

Banche Dati

Il Catasto Strade della Regione Piemonte

DOPO DUE ANNI DI ATTIVITÀ, È GIUNTO A CONCLUSIONE IL PRIMO PROGETTO, A SCALA REGIONALE, DI CATASTO STRADE, GRAZIE AL QUALE LA REGIONE PIEMONTE DISPONE, OGGI, DI UN SISTEMA INFORMATIVO STRADALE (SIS) E DI UNA BANCA DATI AGGIORNATA PER TUTTI I 2.239 KM DELLA RETE DI COMPETENZA. IL PROGETTO È STATO REALIZZATO IN FORZA DELL'ADESIONE DELLA REGIONE ALLA CONVENZIONE "CATASTO STRADE" DI CONSIP, CUI HANNO ADERITO MOLTI COMUNI E PROVINCE, OLTRE ALLA REGIONE VENETO (1900 KM DI RETE) E LA REGIONE MARCHE (6000 KM). IL CATASTO STRADE DELLA REGIONE PIEMONTE È STATO REALIZZATO A PARTIRE DAI RILIEVI AD ALTO RENDIMENTO, EFFETTUATI DA SITECO (BOLOGNA) NELL'AMBITO DEL RAGGRUPPAMENTO GUIDATO DA GEFI SPA, AGGIUDICATARIO DELLA CONVENZIONE CONSIP.



Il Catasto informatizzato delle strade è strumento previsto dal Codice della Strada (art. 13), ma, come è avvenuto per molte prescrizioni del Codice, ha avuto un lento processo di traduzione in realtà.

Il DM 01.06.2001 recepisce un'impostazione piuttosto avanzata del catasto strade, che diventa lo strumento centrale del Sistema Informativo Stradale, all'interno del quale vengono organizzate tutte le informazioni.

Il Catasto diventa uno strumento di grande utilità per tutte le amministrazioni, sia alla grande scala (Regioni e Province), sia alla scala urbana (Comuni), consentendo di raggiungere due ordini di risultati:

- rendere più veloce ed efficace la gestione delle strade (costruzione e manutenzione) e di tutti gli adempimenti connessi (segnaletica, disciplina del traffico, ecc.);
- rendere possibili alcune attività il cui svolgimento è normalmente difficoltoso e dispendioso (censimento dei manufatti accessori, censimento della pubblicità,

controllo delle occupazioni di spazio pubblico ecc.).

Il Catasto delle strade permette di avere una conoscenza:

- della situazione della rete stradale disponendo di un grafo informatizzato di tutti gli archi e le intersezioni, georeferenziato;
- di tutte le caratteristiche geometriche della strada: la lunghezza, la larghezza della carreggiata, i raggi di curvatura, le banchine, i marciapiedi, le cunette, le scarpate, la tipologia delle pavimentazioni, ecc.;
- delle progressive chilometriche e della collocazione georeferenziata dei cippi, nonché della segnaletica orizzontale e verticale, degli accessi e di altri elementi della strada;
- di un agevole aggiornamento dei dati costituenti il catasto, sia direttamente (nel corso della manutenzione o con apposite campagne di aggiornamento) sia indirettamente (richiedendo i file di aggiornamento a

Augusto Burchi

Ingegnere Amministratore Delegato
Siteco Informatica srl

Alberto Cina

Professore Dipartimento
di Ingegneria del Territorio,
dell'Ambiente e delle Geotecnologie
Politecnico di Torino

Donato Rosso

Geometra Regione Piemonte

con

Marco Piras

Ingegnere Dipartimento di Ingegneria
del Territorio, dell'Ambiente
e delle Geotecnologie Politecnico
di Torino

1. Il patrimonio stradale della Regione Piemonte

2. Il Sistema Informativo Regionale dei Trasporti

tutti coloro che apportano modifiche o aggiunte).

Alcune attività proprie delle amministrazioni proprietarie delle strade possono essere svolte con maggiore efficienza disponendo del catasto stradale, tra le quali: la manutenzione delle strade, la classificazione delle strade ai fini del Codice della Strada e dei Piani di Traffico, la costruzione dei grafi stradali ai fini dell'elaborazione dei modelli di traffico, l'organizzazione dei rilevamenti di traffico, la costruzione del "data base" degli incidenti stradali, ecc.

