

Rilievo e modellazione di infrastrutture viarie con tecniche geomatiche

Giuseppe Artese (*), Serena Artese (**), Santo Benvenuto (***), Antonio Di Rienzo (***),
Gianmichele Garotto (***), Michele Molinari (***)

(*) DINCI - Università della Calabria, Via Bucci cubo 45B – 87036 Rende, g.artese@unical.it

(**) DIMES - Università della Calabria, Via Bucci cubo 45B – 87036 Rende, serena.artese@unical.it

(***) INGEOS Consulting, Via Aldo Moro 496 – 87041 Acri (CS), info@ingeos.it

Riassunto

Le tecniche geomatiche sono sempre più utilizzate per il rilievo delle grandi infrastrutture. L'evoluzione degli strumenti di rilievo e dei programmi di calcolo consente la realizzazione di campagne di rilievo di ampio respiro e la messa a punto di banche dati per scopi di documentazione, gestione e monitoraggio. Di particolare interesse sono le infrastrutture viarie, che spesso presentano problemi di obsolescenza, se non di degrado. La gestione della rete viaria italiana impone, per ovvi motivi di organizzazione e di economia, il rilievo delle principali infrastrutture. La realizzazione del catasto delle strade è, a tutt'oggi, incompleta, in particolare per quanto riguarda le cosiddette opere d'arte (ponti, viadotti, opere di sostegno, gallerie).

Nell'articolo sono descritte le operazioni svolte nell'ambito di alcune campagne di rilievo riguardanti infrastrutture viarie. In particolare, sono descritte le operazioni di rilievo e restituzione che sono state eseguite per numerosi ponti della rete stradale ANAS di Calabria, Umbria, Veneto, Lombardia e Basilicata. I risultati delle attività di rilievo con laser scanner, stazione totale e GPS sono confluiti in una banca dati generale dei difetti delle opere d'arte utilizzata da diversi compartimenti ANAS.

Una seconda applicazione riguarda il rilievo con tecnica laser scanner di alcuni incroci stradali risultati particolarmente pericolosi per la loro alta incidentalità. I rilievi, eseguiti in collaborazione con l'Università della Calabria, sono stati utilizzati per studi sulla sicurezza e per la messa a punto di soluzioni per la mitigazione dell'incidentalità.

Abstract

Geomatics techniques are increasingly used for the surveying of major infrastructure. The development of survey instruments and computer programs allows the realization of large-scale measurement campaigns and the development of databases for purposes of documentation, management and monitoring. Of particular interest are the road infrastructure, which often present problems due to obsolescence and degradation. The management of the Italian road network implies, for obvious reasons of organization and economy, the surveying of the main infrastructure. The realization of the cadastre of the roads is, as yet, incomplete, in particular as regards the so-called works of art (bridges, viaducts, retaining structures, tunnels).

The article describes the surveying and the results of data processing carried out for several bridges of the ANAS road network in Calabria, Umbria, Veneto, Lombardy and Basilicata. The results of the survey with laser scanner, total station and GPS were included in a database aimed to classify the defects of the artworks. The database is used by several ANAS regional offices.

A second application concerns the surveying, obtained by with laser scanner, of some road intersections, classified as particularly dangerous for their high accident rate. The measurements, performed in collaboration with the University of Calabria, were used for Safety Studies and the development of solutions for mitigation in accidents.

Il rilievo delle opere d'arte stradali

La gestione e la manutenzione delle infrastrutture viarie non possono prescindere dalla realizzazione di rilievi sempre più dettagliati. Le tecniche geomatiche sono sempre più utilizzate per il rilievo delle grandi infrastrutture. La rapidità di esecuzione delle acquisizioni, la precisione ed il grado di dettaglio consentono di ottenere grandi moli di dati in breve tempo e di mettere a punto banche dati per scopi di documentazione, gestione e monitoraggio.

I catasti delle strade sono sempre più affiancati da altre banche dati, o arricchiti di nuovi strati riguardanti i materiali, lo stato di manutenzione, l'identificazione di zone degradate o che presentano comunque problemi. Tali informazioni sono particolarmente importanti per le cosiddette opere d'arte (ponti, viadotti, opere di sostegno, gallerie).

