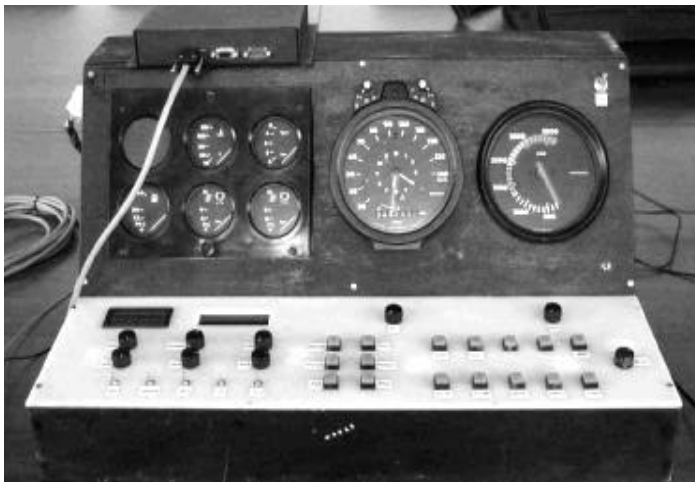


Figura 2. Pannello riprodotto il cruscotto di un veicolo pesante utilizzato per la messa a punto degli apparati di bordo e della centralina.

Figura 3. Esempio della Box Sat utilizzata per lo scambio dei messaggi tra CCC e COP con il veicolo.

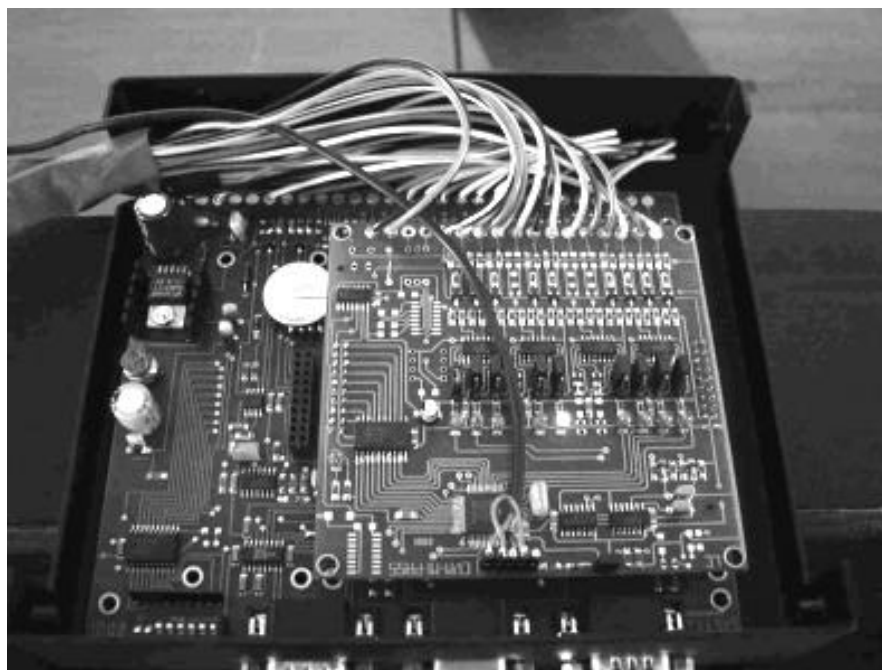


Figura 4. Parte circuitale della centralina di bordo utilizzata per la gestione e la trasmissione delle informazioni provenienti dai sensori.