Con il catasto informatizzato altre attività tipiche delle amministrazioni possono essere eseguite con minore spreco di risorse, umane e finanziarie: gestione delle ordinanze di traffico, gestione della pubblicità, gestione delle occupazioni di spazio pubblico, gestione degli accessi, gestione e manutenzione dell'illuminazione pubblica.

LA SCELTA STRATEGICA DELLA REGIONE PIEMONTE

Il 1° ottobre 2001 la Regione Piemonte entra nel novero degli Enti proprietari di strade a seguito dell'emanazione del DPCM 20.02.2000 che individua e trasferisce agli Enti Locali alcune strade facenti parte della rete stradale dello Stato, gestita dall'ANAS. Con l'emanazione del DM. 01.06.2001 la Regione Piemonte, anche in base a quanto previsto dal Codice della Strada, è tenuta a costituire il proprio Catasto delle Strade. Il suddetto Decreto Ministeriale prevede che le Regioni facciano da raccordo tra le Province, gli altri Enti territoriali e l'Archivio Nazionale delle Strade costituito presso il Ministero delle Infrastrutture. In accordo con le Province piemontesi, nel 2002 è stato avviato un progetto pilota finalizzato ad individuare una soluzione ottimale per la costituzione del Catasto delle Strade trasferite dallo Stato. È stato rilevato un campione di strade pari a 157 km (costituiti dalle ex SS n. 142 "Biellese", n. 457 "di Moncalvo", n. 549 "di Macugnaga" e n. 663 "di Saluzzo") tramite l'elaborazione di un software della società SITECO Informatica di Bologna. A progetto concluso è emersa la necessità di sviluppare un software proprietario per la gestione del Catasto Strade con particolare attenzione alla compatibilità con il SIRE (Sistema Informativo Regionale).

Per quanto riguarda il rilievo della rete stradale, nel 2006 la Regione Piemonte decide di aderire alla convenzione CONSIP (Società per Azioni del Ministero dell'Economia e delle Finanze) avente per oggetto la "fornitura dei servizi per la formazione del catasto stradale presso gli enti proprietari di strade pubbliche".

Obiettivi e modalità di realizzazione

Per la definizione e la realizzazione degli obiettivi sono state coinvolte le otto Province piemontesi, mediante numerosi tavoli tecnici, tra l'altro tutt'ora in corso. Precedentemente ai rilievi, nei tavoli tecnici sono state individuate le modalità di classificazione dei punti notevoli secondo le diverse tipologie di intersezioni: a livelli sfalsati, a raso, a rotatoria, con ripartizione delle carreggiate, ecc., dando così una "guida" per la Società realizzatrice del rilievo. Gli obiettivi da raggiungere, oltre ai compiti previsti dal citato DM, sono stati quelli di realizzare una banca dati comune, condivisa tra i 9 Enti. L'integrazione dei dati provenienti da questa banca dati con le altre banche dati dell'Osservatorio del traffico, dell'Osservatorio dell'Incidentalità e dallo Stradario Unico Regionale serviranno a definire e calibrare il SIRT Sistema Informativo Regionale dei Trasporti (grafo regionale delle strade) finalizzato alla programmazione degli interventi sulla rete stradale (fig. 2).



Nel futuro si prevede che il Catasto stradale entri nel costruendo SIGr "Sistema Informativo Geografico regionale": unica banca dati geografica regionale redatta secondo la Direttiva Europea INSPIRE (n. 2007/2/CE del 14.03.2007). La condivisione della banca dati del Catasto stradale prevede che le Province potranno visionare, aggiornare e modificare la banca dati del proprio territorio; visionare la banca dati delle altre Province. La Regione Piemonte potrà visionare tutte le banche dati provinciali; individuare e risolvere i punti di conflitto; trasmettere i dati all'Archivio Nazionale delle Strade presso il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Qualora ritenuti necessari, dalla banca dati potranno essere altresì realizzati appositi report e monografie delle singole strade.

Siccome l'oggetto del rilievo è l'acquisizione dei 2.239 km che lo Stato il 1° ottobre 2001 ha ceduto agli Enti locali piemontesi, la banca dati prevede anche l'acquisizione dei Catasti stradali già realizzati o in corso di realizzazione da parte delle Province, per le strade "storiche" già di loro proprietà alla suddetta data.