L'ANAS ha portato avanti progetti per il rilievo e accatastamento delle opere d'arte, dei manufatti e delle pertinenze presenti lungo le strade statali in vari compartimenti per la viabilità. In questo contesto è stata messa a punto ed applicata una metodologia, il cui risultato finale è una banca dati che attualmente viene utilizzata nei compartimenti di Calabria, Umbria e Veneto.



Figura 1 - Foto e modello 3D del ponte Cadore in Veneto.

Le operazioni svolte hanno avuto come finalità l'identificazione delle caratteristiche geometriche dei ponti, la catalogazione degli elementi strutturali, dei materiali costruttivi e delle superfici esterne di ciascun elemento strutturale.

Per ogni opera d'arte è stato eseguito il rilievo di dettaglio, affiancato da operazioni di georeferenziazione. È stato definito un sistema di riferimento locale ortogonale per l'opera d'arte, avente un asse coincidente con l'asse longitudinale e l'origine in posizione all'incirca baricentrica. I rilievi sono stati eseguiti con tecniche classiche (stazione totale), laser scanner terrestre, ricevitori satellitari, termocamere e prese fotografiche.

Gli elaborati CAD prodotti sono: a) Planimetria generale a livello di estradosso, b) Planimetria con indicazione della struttura portante, c) Prospetti laterali, d) Sezioni trasversali, e) Sezione longitudinale, f) Modello 3D, g) scomposizione del modello in elementi e loro sviluppo geometrico. Si è proceduto all'individuazione ed all'ubicazione delle anomalie presenti sulle superfici degli elementi strutturali. L'individuazione dei degradi è stata condotta, oltre che attraverso una attenta indagine visiva sul campo, attraverso l'analisi dei rilievi laser scanner e per mezzo dell'indagine termografica.

I risultati sono stati rappresentati graficamente sugli sviluppi dei vari elementi.

Le immagini seguenti illustrano la procedura descritta. In figura 2 osserviamo l'intradosso del ponte posto lungo la SS 106 jonica al km 412+587. I triangoli gialli indicano le posizioni di altrettante stazioni laser scanner.



Figura 2 - Intradosso del ponte al km 412+587 della SS 106 jonica.



Figura 3 - Zone di degrado all'intradosso del ponte al km 412+587 della SS 106 jonica.

La figura 3 evidenzia zone di degrado nell'impalcato e sulla spalla nord. Le figure 4 e 5 mostrano la planimetria ed i disegni eseguiti tramite CAD, ottenuti dalla restituzione delle prese laser scanner. Alcuni problemi sono sorti a causa dell'impossibilità, in alcuni casi, di poter installare delle mire per la *registration* delle nuvole di punti ottenuti dalla varie stazioni.

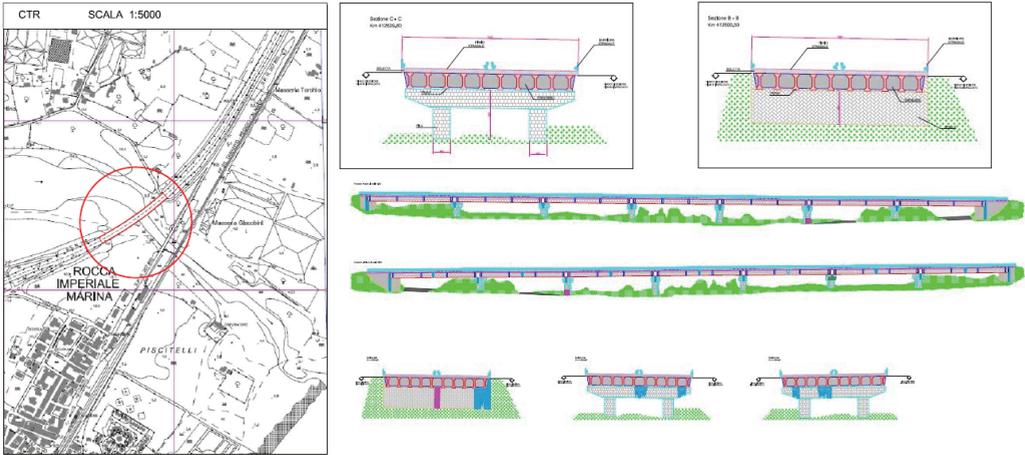


Figura 4 - Planimetria, sezioni trasversali, prospetti e zone di degrado nel ponte di figura 2.

