

# **Policemap: un'applicazione della fotogrammetria digitale per il rilievo degli incidenti stradali.**

Marcello Pellegrini\*, Paolo Tonani\*, Luca Menci\*\*, Michele La Fortezza\*\*\*

(\*) Autostrade per l'Italia SpA,  
DSEV - Direzione Servizi Evoluti  
SRT - Sistemi e Servizi per Reti Viarie,  
CP 2310 Ferrovia, 50100 Firenze  
[mpellegrini@autostrade.it](mailto:mpellegrini@autostrade.it)  
[paolo.tonani@autostrade.it](mailto:paolo.tonani@autostrade.it)

(\*\*) menci software S.r.l.,  
via Martiri di Civitella, 11  
52100 Arezzo  
[luca@menci.com](mailto:luca@menci.com)

(\*\*\*) Direttore 2° divisione Polizia Stradale  
Ministero dell'Interno,  
Via del Viminale, 1  
00186 Roma  
[michele.lafortezza@dcft.mininterno.it](mailto:michele.lafortezza@dcft.mininterno.it)

## **Riassunto**

La mobilità urbana ed extra-urbana che caratterizza i nostri tempi influisce significativamente sulla qualità di vita dei cittadini. Ciò si traduce in una richiesta di miglioramento dei servizi di viabilità, di maggiori e migliori infrastrutture ed, anche, di maggiore rapidità ed efficienza negli interventi, specie in conseguenza di situazioni di forte criticità, come quelle che si determinano a seguito di incidenti stradali.

Il sistema PoliceMap è nato da una collaborazione fra Autostrade per l'Italia e Polizia Stradale per velocizzare al massimo le operazioni di rilievo da eseguirsi direttamente sul luogo dell'incidente automobilistico, così da liberare al più presto la sede stradale e minimizzare eventuali code e, quindi, rischi sia per i mezzi e persone coinvolte nell'incidente e nelle attività di soccorso, sia per i veicoli che sopraggiungono.

Il sistema consente, infatti, il rilievo metrico dell'area interessata dall'evento infortunistico mediante l'acquisizione di fotografie digitali sul luogo, senza necessità di misure a terra e, quindi, la successiva rappresentazione geometrica della scena con semplici attività di back-office.

Scopo principale, la massima semplificazione delle attività di ripresa delle immagini su strada e di successiva misura planimetrica in ufficio, con una significativa riduzione del tempo necessario per lo svolgimento di queste attività da parte della Polizia Stradale, se confrontato con quello necessario utilizzando le tecniche tradizionali.

Policemap è un sistema aperto e quindi, in aggiunta ai predetti vantaggi, è anche facilmente integrabile con altri sistemi utilizzabili nell'area della sicurezza stradale. Il sistema è certificato dal SIT (Sistema Italiano di Taratura).

Il sistema è stato già estesamente collaudato da società Autostrade per l'Italia con la collaborazione della Polizia Stradale ed è stato già dato in dotazione a diverse unità operative di Polizia Stradale a livello nazionale.

## **Abstract**

Urban and extra-urban mobility, today times characteristics, has a great influence on citizens' life quality. That means a growing need of road system service improvement, of better infrastructures and, above all, faster and more effective interventions, in case of very critical situations, such as those following traffic accidents.

PoliceMAP systems was born from a partnership between Autostrade per l'Italia and Polizia Stradale to build a tool that allows to speed up at most measurement operations of traffic incident, aiming to free as soon as possible the road, and so, minimizing possible queues. The main goal is, however, to improve the safety level of the highway network.

The integrated measurement system allows a metric survey relating to the accident area by taking digital pictures of the accident scene, without measurement needed, and following geometric representation of scene as back office activity.

The main purpose is to simplify at most photographic and planimetric measurement activities of Road Police, reducing significantly the necessary time to these activities compared to traditional method, reducing problems for road users and increasing road safety standards.

PoliceMap is an open system so, as well as the above described advantages, it can be integrated with other systems working in safety road fields. The system is certified by SIT (Sistema Italiano di Taratura).