Consip è una società per azioni del Ministero dell'Economia e delle Finanze, che ne è l'azionista unico, ed opera secondo i suoi indirizzi strategici, al servizio esclusivo delle pubbliche amministrazioni. La missione di Consip è gestire e sviluppare i sistemi informativi del Ministero fornendo consulenza tecnologica, organizzativa e processuale.

Il risultato ottenuto

In base a quanto previsto dalla Capitolato CONSIP, alla consegna dei dati rilevati e restituiti, il Supervisore (Regione stessa) deve eseguire una verifica tecnica sulla regolare esecuzione del servizio ed un collaudo dei dati rilevati e restituiti. Non disponendo all'interno di personale altamente specializzato ad effettuare tali verifiche e collaudi, si è provveduto a chiedere l'assistenza per l'attività di verifica tecnica sulla fornitura di servizi al DITAG del Politecnico di Torino.

Ai fini del collaudo le verifiche sono state eseguite su un campione estratto dal 5% della percorrenza chilometrica, sui formati di consegna e sulla completezza dei dati, sulle coordinate dei tracciati stradali rilevati, sulla congruenza di alcuni elementi (pendenze longitudinali, congruenza altimetrica tra tracciato di andata e ritorno), analisi dei filmati, la completezza e le coordinate dei cippi chilometrici; censimento di due categorie analizzate: sovrappassi e segnaletica stradale. Tali risultanze sono state eseguite in conformità al Capitolato Tecnico, riscontrando l'idoneità dei servizi realizzati, la positività sull'operato del rilevatore e sulla qualità dei dati da Lui forniti.

Nella successiva fase di sviluppo, il risultato ottenuto è andato ben oltre le aspettative che ci si era prefissati all'inizio di quello che si potrebbe definire un'avventura. Infatti, man mano che il progetto andava avanti sono emerse numerose richieste da parte delle Province piemontesi, oltre naturalmente dalla Regione Piemonte stessa, per la modalità di trattamento dei dati, nella restituzione di reportistica di singoli eventi (ponti, segnaletica, sicurvia, ecc. - figg. 3 e 4), monografie stradali (anche plano-altimetriche), modalità di stampa da A4 a A0, ecc..

