

PROGETTO DESTINATION

UNO STRUMENTO PER LA TUTELA DEL TERRITORIO ATTRAVERSO LA CONOSCENZA DEL RISCHIO ASSOCIATO AL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE SU STRADA

di Fabio Borghetti, Paolo Gandini, Paolo Seminati, Rosanna Iuliano e Luca Studer

IL PROGETTO **DESTINATION**, "MONITORAGGIO DEL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE COME STRUMENTO DI TUTELA DEL TERRITORIO" È INIZIATO NEL 2010 CON L'OBIETTIVO DI QUANTIFICARE E GESTIRE IL RISCHIO ASSOCIATO AL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE SU STRADA, CONSIDERANDO SIA LE VULNERABILITÀ ANTROPICHE CHE AMBIENTALI. PER RAGGIUNGERE QUESTO OBIETTIVO IL **SIIG - SISTEMA INFORMATIVO INTEGRATO GLOBALE** È STATO SVILUPPATO PER RACCOLGERE I DATI TERRITORIALI, NONCHÉ I DATI PROVENIENTI DAL MONITORAGGIO DEL TRASPORTO DELLE MERCI PERICOLOSE. IL **SIIG** ELABORA TALI DATI PER EFFETTUARE SIMULAZIONI FINALIZZATE ALL'IMPLEMENTAZIONE DI MAPPE TEMATICHE PER LA GESTIONE DEL RISCHIO.

IL TRASPORTO DI MERCI PERICOLOSE SU STRADA

Gli incidenti stradali che coinvolgono veicoli adibiti al TMP possono causare significativi danni all'uomo e all'ambiente. Nonostante tali eventi incidentali siano caratterizzati da una bassa probabilità di accadimento, le gravi conseguenze di alcuni eventi verificatisi nella storia hanno sensibilizzato l'opinione pubblica e motivato le istituzioni ad interessarsi al fenomeno e disponendo specifiche norme che ne regolamentano tuttavia solo in parte lo svolgimento.

I principali riferimenti normativi per la regolamentazione del trasporto terrestre di merci pericolose sono costituiti dall'ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route), relativo al trasporto stradale, e dal RID (Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses), relativo al trasporto ferroviario. Tali accordi tuttavia si limitano a disciplinare i trasporti di carichi pericolosi considerando esclusivamente le caratteristiche dei carichi stessi e dei contenitori, la tipologia e quantità di merci e i dispositivi e requisiti minimi di sicurezza a bordo dei veicoli.



Fig. 1 - Ribaltamento di un veicolo adibito al trasporto di gas propano.

Al contrario nulla viene specificato in merito all'interazione tra il sistema veicolo - infrastruttura - ambiente.

Le conseguenze concrete di un tale approccio consistono nell'assenza di misure finalizzate alla mitigazione del rischio trasporti che possono giungere anche alla restrizione al passaggio di alcune sostanze pericolose in aree caratterizzate da elevata densità abitativa, in prossimità di luoghi sensibili e in zone con particolare vulnerabilità ambientale. Nel caso d'incidente coinvolgente sostanze pericolose, le conseguenze non

si limitano alla sola componente antropica ma possono estendersi in modo rilevante anche all'ambiente: potenzialmente, infatti, un incidente di un mezzo per il trasporto di merci pericolose può determinare danni a cose, persone, fauna e flora, nonché la contaminazione dell'aria, delle falde, del suolo e del sottosuolo.

In altre parole il danno sociale comunque presente per un incidente tra veicoli può, in questo caso, essere ulteriormente aggravato dalla componente pericolosa della merce trasportata.



Fig. 2 - Ribaltamento di un veicolo adibito al trasporto di ammoniaca.

IL PROGETTO DESTINATION

Il Progetto Destination, finanziato nell'ambito del Tavolo Ambiente del Programma Operativo di Cooperazione Transfrontaliera Italia-Svizzera 2007-2013, coinvolge la Regione Piemonte (capofila), la Regione Lombardia, la Valle d'Aosta, la Provincia Autonoma di Bolzano e il Canton Ticino (CH).

Partecipano inoltre, in qualità di partner tecnici, il Laboratorio Mobilità e Trasporti del Politecnico di Milano, Lombardia Informatica S.p.a., CSI Piemonte e 5T S.r.l.

L'obiettivo principale consiste nello sviluppo e implementazione del Sistema Informativo Integrato Globale, operativo e non sperimentale, come strumento di supporto alle decisioni per i soggetti pubblici e privati in grado di accrescere quindi la sensibilità sul pericolo intrinseco e relativo rischio connesso al TMP.