The system has already been extensively tested by Autostrade per l'Italia in cooperation with the Polizia Stradale and it is now operational and used by several operating units of Polizia Stradale at the national level.

### **Introduzione**

Il sistema policemap consente il rilievo metrico dell'area interessata dall'evento infortunistico mediante l'acquisizione sul luogo di fotografie digitali e senza necessità di misure a terra; ha come scopo il rilievo e la rappresentazione geometrica della scena dell'incidente stradale con l'obiettivo della semplicità d'utilizzo, del rigore geometrico e della velocità d'esecuzione, sia in fase di ripresa che di successiva elaborazione.

Il progresso tecnologico delle camere fotografiche digitali ha consentito di poter allargare il campo di applicazione della tecnica fotogrammetrica anche in settori nuovi come ad esempio quello dell'infortunistica stradale.

Allo scopo di realizzare il sistema sono state progettate ed attivate specifiche attrezzature di ripresa, algoritmi matematici e procedure informatiche che, basandosi sulle esperienze di produzione strumentale in ambito fotogrammetrico, si adattano al meglio alle esigenze specifiche della documentazione degli incidenti stradali.

Il progetto è stato coordinato dalla società Autostrade per l'Italia in collaborazione con la Polizia Stradale della Polizia di Stato ed ha richiesto oltre alla lunga fase di progetto e realizzazione, altri due anni di affinamenti tecnici e sperimentazioni. L'obiettivo primario è stato quello di creare una strumentazione che consenta di velocizzare al meglio le operazioni di rilievo sul campo permettendo di liberare la sede stradale e di riattivare nel minor tempo possibile la circolazione dei veicoli.

Il sistema è stato sperimentato dai compartimenti della Polizia Stradale di Genova, Milano e Avellino allo scopo di verificarne il corretto ed efficace impiego nei diversi contesti ambientali, sia climatici che in relazione alle condizioni della strada.



**Figura 1: ripresa fotografica**



**Figura 2: Apertura della dima**

L'uso di Policemap per l'esecuzione dei rilievi degli incidenti stradali va incontro alle richieste degli utenti della strada che manifestano, in maniera sempre crescente, l'esigenza di una migliore viabilità determinata anche dalla rapidità ed efficienza degli addetti all'espletamento dei servizi di polizia stradale nel ripristino delle interruzioni della circolazione.

Secondo gli operatori della Polizia Stradale i vantaggi offerti dal sistema fotogrammetrico digitale sono principalmente i seguenti:

- a) precisione nel posizionamento degli oggetti d'interesse (veicoli, oggetti, tracce ecc.);
- b) eliminazione di eventuali errori umani derivanti anche da possibili dimenticanze occorse durante le operazioni di rilievo;
- c) notevole riduzione dei tempi operativi su strada;
- d) la riduzione dei tempi si traduce anche in una maggior sicurezza degli operatori nel corso delle operazioni di rilievo; inoltre essendo sufficiente un agente per l'acquisizione dei dati, il secondo può dedicarsi al controllo della viabilità;
- e) riduzione del tempo di interruzione della circolazione;
- f) ripetibilità dei risultati.

La rappresentazione finale del rilievo geometrico è costituita da un disegno CAD in scala di ottima qualità, corredato di tutti i dettagli rappresentativi sostanziali e di corredo. Il sistema fornisce librerie grafiche e tools specifici in grado di automatizzare, per massima parte, la composizione del disegno. Sono infatti fornite le librerie grafiche delle principali tipologie di veicoli nonché di strade, di segnaletica orizzontale e verticale oltre a librerie di tipo botanico, animali e pedoni. E' inoltre integrata, specificamente per Società Autostrade per l'Italia, l'importazione della cartografia autostradale in possesso del Gestore, in modo da posizionare l'incidente direttamente all'interno delle mappe disponibili. E' inoltre possibile accrescere l'archivio grafico sulla base dei nuovi dati prodotti dall'utente (librerie personalizzabili).