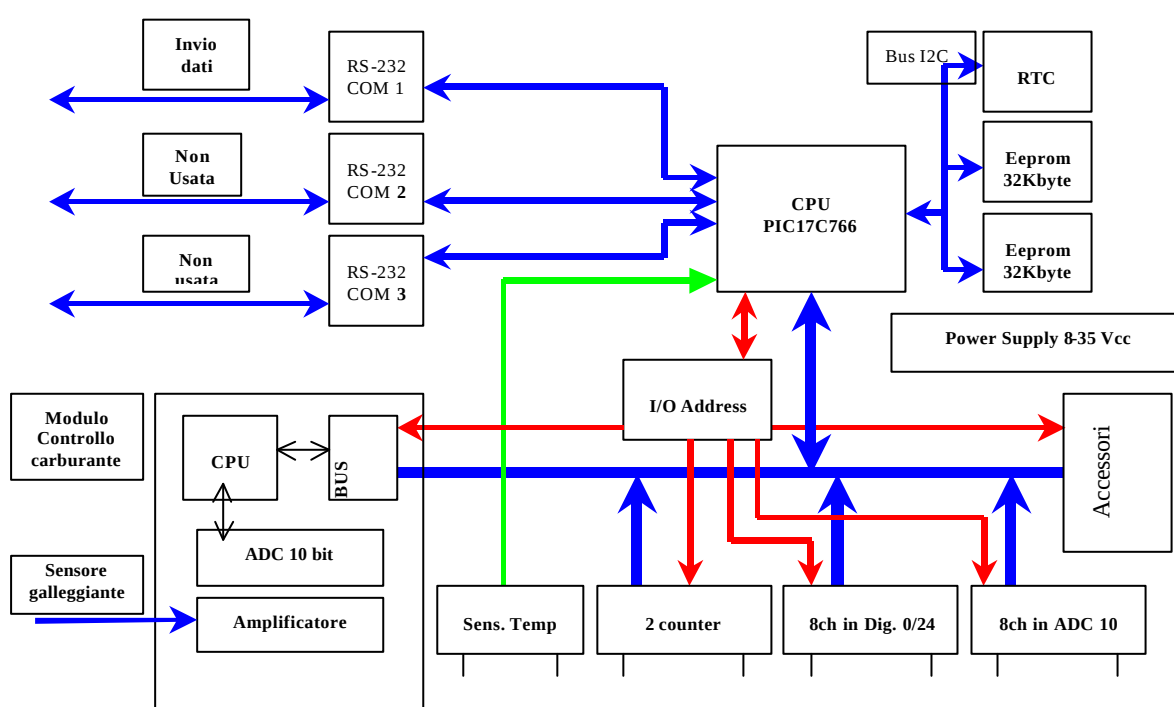


Figura 5. Caratteristiche funzionali della centralina di bordo.

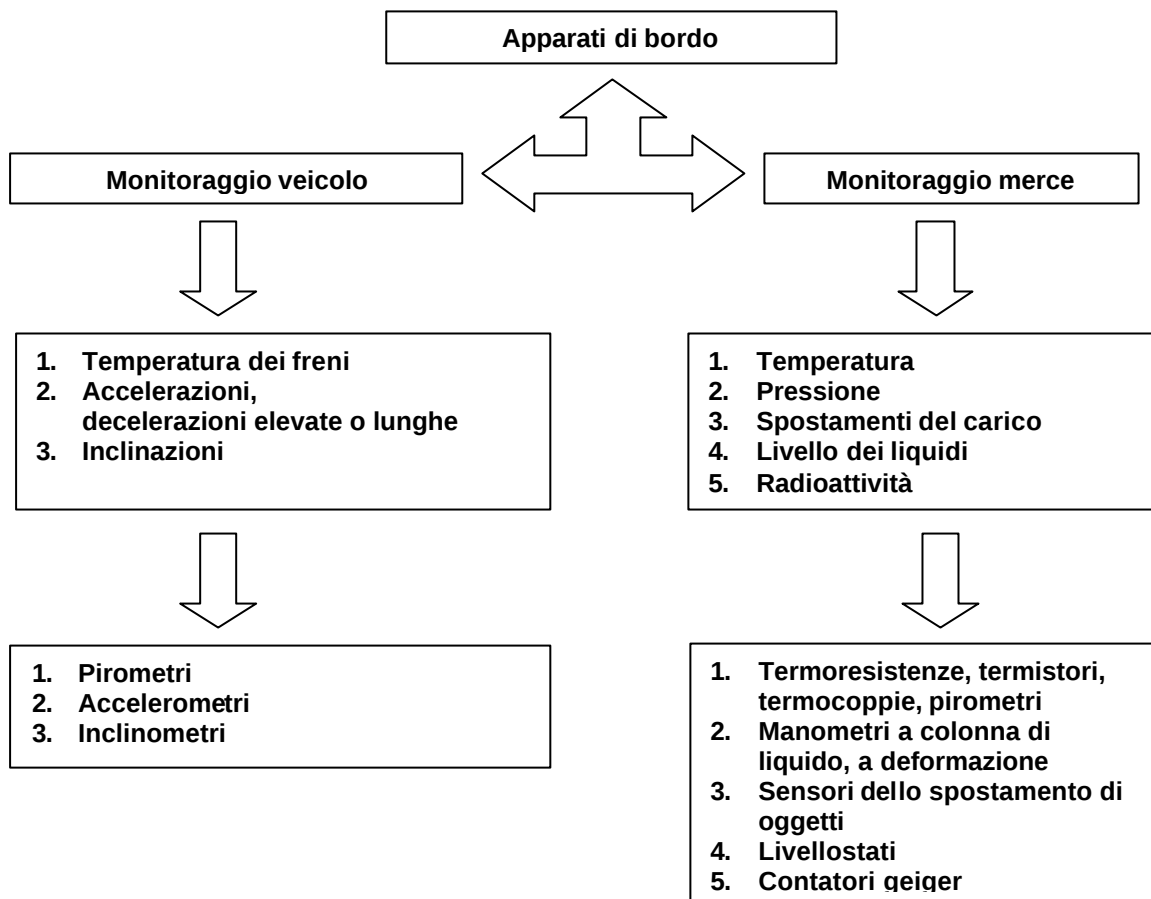


Figura 6. Schema funzionale dei dati rilevati dalla centralina di bordo e dei rispettivi sensori.

7. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- [1] Bertelle A., Haastrup P., “Trasporto di merci pericolose”, Il Sole 24 ore, 1996.
- [2] CNR Unità Operative linea E: Di Cave S., Donat S., Leonelli P., Maschio G., Mazzarotta B., Mengoli P., Podestà C., Spadoni G., “Relazioni Semestrali sullo Stato di Avanzamento” e “Relazioni Finali”, CNR, GNDRCIE - Linea E, Roma, Varie annualità
- [3] Dalla Chiara B., “Sistemi di localizzazione automatica: tecnologie e impieghi”, Trasporti Industriali N° 439, 1996.
- [4] Dalla Chiara B., “Quale evoluzione e quali tecnologie per il trasporto intermodale delle merci ?”, Seminario *Telematica per il trasporto intermodale*, UNINFO - Politecnico di Torino Dipartimento I.T.I.C., UNI, Milano, 6 maggio 1998
- [5] Dalla Chiara B., Russo Frattasi A., UNI-CEI Working Group, “Standard Framework on road traffic and transportation telematics”, Session “Regulation and Standards”, Proceed. of *INFOMOBILITY - International Conference and Exhibition on “Transport Telematics and Intelligent Transport Systems”*, Roma, June 23rd 1998
- [6] Economic Commission for Europe-Inland Transport Committee UN, “European Agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road (ADR) and protocol of signature”.
- [7] Enichem, “La sicurezza nel trasporto delle merci pericolose nell’industria chimica”, Enichem Logistica/Tecnica, 1995.

- [8] Federchimica, “Prevenzione e gestione delle emergenze nel trasporto dei prodotti chimici”, Progetto Responsible Care, 1994.
- [9] Federchimica, “SET (Servizio Emergenze Trasporti) Manuale Operativo”, CEFIC, 1997.
- [10] Freight Leaders Club, “La sicurezza delle merci pericolose”, Quaderno N° 1, 1995.
- [11] Infotransport, Autotrasporto merci, Quaderni Infotransport "Telematica ed informatica nei trasporti", Cinisello Balsamo, 1995.
- [12] Leonelli P, Spadoni G., “Ottimizzazione del trasporto di sostanze pericolose mediante minimizzazione del rischio indotto”, Seminario interno GNDRCIE, aprile 1998.
- [13] Maja R., Guerra C., Cortese V., “Telematica nei trasporti - Stato dell'arte delle tecnologie per l'intermodalità”, Relazione per Soc. Vela, Milano, 1995.
- [14] Maja R., Vescia G. (2000), “La sicurezza nel trasporto delle merci pericolose: coordinamento delle informazioni e prevenzione del rischio”, Trasporti & Trazione, N° 4/00, Milano, 2000, pag. 121-132
- [15] Mazzarotta B., “Sviluppo di Linee Guida per la valutazione del rischio nel trasporto di sostanze pericolose”, Seminario interno GNDRCIE, aprile 1998.
- [16] Mengoli P., Maja R., Progetto pilota del sistema TRAMP - Relazione Finale 1998, Progetto di massima del sistema, Relazione interna del CNR per l'anno di ricerca 1998, Roma, 2000, Contributo di Ricerca Contratto CNR GNDRCIE 98.00545.PF37 del 9/9/98.
- [17] Ministero dei Trasporti e della Navigazione - Servizio di Pianificazione e Programmazione, “Le politiche per l'innovazione tecnologica: telematica al servizio del trasporto merci pericolose”, *Appendice A 12.3 al capitolo 12 del Nuovo Piano Generale dei Trasporti e della Logistica - Documento tecnico*, Roma, 2000.
- [18] Movitrack, Hazardous Goods Monitoring – Application, Serti IV Project, 2000.
- [19] Pivi M., Maja R., “Struttura e organizzazione del trasporto di merci pericolose nell'ottica della prevenzione del rischio”, Trasporti & Trazione, N° 5, 1999.
- [20] Maja R., Marchionni G., Sala G., Studer L., Vescia G., “Progetto TRAMP - Sviluppo e applicazione di metodi per l'analisi preventiva del rischio e l'assegnazione degli itinerari”, Convegno nazionale VGR 2002 “Valutazione e gestione del rischio negli Insediamenti Civili e Industriali”, Pisa, 15-17 ottobre 2002