Tale strumento permette l'acquisizione, l'analisi, elaborazione e la condivisione di dati territoriali, ambientali e relativi al TMP su strada, per una gestione più efficace ed efficiente delle attività connesse alle diverse fasi del TMP quali, ad esempio, pianificazione e prevenzione, assistenza durante il viaggio, gestione dell'emergenza in caso di incidente.

Le principali attività svolte all'interno del Progetto possono essere sintetizzate come segue:

- creazione di una rete di acquisizione e analisi dei dati sul TMP;
- implementazione di un modello di analisi del rischio da TMP;
- implementazione di strumenti di supporto alle decisioni per l'attuazione di interventi di carattere gestionale e/o infrastrutturale per la mitigazione del rischio.

LA COOPERAZIONE NELLA GESTIONE DEI DATI: ANALISI ED ELABORAZIONI

Le banche dati cartografiche ed alfanumeriche pubbliche, disponibili presso gli Enti regionali e provinciali, hanno costituito una risorsa fondamentale per raggiungere gli obiettivi di questo lavoro. Il loro utilizzo nell'ambito di progetti di ricerca applicata costituisce inoltre un'opportunità per valorizzare tale patrimonio informativo.

La sfida di rendere operativo ed efficiente uno strumento informativo come il SIIG si basa anche sulla necessità di costruire una base dati cartografica georeferenziata, che possa essere il più rappresentativa possibile

della reale distribuzione e delle caratteristiche degli elementi territoriali sull'area di progetto.

Il modello di analisi di rischio, associato al TMP, che è stato implementato pone la rete stradale come elemento centrale della modellazione. La strada rappresenta il contesto nel quale si muove il trasporto di merci pericolose ed è quindi la fonte (sorgente) di pericolo. Il territorio attraversato dalla rete stradale, a sua volta costituisce l'elemento vulnerabile ed è interpretato come la sommatoria di tutti i bersagli antropici e naturali che lo compongono.

LA STRADA COME SORGENTE DEL PERICOLO

La strutturazione di un grafo stradale idoneo al modello di analisi di rischio proposto si è basata su due tipi di elaborazione:

- editing geometrico eseguito attraverso la segmentazione in tratti da 50 metri. Tale articolazione ha consentito di variare in maniera molto dettagliata le caratteristiche del grafo e l'interazione della rete con il territorio circostante.
- attribuzione di ulteriori informazioni (caratteristiche della strada)

laddove non presenti nel dato originale e reperite da diverse fonti informative.

A partire quindi dalle basi dati stradali pubbliche dei partner è stato strutturato un grafo di progetto con associati i seguenti attributi fondamentali per l'analisi di rischio proposta:

- incidentalità stradale media annuale per tratto stradale, strutturata a partire da rilievi puntuali degli incidenti da parte degli organi competenti (forze dell'ordine) o derivati dai rapporti annuali ACI-ISTAT che associano ad ogni chilometro della rete stradale principale il numero di incidenti rilevati;
- TGM - Traffico veicolare Giornaliero Medio;
- velocità media;
- numero di corsie;
- probabilità che un incidente coinvolga un mezzo ADR, basata sui flussi di traffico stimati per ogni sostanza. In prospettiva derivante dai rilievi effettuati dai GATE installati nell'ambito del progetto sulla rete stradale e dalle On Board Unit installate sui mezzi di diverse società di trasporto del settore.

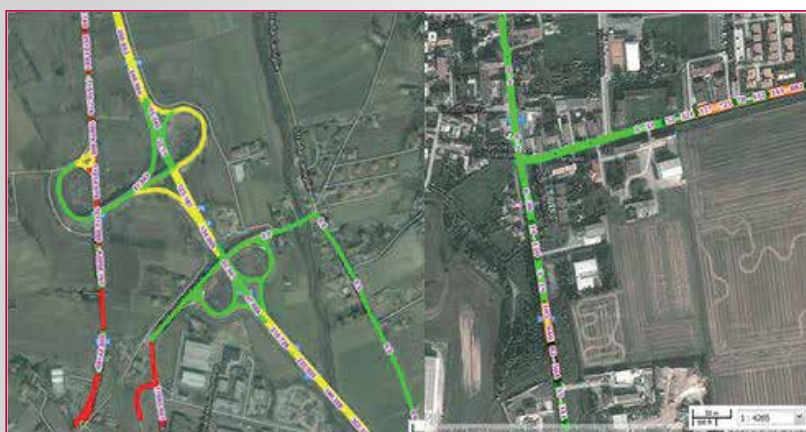


Fig. 3 - Esempio di mappatura del rischio degli archi stradali: rappresentazione sintetica.