### **Composizione dello strumento:**

La soluzione si compone di due sottosistemi:

- 1) kit di rilevazione metrica composto di una fotocamera digitale, una sagoma metrica di riferimento (*dima*) e più coni numerati, che viene dato in dotazione al personale chiamato ad intervenire sul luogo dell'incidente (fig.1);
- 2) workstation, dotata di software per la gestione dell'archiviazione, elaborazione e stampa dei dati alfanumerici, fotografici e grafici dell'incidente.

Tutti i componenti del sistema (fotocamera, dima e software) subiscono un accurato procedimento di taratura.

L'apparecchio fotografico viene calibrato in laboratorio dal Centro SIT n. 170 (Servizio di Taratura in Italia) allo scopo di identificarne con precisione i parametri ottici principali.

Il secondo componente che costituisce il primo sottosistema è la dima, anch'essa tarata, e che durante le operazioni di rilevamento esterno lavora congiuntamente alla macchina fotografica.

La sagoma metrica di riferimento è un supporto leggero, di materiale plastico speciale a bassa deformabilità termica, ignifugo e resistente all'acqua, di dimensioni contenute (inferiore ai 100 cm chiuso- 200 cm aperto) a forma di stella a 3 punte, avente un bersaglio sul centro e uno sull'apice di ogni braccio (fig.2). Tale soluzione consente di passare dalla ripresa fotografica alla restituzione metrica senza prendere alcuna misura a terra.

Affinché ciascun fotogramma risulti misurabile, è necessario che all'interno della scena inquadrata, la dima sia completamente visibile. La metrica di questo elemento premisurato, consente la

ricostruzione della geometria di presa con ottima precisione. La conoscenza del centro di presa e degli angoli d'assetto assieme ai parametri di calibrazione della camera, consentono di usare il fotogramma come un proiettore spaziale di coordinate.

Nel caso di incidenti che si sviluppano su una zona più ampia di quella che può essere coperta da un'unica stazione di misura, è necessario utilizzare la tecnica di "riaggancio" basata sull'opportunità offerta all'operatore di spostare la dima di riferimento. Infatti è sufficiente traslare la dima lungo il tratto stradale ed utilizzare dei coni numerati (inclusi nel kit) in modo che siano inquadrati in almeno una delle fotografie. In sede, l'operatore di back-office, ha gli strumenti idonei per provvedere al riaggancio tra i diversi fotogrammi.

### Processo operativo

Dopo la fase di ripresa fotografica segue l'elaborazione dei dati.

L'accesso al software è strutturato in maniera gerarchica e pertanto è richiesta una login e password ad ogni utente che attivi il programma. E' pertanto previsto un amministratore applicativo con un ruolo gestionale del sistema. Questo criterio gerarchico garantisce la sicurezza dell'archivio dati.

Solo utenti registrati possono accedere al database e comunque ogni utente è abilitato a consultare e modificare solamente i dati da lui prodotti.

Per ogni record che si intende aggiungere all'archivio, il sistema richiede un codice univoco.

Tale ID definisce una cartella di lavoro, all'interno della quale confluiscono tutti i dati appartenenti allo stesso evento, intesi sia come immagini riprese sul luogo, sia come informazioni testuali associate (luogo, veicoli coinvolti, ecc.), sia, ancora, come planimetrie prodotte.

Tutte le foto che sono associate ad un record subiscono un processo di crittografia che ne garantisce l'assoluta protezione da successive modifiche.

I fotogrammi sono gestiti in maniera rapida ed efficace attraverso un apposito strumento per la consultazione dinamica e la verifica. Tale funzione è pensata in modo da agevolare la consultazione simultanea di un gran numero di fotografie.