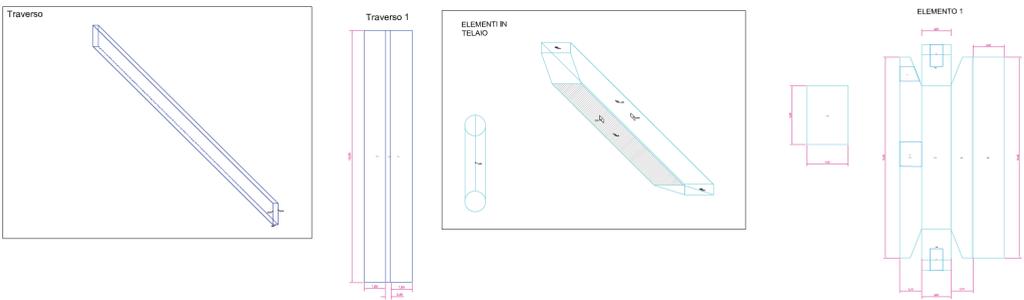


Figura 5 - Elementi estratti dal modello 3D e loro sviluppo.

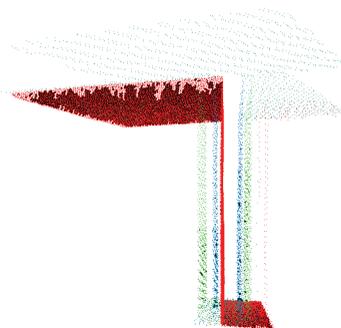


Figura 6 - Disallineamenti delle nuvole di punti dopo la procedura automatica.

Ciò ha rallentato spesso le procedure di restituzione ed ha reso necessari interventi “manuali” dell’operatore per la scelta di punti comuni, non sempre facili da individuare a causa del degrado (figura 6).

Il database relazionale

Tutti gli elaborati CAD sono stati analizzati, rispettando la specifica tecnica dell'ANAS, tramite una procedura desktop per estrarre il dettaglio delle superfici degli elementi e dei difetti eventualmente associati, tali dati sono stati inseriti su uno specifico DATABASE relazionale. La figura 7 mostra le fasi della procedura, mentre in figura 8 sono riportate due schermate per l'input della caratteristiche di un elemento.

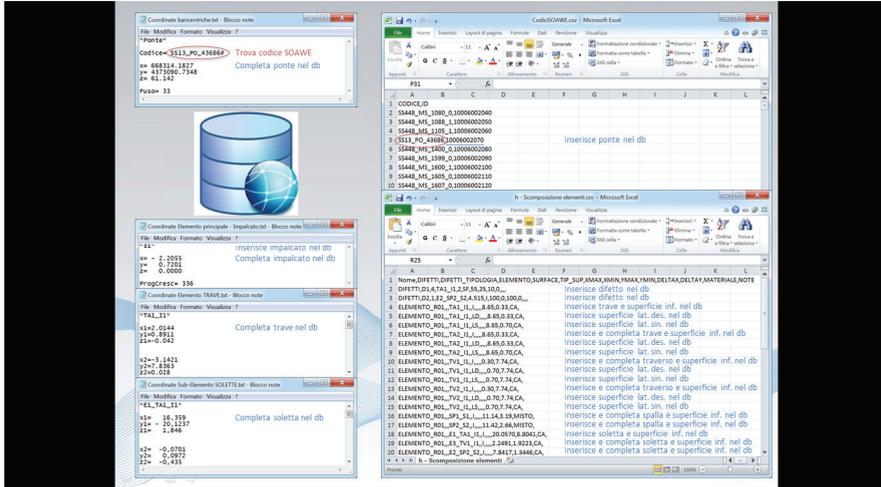


Figura 7 - Sequenza di operazioni per il popolamento del database.