Fig. 4 - Esempio di mappatura del rischio degli archi stradali: rappresentazione analitica.

L'UOMO E L'AMBIENTE COME BERSAGLI VULNERABILI

Anche l'analisi di vulnerabilità del territorio potenzialmente coinvolto da scenari incidentali da TMP è stata possibile solo grazie alla strutturazione, integrazione ed aggiornamento dei dati relativi ai bersagli umani ed ambientali.

Alle banche dati cartografiche considerate per la stima dell'esposizione umana è stato necessario associare un dato, il più rappresentativo possibile, di presenza di persone potenzialmente esposte agli scenari incidentali considerati. Attraverso tale approccio, sono stati stimati, a partire da dati statistici o reali:

- gli utenti delle varie strutture vulnerabili considerate (ospedali, scuole, centri commerciali);
- la popolazione residente e gli addetti dei vari settori localizzati sulle aree urbanizzate;
- i turisti;
- gli utenti della rete stradale;

Anche per i bersagli ambientali ed infrastrutturali è stato seguito lo stesso approccio. Per ogni area/elemento ambientale o territoriale vulnerabile sono stati indicati i metri quadri di estensione, che hanno consentito di stimare l'area esposta agli scenari di rischio:

- zone urbanizzate;
- beni culturali;
- aree boscate;
- aree protette;
- aree agricole;
- acque sotterranee;
- acque superficiali.

Tali operazioni di editing ed aggiornamento, sia lato strada che per i bersagli, sono state gestite ed effettuate in maniera coordinata tra i partner ed hanno consentito, per quanto possibile, di creare una base dati coerente ed integrabile su tutta l'area di progetto, nonostante la frequente presenza di dati in formati disallineati tra i diversi Enti territoriali.

IL SIIG PER LE ELABORAZIONI DI MAPPE DI RISCHIO

Il SIIG, come strumento di prevenzione e pianificazione, consiste in una piattaforma dotata di un'architettura di interfaccia con l'utente, costituita prevalentemente da maschere in cui è possibile l'inserimento di parametri e comandi di calcolo.

Lo strumento è in grado di effettuare elaborazioni standard, elaborazioni personalizzate e simulazioni, che prevedono la stima e la visualizzazione del rischio sulla rete stradale.

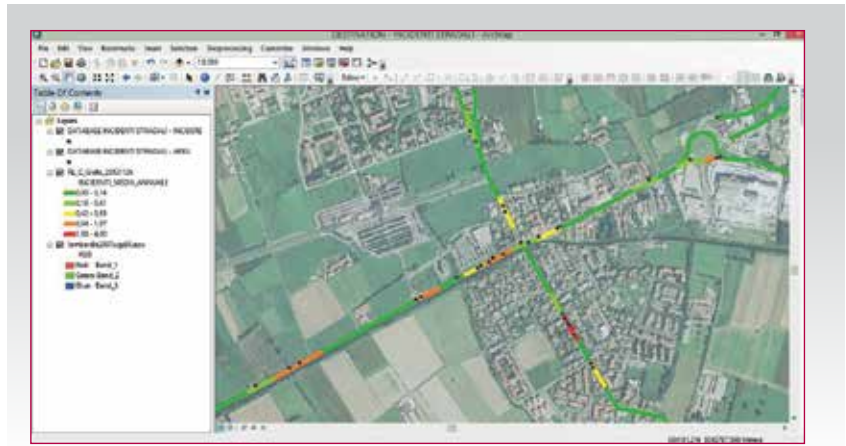


Fig. 5 - Esempio di mappatura dell'incidentalità stradale, associazione degli incidenti puntuali georeferenziati al grafo stradale di progetto.

L'elaborazione standard prevede la restituzione e visualizzazione del valore di rischio composto dalle 2 tipologie di rischio: il Rischio Sociale/Umano $R_{(soc)}$ e il rischio ambientale $R_{(amb)}$. L'elaborazione viene effettuata considerando la formula di rischio nella sua completezza senza la possibilità di modificare i valori o escludere/aggiungere alcuni dei parametri previsti. Inoltre è riferita alle condizioni temporali medie e meteo standard. L'elaborazione personalizzata permette di calcolare il rischio con la possibilità di variare (amplificando o mitigando) i valori o introdurre alcuni fattori correttivi, rispetto all'elaborazione standard, che considerano effetti quali ad esempio le condizioni meteo, la differenza tra giorno/notte, la stagionalità e flussi di traffico che incidono su specifici parametri della formula.

