

Gestione della sicurezza stradale e monitoraggio degli incidenti mediante l'utilizzo del sistema WebGIS

Carlo Faccin (*), Pierluigi Rossini (*), Luisa Zavanella (*), Maurizio Tira (**), Ersilia Chiaf (**),
Consuelo Marini (***), Angela Ortogni (***)

(*) Area Tecnica, Provincia di Brescia, P.za T. Brusato 20 - 25121 Brescia
(cfaccin, prossini,lzavanella)@provincia.brescia.it

(**) Università degli Studi di Brescia, Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio e Ambiente.
(maurizio.tira, ersilia.chiaf)@ing.unibs.it

(***) Cogeme Informatica srl – Via XXV Aprile, 18 - 25038 Rovato (BS)
(consuelo.marini,angela.ortogni)@cogeme.com

Sommario

La Provincia di Brescia, provincia pilota nel monitoraggio della strada e degli incidenti, ha attivato un sistema geografico informativo che permette l'informatizzazione e la georeferenziazione degli elementi ed eventi che caratterizzano la gestione e manutenzione delle arterie stradali, tra cui le caratteristiche geometriche della carreggiata, la segnaletica, le concessioni, le opere d'arte, gli incidenti stradali. Tramite apposito software che interagisce con il grafo stradale calibrato, è possibile la restituzione di cartografie tematiche e tabulati utili alla gestione amministrativa del patrimonio e l'incrocio delle informazioni ai fini di una migliore programmazione manutentiva e interpretazione delle problematiche.

Tra queste assume particolare rilevanza l'aspetto dell'incidentalità, che trova applicazione nell'analisi dei punti neri della viabilità, a supporto di procedure di "road safety review".

Grazie anche ad una collaborazione tra Provincia di Brescia, COGEME informatica, Fondazione COGEME e il Dipartimento DICATA dell'Università degli Studi di Brescia, si riporta un esempio di sinergia tra enti per elaborare le informazioni raccolte sugli incidenti stradali georiferiti, al fine di estrarre degli indici descrittivi sulla densità, lesività e gravità degli incidenti stessi, quale informazione geospaziale riportata sul territorio mediante uno strumento webgis. Il paper illustra le potenzialità del sistema informativo e le applicazioni nella ricerca dei fattori di rischio delle strade, con esempi sia di carattere cartografico che gestionale.

Abstract

The Province of Brescia makes use of a geographic information system to manage the objects and events which pertain to the management and updating of the road system, including geometrical road attributes, road signs, concessions, infrastructural road elements, and road accidents. With a specific software which permits an interaction with the road segments it is possible to create thematic maps and tables useful for the administration of the patrimony and for cross relation of information aimed at improving problem-solving and programming interventions.

Among these topics, road accidents play a decisive role supporting black-spots analysis and road safety review procedures.

Thanks to a collaboration among the Province of Brescia, COGEME Informatica, Fondazione COGEME and the Department DICATA of the University of Brescia, this paper describes an example of synergy between different institutions to promote a collaborative activity of road accident analysis. This data is then processed to extract descriptive indices of road safety, such as accident risk and danger as well as injury index. This data is represented using a webgis portal giving a powerful tool to distribute information both for planners and decision makers.

1 - Introduzione

L'analisi degli incidenti stradali per migliorare le condizioni di sicurezza si può appoggiare su tre metodi complementari (Fleury *et al.*, 1991):

- l'analisi statistica dell'incidentalità e dei rischi, basata principalmente sul trattamento delle informazioni contenute nei rapporti statistici informatizzati di incidente (è il metodo più diffuso);
- l'analisi dettagliata dei casi di incidente (che si può definire *approccio clinico*), a partire dall'analisi dei rapporti di polizia, spesso completata da un sopralluogo; tale analisi si basa sia sugli incidenti di taluni settori all'interno del dominio di studio (Fleury *et al.*, 1990), sia su degli insiemi rappresentativi di incidenti ottenuti per campionatura aleatoria (Brenac *et al.*, 1996); questa analisi è indispensabile per avere una comprensione reale dei fenomeni che permetta l'evidenziazione di possibilità di interventi efficaci e calibrati, ma a causa dell'onerosità economica, di tempo e di mezzi è la meno diffusa;

- l'analisi cartografica della ripartizione spaziale degli incidenti (Fleury *et al.*, 1990 ; Maternini, 1994 ; Tira e Brenac, 1999); tale analisi permette di mettere in evidenza le zone di accumulo degli incidenti e di fare emergere di conseguenza una serie di ipotesi sui legami tra la gestione stradale (e urbana) e le caratteristiche d'utilizzazione di talune strade e le diverse tipologie d'incidente.