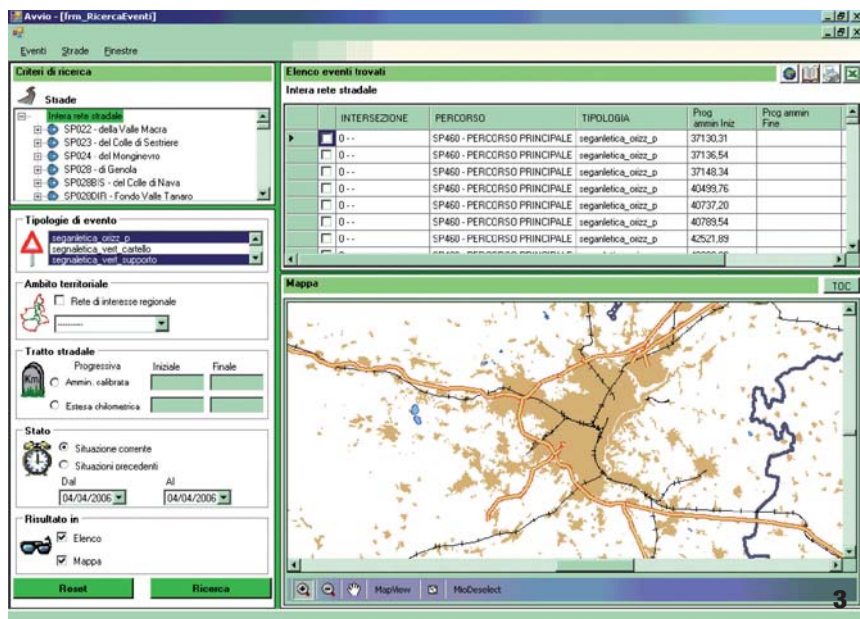
LA REALIZZAZIONE DEL CATASTO STRADE MEDIANTE TECNOLOGIE AD ALTO RENDIMENTO

L'azienda che ha realizzato il rilievo per il Catasto Strade della Regione Piemonte, la Siteco Informatica srl, opera da circa 10 anni nel settore dei servizi di Information Technology per la gestione delle infrastrutture. Per capire meglio le esigenze del mercato, Siteco ha coniugato una competenza consolidata di *software house* con un profilo di società d'ingegneria di consulenza. Attenti da sempre allo Sviluppo e Ricerca, nel 2005, grazie alla collaborazione dell'Università di Parma e Bologna Siteco ha messo a punto il primo veicolo ad alto rendimento, del quale sono già stati realizzati altri due modelli. L'esperienza con la Regione Piemonte è stata un vero banco di prova per la tecnologia sviluppata, anche tenendo conto della dimensione dell'intervento.

Il veicolo ad alto rendimento Road-SCANNER

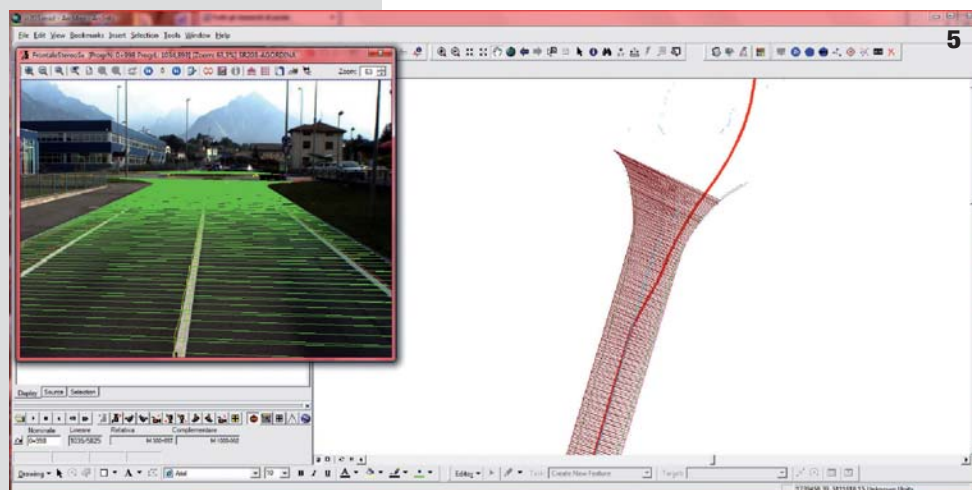
Il Veicolo ad Alto Rendimento è un laboratorio mobile in grado di rilevare il tracciato stradale ed una sequenza di immagini georeferenziate, da cui è possibile censire tutte le pertinenze stradali. Attraverso il rilevamento da veicolo in movimento, i dati acquisiti dai sensori di bordo vengono direttamente georeferenziati, ovvero espressi in un sistema di riferimento globale, grazie alle strumentazioni di posizionamento ed orientamento.

Tutta la strumentazione sul veicolo viene sincronizzata con il sistema di posizionamento e orientamento Applanix POSLV, comprendente 2 stazioni GPS, una piattaforma inerziale e un odometro. Il sistema di ripresa è invece



3. La ricerca eventi che permette successivamente la consultazione della scheda evento.

4. Visione del filmato stradale



5. Ricostruzione del profilo stradale tramite algoritmo di riconoscimento delle riflettanza del raggio laser

costituito da 5 telecamere, ad alta risoluzione. Le immagini ottenute consentono di rappresentare lo stato dell'infrastruttura, e anche di effettuare misure con la tecnica della fotogrammetria terrestre.

Nel corso del progetto la Siteco ha sviluppato una innovativa tecnologia basata sull'adozione di un laser-scanner FARO integrato nella strumentazione di bordo, che consente il rilievo di precisione delle sezioni stradali. Essa è stata applicata su una parte del patrimonio della Regione Piemonte.