La simulazione è finalizzata alla valutazione di un rischio potenziale, in quanto riproduce la variazione del contesto (assetto) territoriale. L'utente può effettuare un editing aggiungendo su mappa un ulteriore bersaglio (esempio: presenza di un centro commerciale) o inserendo manualmente i valori dei parametri della formula del rischio. È evidente che tale operazione richiede una conoscenza del sistema (e del suo funzionamento) da parte dell'utente al fine di poter conseguire risultati affidabili.

CONCLUSIONI

Il progetto Destination si è proposto, tra gli obiettivi prioritari, l'implementazione di un modello di rischio declinabile su contesti di diversa scala territoriale e riferito tanto alla componente (bersagli) antropica quanto a quella ambientale. Quest'ultima componente, infatti, ha reso il progetto particolarmente innovativo poiché la valutazione delle conseguenze di scenari di rischio da TMP su bersagli ambientali ha ri-

chiesto specifici modelli di calcolo. Grazie anche a tale modello, il progetto ambisce ad accrescere la sensibilità nei confronti del rischio associato al trasporto di merci pericolose su strada in un ambito normativo nazionale e comunitario che presenta rilevanti lacune. Il modello di rischio implementato ha previsto una complessa fase di confronto tra partner relativa alle scelte progettuali in cui si è reso necessario verificare la tipologia di dati da utilizzare. La valutazione del rischio, unitamente all'implementazione di una rete di monitoraggio del trasporto ADR sull'area di progetto, ha consentito la creazione di strumenti di supporto alle decisioni nell'ambito della pianificazione territoriale e prevenzione.

Il SIIG, alimentato dalla rete di monitoraggio e dai dati ambientali e territoriali, costituisce quindi uno strumento di supporto alle decisioni nell'ambito della pianificazione territoriale, della prevenzione e gestione dell'emergenza associato a un evento rilevante coinvolte TMP.

L'implementazione di mappe tematiche di rischio, differenziate in funzione del tipo di bersaglio, rappresenta uno strumento utile per integrare e rendere maggiormente efficace l'impianto normativo nazionale e comunitario attualmente poco strutturato.

In relazione ai possibili futuri sviluppi, si sottolinea la possibilità di inserire all'interno del modello di rischio implementato le gallerie. Tali strutture, infatti, non sono state al momento incluse nelle valutazioni del Progetto per la rilevante complessità relativa alla gestione di tali infrastrutture, anche in relazione alle prescrizioni normative previste dall'ADR. Infine, in considerazione dell'impianto normativo che regola anche il trasporto di merci pericolose (Direttiva 2010/40/CE - ITS) è stata va-

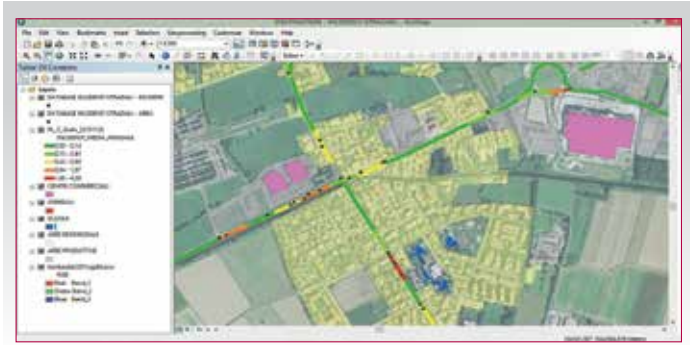


Fig. 6 – Esempio mappatura delle banche dati relative ai bersagli umani sull'area oggetto della figura 5.

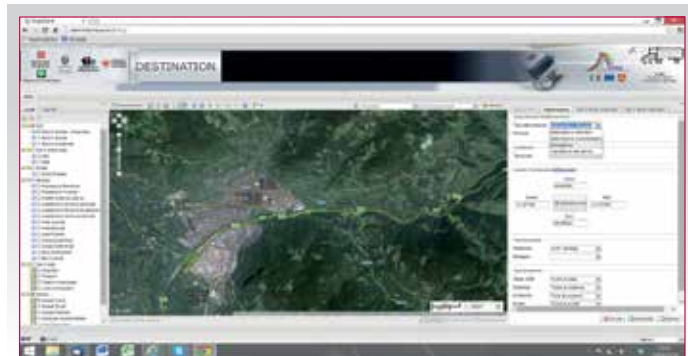


Fig. 7 - Interfaccia grafica SIIG.

luta la possibilità di implementare dei servizi di info traffico che il SIIG potrebbe garantire ai veicoli (flotte) che parteciperanno al progetto. Tali informazioni potrebbero riguardare le condizioni di viabilità sugli itinerari di interesse, i percorsi alternativi (praticabili) e le condizioni meteo.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il gruppo di lavoro di Regione Lombardia e Regione Piemonte, Regione Valle d'Aosta, Provincia Autonoma di Bolzano e Canton Ticino per il prezioso contributo alle attività svolte per la disponibilità dimostrata. Un ulteriore ringraziamento è rivolto a Lombardia Informatica, CSI Piemonte e 5T S.r.l.