Nel paper si illustrerà un esempio di questo terzo approccio e di come una piattaforma integrata con i dati della rete stradale e degli incidenti stradali sia molto utile per l'analisi dei fattori di rischio.

Un Sistema Informativo Geografico (GIS) è infatti in grado di fornire quel genere di informazioni e gli strumenti per l'elaborazione dei dati e la rappresentazione dei risultati in formato grafico. L'obiettivo dell'analisi qui illustrata è quello di utilizzare il sistema informativo geografico per eseguire una valutazione della pericolosità della strada sulla base degli incidenti, dei flussi di traffico e dei dati geometrici e di gestione della strada (accessi, limiti legali di velocità, ecc.). L'obiettivo è utilizzare un GIS accessibile via web per gestire attraverso una piattaforma condivisa tutte le informazioni utili per produrre una carta di rischio dei segmenti stradali a supporto della pianificazione urbanistica e del traffico.

2 – Metodologia per l'identificazione dei nodi e dei tronchi critici della viabilità

2.1 – Materiali, metodi e caso di studio

Come strumenti di analisi e applicativi dedicati è stata utilizzato un sistema di database e server di mappe basato su UMN Mapserver, Postgresql ed R, tutti applicativi *open source* ovvero liberamente distribuibili e modificabili. Come visibile in figura 1 il sistema comprende diversi schemi, protocolli ed applicativi per arrivare ad un flusso di informazioni ed elaborazioni integrato. Il database Postgresql rispettivamente nella versione 8.4 contiene i dati geografici in formato Postgis versione 1.5.0. UMN Mapserver nella sua versione 5.6.2 fornisce le viste includendo tutti i livelli e le tematizzazioni necessarie per una navigazione geografica del dato. R è l'applicativo che esegue parte delle funzioni di analisi, insieme alle funzioni messe a disposizione dalla libreria Postgis. PHP e Mascript sono linguaggi utilizzati per integrare gli applicativi sopra menzionati e lanciare i comandi necessari alle elaborazioni.

L'area di studio è un'aggregazione di comuni siti nella Franciacorta. In particolare il comune di Cazzago San Martino è il comune pilota dove è iniziato il monitoraggio di alcuni assi stradali al fine dell'estrazioni dei dati sui flussi di traffico e la raccolta di informazioni sulle velocità ed il numero ed il tipo di veicoli. La collaborazione tra COGEME Informatica, Fondazione COGEME, il Comune di Cazzago San Martino, la Provincia di Brescia e il DICATA dell'Università degli Studi di Brescia ha permesso di posizionare delle spire contatraffico, in punti scelti adeguatamente (vedi figura 2), per registrare i dati del traffico nel tempo da elaborare successivamente in rapporto all'incidentalità. Inoltre sempre tramite un accordo tra COGEME Informatica e Provincia di Brescia è stata possibile l'acquisizione di una parte significativa di incidenti georeferenziati con le informazioni previste dai campi della scheda ISTAT come illustrato in figura 3.

Il dato acquisito dai punti di monitoraggio viene elaborato con R per estrarre informazioni statistiche sul numero di veicoli e sulla velocità media, associando queste informazioni al tronco stradale monitorato. Per quanto riguarda la posizione degli incidenti, questi vengono associati a segmenti di strada di 100 m per poter associare il numero e la gravità degli incidenti ad una data posizione nel catasto strade. Per eseguire questa operazione sono state utilizzate delle funzioni incluse nella libreria Postgis che hanno permesso sia di dividere gli assi stradali in tronchi di lunghezza limitata, sia di aggregare a livello di questi segmenti le informazioni sugli incidenti (i.e. numero di incidenti, numero di feriti e morti).