La prima fase, propedeutica all'attività di misurazione e restituzione planimetrica, consiste nella

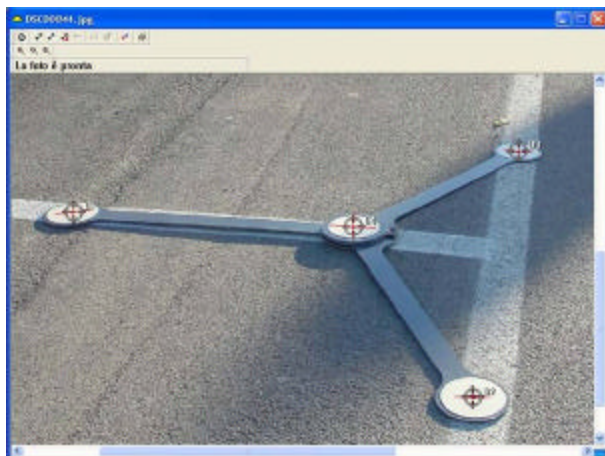


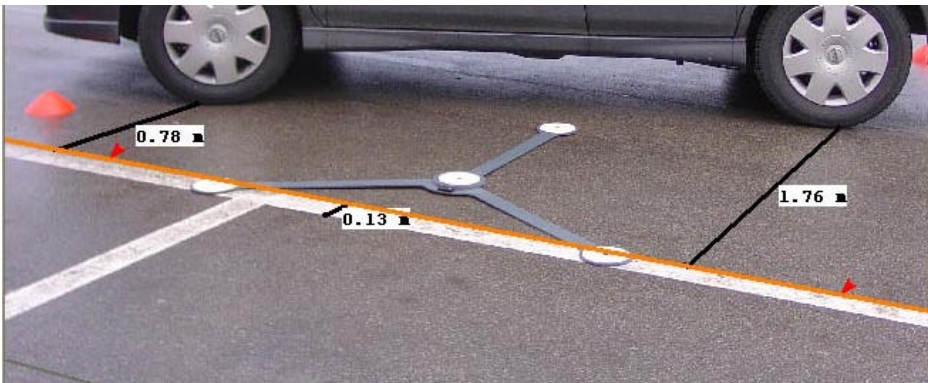
Figura 3: collimazione della dima

collimazione dei bersagli della dima sulle varie immagini; come accennato precedentemente, questa operazione determina la conoscenza dei parametri di orientamento esterno. La dima calibrata fornisce un sistema di riferimento univoco rispetto al quale è posizionata la camera, di conseguenza tutto ciò che è inquadrato dallo scatto diviene misurabile.

La collimazione dei bersagli sulle varie immagini, avviene in maniera semi-automatica battendo un punto interno al bersaglio, il software procede poi a centrare la collimazione in maniera precisa ed univoca, svincolandola dall'interpretazione soggettiva dell'operatore (fig. 3). Il sistema è stato progettato con l'intento di slegare la precisione della ricostruzione del campo del sinistro

dall'abilità dell'operatore, per garantire la ripetibilità dei risultati.

L'operazione di collimazione e dunque di orientamento dei fotogrammi è necessaria ed indispensabile per passare alla misura e al disegno degli elementi visibili sulle foto.



**Figura 4: misura diretta sulla foto**

Una prima, molto semplice, serie di funzionalità messa a disposizione dal sistema è quella relativa alla misura diretta sulla fotografia. E' possibile effettuare misure lineari e ortogonali singole o multiple, (fig.4) oppure misurazioni di polilinee spezzate (utili ad esempio per misurare la traccia di una frenata).

Oltre alle semplici funzionalità di misura diretta sulle fotografie sono resi disponibili comandi che interagiscono con un foglio di disegno per la creazione di uno schizzo planimetrico sul quale riportare le misurazioni effettuate oppure volti, con un ulteriore livello funzionale, alla creazione della rappresentazione planimetrica dettagliata dell'incidente.

Una funzione particolarmente utile è quella dell'inserimento all'interno del disegno di tasselli ortorettificati. La porzione di immagine viene staccata e proiettata sullo spazio grafico orientato.

Il sistema CAD integrato è stato personalizzato per questa specifica applicazione.

Tra le principali funzioni grafiche a disposizione vi è ad esempio la costruzione di campioni dell'asse stradale: si possono misurare i vari elementi che compongono la strada ed assemblare in uno schema grafico che può in qualsiasi momento essere richiamato, modificato e salvato.