E2_SA2_I1

D2

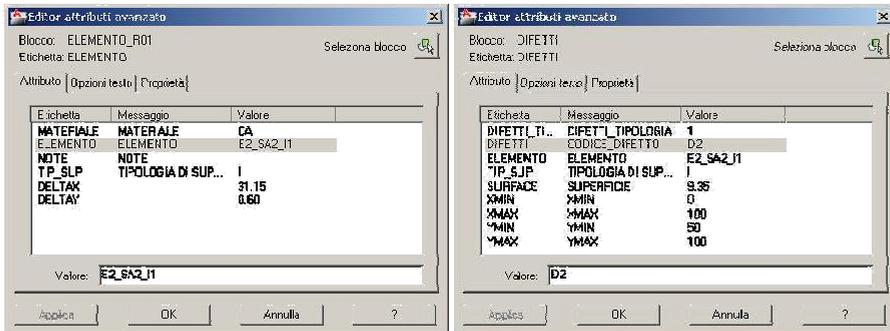


Figura 8 - Finestre di input dei dati di un elemento.

Il rilievo delle intersezioni stradali

Il rilievo delle intersezioni stradali è stato eseguito nell'ambito di una serie di studi sulla sicurezza stradale (Artese et al., 2013). Le intersezioni, infatti, costituiscono punti critici, spesso sede di incidenti.

L'esempio che si riporta di seguito riguarda una intersezione a livelli sfalsati a rampa unica con regolazione semaforica, che consente l'uscita e l'ingresso tra la S.S. 106 e la parte più a Nord della città di Crotona (Lat: 39° 52' 42,70" N; Long: 17° 65' 13,50" E).

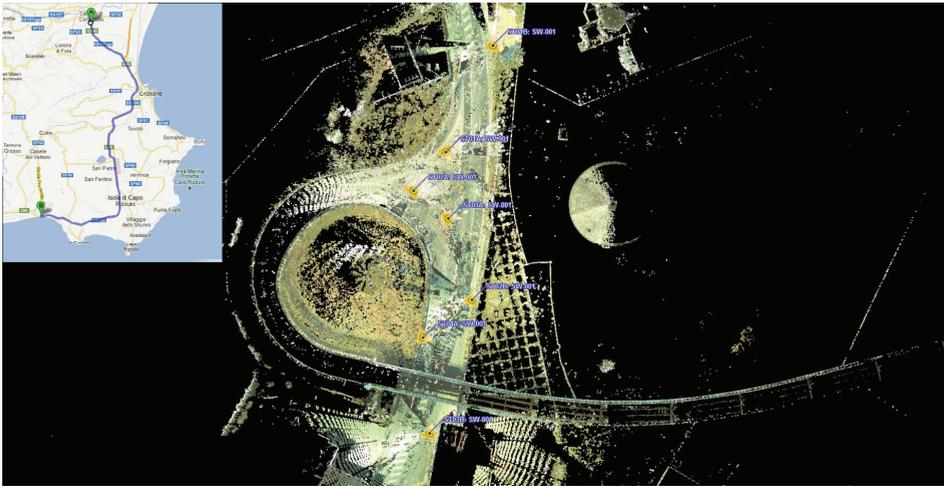


Figura 9 - Intersezione a livelli sfalsati: ubicazione ed unione delle acquisizioni con Laser Scanner.



Figura 10 - Vista True View: misura dell'altezza dell'intradosso del sottopasso.

Il rilievo è stato eseguito con laser scanner Leica C10 e ricevitore satellitare Leica Viva. La ricostruzione tridimensionale dell'area interessata dall'infrastruttura (figura 9) è stata utilizzata allo scopo di individuare le criticità per la sicurezza della circolazione. Un valido aiuto a tale scopo è stato offerto dall'applicazione *True View* (figura 1), che consente di ottenere la posizione dei punti visibili e le loro distanze mutue. Nel caso in figura è evidenziata la misura dell'altezza libera di un sottopasso, leggermente inferiore ai minimi stabiliti dal codice della strada.

Bibliografia

Artese G., Guido G., Perrelli M., Silvestri G., Vitale AA, (2013), "Utilizzo del GPS cinematico per la Road Safety Review", *Atti 17^ Conferenza Nazionale Asita*, Riva del Garda, 5-7 Novembre 2013, 51-58