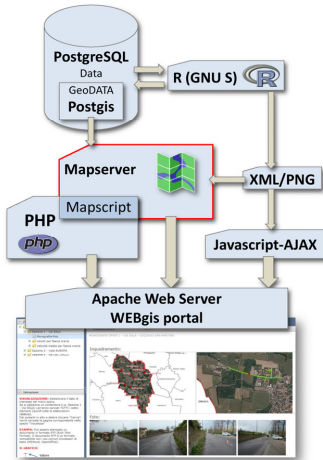


Figura 1 – Schema del sistema implementato.

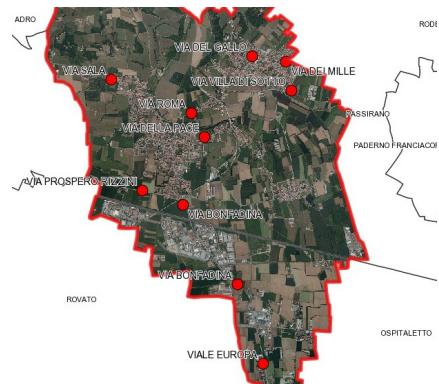


Figura 2 – Posizione delle spirole di monitoraggio nel territorio.

Livello: Incidenti -> Geolocalizzazione_anno	
Nome: Strade_oggetto_monitoraggio	
Attributo	Valore
Anno	204
Data_incidente	2002-07-03
Organo_rilevatore	Agente di polizia municipale
Organo_coordinatore	Gruppo Carabinieri
Loc_incidente	Statale
istat_tipo_strada	Una carreggiata a doppio senso
istat_pavimentazione	Strada pavimentata
istat_intersezione	Rettilineo
istat_fondo_strada	Asciutto
istat_segnaletica	Orizzontale
istat_meteo	Sereno
istat_natura_incidente	Scontro laterale
Totale_morti_24h	Fuoriuscita, sbandamento
Totale_morti_30g	infortunio per frenata improvvisa
Tot_feriti	infortunio per caduta da veicolo
Nome_strada	Urto con veicolo in sosta
Data_inserimento	Urto con treno
Ora_incidente	Urto con ostacolo
	Scontro frontale
	Scontro frontale-laterale
	Scontro laterale
Conferma modifiche	Tamponeamento
	Investimento di pedoni
	Non disponibile
	Non rilevabile
	Non rilevato

Figura 3 – Scheda incidente con informazioni ISTAT a sinistra, posizione degli incidenti con assi stradali a destra.

2.2 – Alcuni primi risultati

Dal monitoraggio è stato possibile estrarre informazioni sulla velocità dei veicoli nelle varie fasce orarie (figura 4) per poi associarle ad un dato segmento del catasto strade. Questa informazione,

unita ai dati di traffico, permette di avere un'idea di alcuni potenziali fattori di rischio (e.g. alte velocità e loro rapporto con il traffico, numero di veicoli per fasce orarie orarie, ecc.).

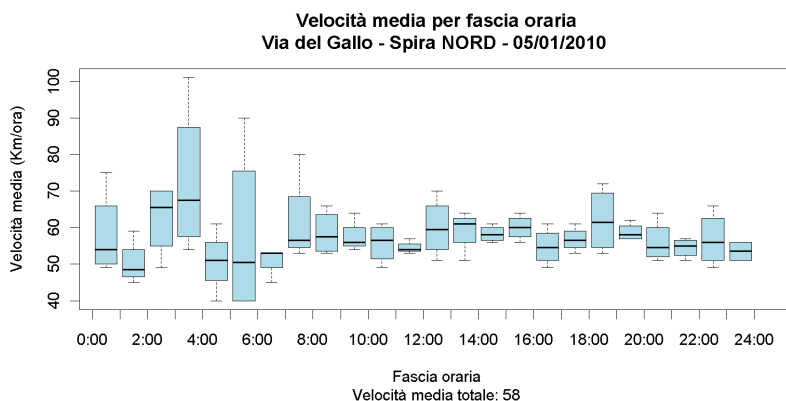


Figura 4 – Boxplot delle velocità in fasce orarie.

Dalla localizzazione e rappresentazione degli incidenti è possibile poi eseguire un'analisi della concentrazione di incidenti in un dato segmento di strada, la quale può essere correlata ad un indice di rischio. Come illustrato in figura 5 è stato possibile tematizzare il livello degli assi stradali per evidenziare i punti che possono risultare critici.