BIBLIOGRAFIA

ADR, 2010. European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR applicable as from 1 January 2011). United Nations Economic Commission for Europe, ISDN 978-92-1-139140-4. Geneva, Switzerland.

Gandini P, Bratta F, Orso Giaccone M., Studer L., "Dangerous goods transportation by road: a risk analysis model and a global integrated information system to monitor hazardous materials land transportation in order to protect territory". V International Conference on Safety and Environment in Process and Power Industry, vol. 26, part 2. Giugno 2012.

Maja R., Marchionni G., Rainoldi G., Bruglieri M., 2008, Safety in hazardous material road transportation: state of the art and emerging problems, NATO Science for Peace and Security Series E: Human and Societal Dynamics, Vol.45, Part 1, 88-129, ISBN 978-1-60750-363-7. Amsterdam, the Netherlands. IOS Press.

Bubbico R, Di Cave S., Mazzarotta B., "Risk analysis for road and rail transport of hazardous materials: a GIS approach", J. Loss Prev. Proc. Ind., 17(6) 483-488, 2004.

Marchionni G., Rainoldi G., R. Maja., "Mappatura del rischio trasporti di materiale pericoloso in Regione Lombardia" Relazione interna per il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Progetto SNSTMP - Sperimentazione di un sistema nazionale di sicurezza per il trasporto di merci pericolose, Milano, 2007.

Borghetti F., Gandini P., Iuliano R., Studer L., Maja R., Pastorelli G. (2013). PROGETTO DESTINATION - Quantificare e gestire il rischio associato al trasporto di merci pericolose su strada. ENERGIE & AMBIENTE OGGI, vol. 10; p. 68-71, ISSN 2039-9774

Borghetti F., Gandini P., Iuliano R., Bonura L., (2014). Merci pericolose sotto controllo. LE STRADE, vol. 7; p. 100-104, ISSN: 0373-2916

Incidenti stradali coinvolgenti merci pericolose (2012). Ministero dell'Interno. Dipartimento dei Vigili del Fuoco del soccorso pubblico e della difesa civile.

PAROLE CHIAVE

PROGETTO DESTINATION; GESTIONE DEL RISCHIO; SIIG

ABSTRACT

THE DESTINATION PROJECT, "MONITORING THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS AS A MEANS OF PROTECTING THE TERRITORY" STARTED IN 2010 WITH THE AIM TO QUANTIFY AND MANAGE THE RISK RELATED TO THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS BY ROAD, CONSIDERING BOTH ANTHROPIC AND ENVIRONMENTAL VULNERABILITIES. TO ACHIEVE THIS GOAL THE GIIS - GLOBAL INTEGRATED INFORMATION SYSTEM - WAS DEVELOPPED TO COLLECT TERRITORIAL DATA AS WELL AS DATA COMING FROM THE MONITORING ACTIVITY OF DANGEROUS GOODS TRANSPORTS. THE GIIS PROCESSES THESE DATA BY ELABORATIONS AND SIMULATIONS IN ORDER TO CREATE RISK MAPS.

AUTORI

FABIO BORGHETTI
 Fabio.borghetti@polimi.it
 POLITECNICO DI MILANO

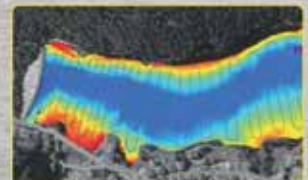
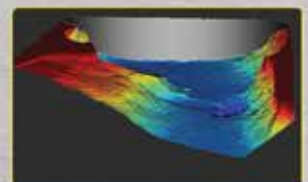
PAOLO GANDINI
 paolo.gandini@polimi.it
 POLITECNICO DI MILANO

Natanti robotizzati

Rilievi batimetrici automatizzati
 Acquisizione dati e immagini
 Mappatura parametri ambientali
 Attività di ricerca



Studi e servizi di ingegneria - Robotica di servizio



Vendita - Noleggio - Servizi chiavi in mano - anche con strumentazione cliente

Strada Salga 38C - 10072 Caselle (TO) - Tel. 3389258046 - info@aerrobotix.com - www.aerrobotix.com