Il CAD dialoga strettamente con le foto collimate e consente la realizzazione del rilievo geometrico del sito dell'incidente mediante la vettorializzazione diretta sul fotogramma. Per completare la mappatura geometrica vettoriale vi sono librerie grafiche e strumenti in grado di automatizzare, per massima parte, la composizione del disegno inteso come una proiezione ortogonale sul piano stradale (planimetria).

Per l'inserimento dei veicoli è stato predisposto un archivio grafico che contiene i modelli suddivisi per ogni marca; questo database è in continuo accrescimento e contiene i modelli premisurati delle vetture di maggiore diffusione.

Tra le altre funzioni grafiche vi è quella per l'impaginazione della tavola finale con la generazione automatica di griglie metriche e parametrature in scala. Si ha, inoltre, la possibilità di affiancare una legenda con i principali dati da riportare sulla tavola del sinistro rilevato oltre alle foto documentarie più significative (fig.5).

Il sistema consente di produrre indifferentemente, sia misure 2D che 3D.

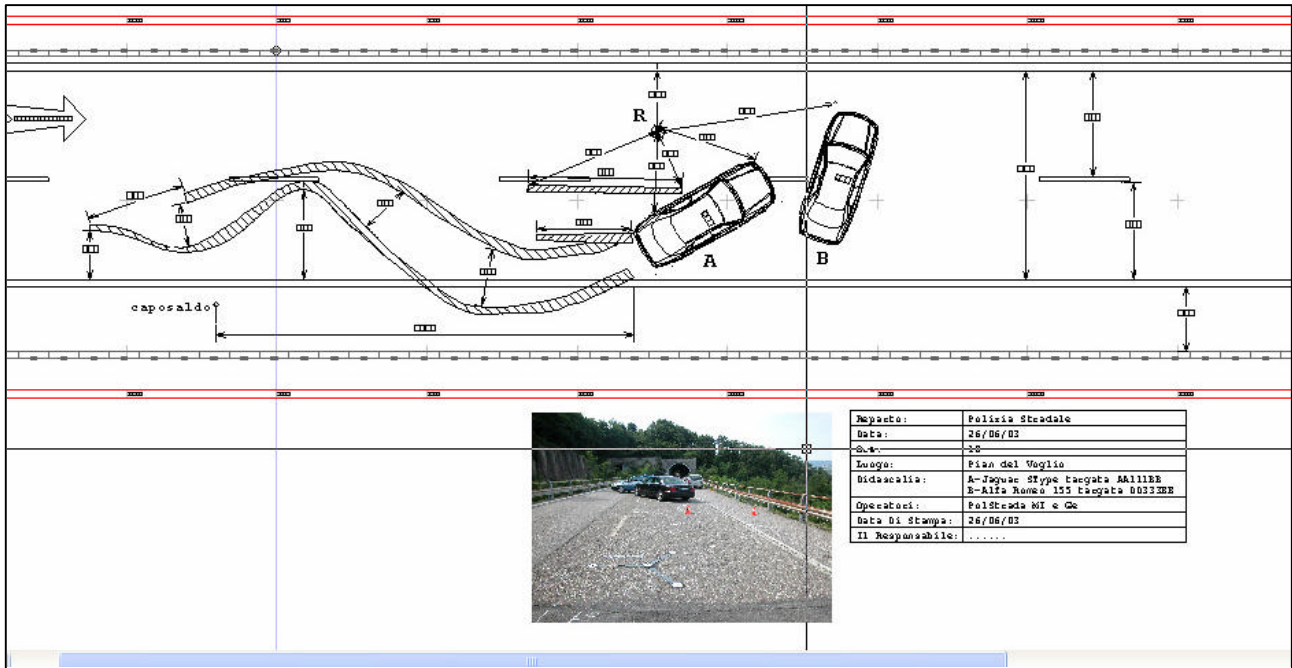


Figura 5: Planimetria eseguita