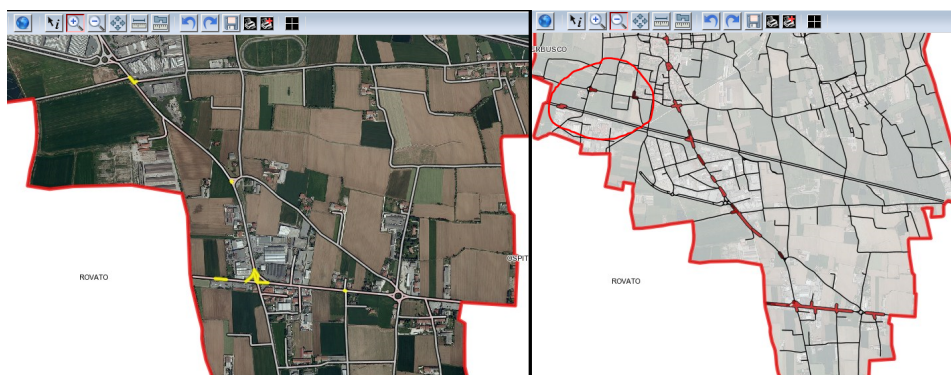


Figura 5 – Esempificazione dei primi risultati dell'elaborazione dei punti critici.

3 – La definizione degli interventi

3.1 - Determinazione dei tronchi omogenei

L'individuazione dei tronchi omogenei ha la finalità di consentire l'elaborazione di soluzioni progettuali coerenti con le caratteristiche geometriche e di traffico della tratta stradale di volta in volta in esame, con formulazioni ripetibili sulle medesime tipologie di tronco. A tale scopo l'ausilio dei dati dell'archivio informatizzato del catasto stradale costituisce un agevole supporto.

I tronchi omogenei vengono determinati in base ai criteri indicati nel rapporto CNR del 13/3/1998 n. 13465 *Criteri per la classificazione della rete stradale esistente ai sensi dell'art. 13, comma 4 e 5 del Nuovo codice della strada*. Tale documento permette di individuare i *tronchi omogenei* quando «l'insieme degli elementi significativi per l'analisi (caratteristiche tecniche dell'infrastruttura, livello di traffico, disciplina della circolazione, condizioni ambientali prevalenti) si mantengono in

un campo di variabilità ristretto. Quanto all'estesa, i singoli tronchi omogenei non dovranno risultare inferiori a circa 1 km in ambito extraurbano ovvero a 100 m in ambito urbano».

La prima distinzione si effettua tra i tronchi urbani e quelli extraurbani; in ambito urbano le caratteristiche geometriche, di traffico e di circolazione sono molto variabili e comportano l'individuazione di un numero più elevato di tronchi, di lunghezza limitata.

In particolare, la delimitazione di un tronco avviene in corrispondenza delle intersezioni, che rappresentano gli elementi di interruzione della continuità delle caratteristiche dell'infrastruttura.

Dopo questa prima suddivisione, i singoli tronchi sono raggruppati in tipologie in funzione dei seguenti aspetti:

- classe funzionale della strada (ex art. 2 del codice della strada);
- caratteristiche geometriche (numero delle corsie per senso di marcia, larghezza della sezione stradale, larghezza della corsia di marcia, larghezza della banchina, ecc.);
- limite di velocità legale;
- possibilità di sorpasso (possibilità di compiere un sorpasso in relazione alla distanza delle intersezioni, alle caratteristiche planimetriche e alla presenza di accessi);
- volume di traffico (traffico giornaliero medio);
- composizione del traffico.

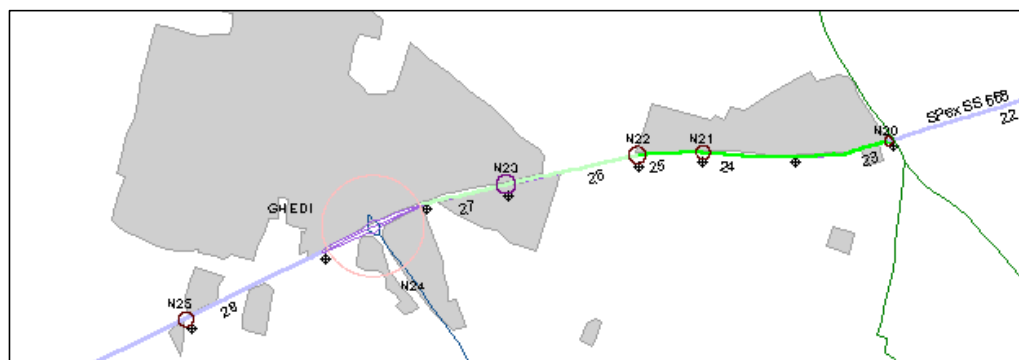


Figura 6 – Esempio di individuazione sul grafo stradale dei tronchi omogenei.

3.2 - Individuazione dei fattori di pericolosità

L'individuazione dei fattori di pericolosità viene effettuata sulla base della mappatura degli incidenti stradali e sui riscontri di ispezioni in sito da parte di un'equipe di tecnici esperti nelle diverse problematiche: manutenzione stradale, progettazione, trasporto pubblico, sicurezza stradale. Di tale equipe fanno parte i funzionari dell'ente gestore che si occupano di tali materie, il sorvegliante della strada con uno o più tecnici esterni all'ente.

La prima fase di questa operazione ha come obiettivo la ricognizione delle criticità dell'infrastruttura già note all'ente gestore e la rielaborazione delle informazioni contenute nel sistema informativo del catasto stradale (caratteristiche geometriche, di traffico, concessioni, opere d'arte, ecc.). Di particolare importanza è il personale che gestisce la manutenzione, in quanto è in grado, con l'ausilio di liste di controllo semplificate preventivamente messe a punto, di segnalare sulla cartografia le criticità già note.

La seconda fase consiste nel sopralluogo. Esso viene effettuato lungo l'asta in esame nei due sensi di marcia, con lo scopo di valutare tutti i possibili fattori di rischio di natura infrastrutturale e gestionale, localizzati o in continuità. I luoghi in corrispondenza dei quali si è accertato, attraverso la mappatura dei dati degli incidenti, accumulo di eventi sinistrorsi vengono approfonditamente esaminati al fine di stabilire le cause che determinano l'incremento del rischio di incidente.

Successivamente al sopralluogo, i filmati dinamici delle strade contenuti nel catasto stradale consentono di ripercorre virtualmente la tratta in esame per soffermarsi sui punti critici.

Nel caso di studio e nel progetto nel suo complesso, si aggiungerà anche l'esame della dinamica sequenziale dei singoli incidenti attraverso l'attribuzione a scenari prototipali reperibili da letteratura (Tira *et al.* 2008). Si tratta di una tecnica molto efficace e ricca di suggerimenti progettuali, che "si nutre" di informazioni anche non codificabili (tra cui i verbali e le testimonianze delle forze di polizia). Evidentemente il reperimento di tali informazioni anche onerose è possibile in quanto trattasi di un progetto su piccola scala (comunale).

3.3 - L'elaborazione delle schede tecniche contenenti le soluzioni progettuali

Nel caso di studio, a seguito delle informazioni ottenute con i vari metodi, per ciascuna criticità viene compilata una scheda che descrive gli elementi potenzialmente di rischio e formula le possibili azioni correttive. Tali schede contengono la localizzazione della criticità, le caratteristiche della tratta in cui è stata riscontrata (con riferimento ai tronchi omogenei individuati), la descrizione della situazione attuale ed infine la descrizione delle azioni correttive proposte. La priorità dell'intervento viene valutata sulla base degli indici di incidentalità calcolati.

4 - Discussione e conclusioni

Come tutti i risultati di elaborazioni statistiche, i dati vanno confrontati con il territorio e con la consapevolezza della sua dinamicità. Ad oggi i dati sugli incidenti sono relativi a diversi anni mentre quelli del monitoraggio del traffico sono relativi ad un solo istante temporale (tre giorni di rilievo), quindi dal punto di vista temporale non c'è una significativa sovrapposizione.

È altresì importante sottolineare la necessità di un'attenta analisi del territorio nella valutazione dei risultati. Ad esempio, uno dei punti di indagine che risultano critici è già stato oggetto di interventi infrastrutturali (la costruzione di una rotonda), che hanno mitigato il rischio. Sarebbe quindi necessaria una ulteriore divisione dei dati che consideri il prima e il dopo, permettendo quindi una serie temporale di tematizzazioni dei punti critici a seconda degli anni considerati.

Gli sviluppi futuri sono diversi, prima di tutto sicuramente testare e rendere operativo un sistema collaborativo (Pirotti *et al.*, 2010) che permetta l'aggiornamento costante dei dati sia del monitoraggio sia degli incidenti. I meccanismi presentati possono essere resi automatici con un'attenta pianificazione del flusso di dati in entrata con conseguente analisi semiautomatica che presenti i risultati agli organi preposti ad eseguire interventi di mitigazione del rischio. E' sempre più chiara la necessità di una sinergia tra i diversi soggetti interessati. Gli strumenti che permettono l'acquisizione dei dati e le elaborazioni ci sono, è fondamentale che ci sia sinergia nei soggetti nella filiera che raccoglie i dati, li trasmette, li gestisce su GIS, li elabora e chi poi li utilizza consultando i sistemi messi a disposizione (e.g. portali webgis).

5 - Riferimenti bibliografici

Faccin C., Zavanella L., Savoldi E., Rossini P., Boroni A. (2007), Piano del traffico della viabilità extraurbana, Relazione tecnico-metodologica, Provincia di Brescia.

<http://www.provincia.brescia.it/portal/page/portal/provincia/temiProvincia/lavoriPubblici/ptve>

Fleury D, Fline C, Peytavin J.F. *et al.* (1990), Diagnostic de sécurité sur un département, application au cas de l'Eure et Loir. Rapport INRETS, n° 125, 199 p.

Fleury D, Fline C, Peytavin J.F. (1991), Diagnostic local de sécurité, outils et méthodes. INRETS, SETRA, 62 p.

Fleury, D. et T. Brenac - Prototypical scenarios, a means for describing traffic accident phenomena in road safety research and diagnostic studies. Proceedings of the ICTCT 97 Conference, 5-7 Nov., Lund, Sweden, 1996.

INSPIRE - 2007/2/EC 14 March 2007 (2007),

- http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/it/oj/2007/l_108/l_10820070425it00010014.pdf.
- IntesaGIS (2006), Il Catalogo degli Oggetti.
www.cnipa.gov.it/site/_files/In1007_12_vers2006_33.pdf.
- Jiugang L, Xinming T, Zhengjun L, Minyan D. (2009), "Design and Implementation of Webgis for Government emergency management based on SOA". The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXVIII-7/C4.
- Maternini G. (1994), La sicurezza del pedone in città. Il Caso di Brescia (Vol. 1), Sintesi, Brescia.
- Obe RO, Hsu LS. (2010), PostGIS in action Manning Publications Co. Eds. pp. 95-98.
- Pirotti F, Guarnieri A, Vettore A. (2010), Atti del convegno WebMGS – 1st International Workshop on Pervasive Web Mapping, Geoprocessing and Services, 26-27 agosto 2010, Como.
- SafetyNet (2009), Quantitative road safety targets. http://ec.europa.eu/transport/road_safety/
- Tira M, Ventura V. (1997), Elderly people accident mapping in urban environment and possible solutions to improve safety: the case of a middle sized Italian town. Colloque international 'Ville et Vieillessement', 8-10 octobre 1997, Arles, France.
- Tira M, Brenac T, Michel J.E. (1999), "Insécurité routière et aménagement de la ville Etude et cartographie de scénarios d'accident". Transport Environnement Circulation. vol. 155, pp. 22-30 ISSN: 0397-6513.
- Tira M, Bresciani C, Costa F. (2008), *A decision tool for improving road safety for pedestrians*. In: Walk with Barcelona. A moving city. Barcelona, 8-10 October 2008, BARCELONA: Camina
- World Health Organization (2002), The injury chartbook: a graphical overview of the global burden of injuries. Geneva, World Health Organization.
- Yang MD, Lin CC, Chen SC, Su TC. (2007), "A Web-GIS disaster management system applied in central Taiwan". Atti del convegno 2nd International conference on urban disaster reduction, 27-29 novembre 2007, pp 213-218.