Il *laser scanner* elicoidale FARO permette di rilevare le sezioni trasversali della pavimentazione stradale e di tutte le adiacenze in un raggio di 80 m. La frequenza di acquisizione consente di rilevare una sezione stradale ogni 20-40 cm. in funzione della velocità del veicolo. Le sezioni stradali rilevate vengono sincronizzate con il sistema di acquisizione e possono essere georeferenziate in 'nuvole di punti' consultabili sia con appositi *software* di gestione, sia contestualmente alle immagini acquisite dalle telecamere, con l'applicativo Road-SIT Survey. Con una portata di 80 m. e un angolo di scansione di 320°, il Laser-Scanner permette un rilievo di grande accuratezza su tutti gli oggetti adiacenti alla rete stradale: opere d'arte, gallerie, ponti, muri di sostegno, ecc.

Il rilievo si estende al corpo stradale (banchine, cunette, scarpate, etc.), alle Opere d'Arte (muri, gallerie, sottopassi), e anche agli edifici adiacenti, restituendo modelli tridimensionali estremamente realistici ed importabili nei CAD 3D o 2D.

La misurazione di lunghezze, altezze, perimetri, aree e volumi diviene così molto precisa e semplice, utilizzando il *software* di corredo consegnato insieme ai rilievi. Le sezioni stradali di 2-3000 punti ogni 20-40 cm, sono il risultato più apprezzato dai tecnici nel catasto strade. La precisione centimetrica ottenibile rende com-

pletamente superato e antieconomico il ricorso a tecniche di rilievo stradale aereo o con elicottero.

Una delle ricadute più interessanti è costituita dal rilievo accuratissimo della segnaletica orizzontale, ottenuta grazie alla diversa intensità di riflessione del raggio laser. Un apposito algoritmo provvede a calcolare automaticamente la larghezza della carreggiata con una precisione centimetrica (fig. 5). Proprio da questa innovazione è stato mutuato il nome Road-Scanner. Essa è stata portata su tutti e 3 i veicoli realizzati da Siteco, e ulteriormente migliorata con il nuovo modello FARO Photon 120, con una portata di 150 m. Questo ci ha consentito di proporre questo sistema anche a livello internazionale, con la partecipazione dell'ing. Burchi alle Conferenze internazionali SPAR 2008 a Houston e SPAR 2009 a Denver.

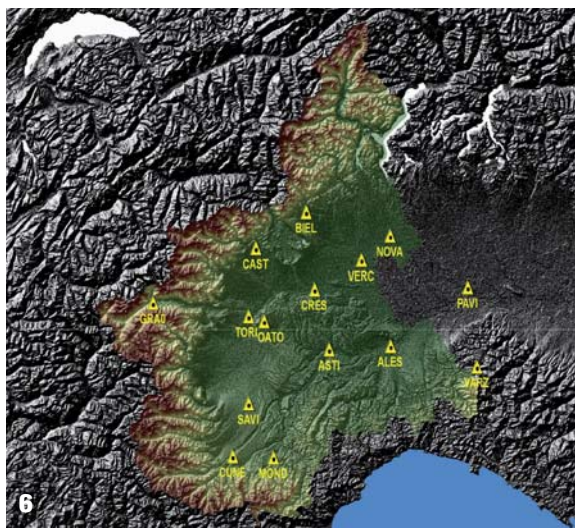
Una delle caratteristiche interessanti del *software* di *post-processing* è l'integrazione con il Sistema Informativo Stradale Road-SIT e con il SIT ArcGIS della ESRI, che ha permesso di ottimizzare il processo produttivo e il controllo dei prodotti ottenuti.

Pianificazione del rilievo e rete di Stazioni Permanenti del Politecnico

Un altro aspetto interessante del rilievo è stato il ricorso alla rete di stazioni permanenti gestite dal Politecnico di Torino. La distribuzione delle stazioni sul territorio ha infatti consentito di migliorare notevolmente la logistica delle campagne e la qualità dei dati prodotti. In pratica per ogni missione è stata ottenuta la correzione differenziale attraverso i dati della stazione permanente più prossima, scaricata direttamente dal sito del Politecnico. Il servizio, che all'epoca dei rilievi era ancora in fase sperimentale, è stato in tal modo testato su gran parte del territorio regionale, con un risultato eccellente.

La rete comprende 14 SP materializzate in Piemonte e Lombardia (<http://www.vercelli.polito.it/civili/topo0103.htm>), inquadrate nel Sistema di riferimento IGS05 che rappresenta una delle realizzazioni più aggiornate ed affidabili del WGS84, il Politecnico di Torino, inoltre, provvede a fornire i parametri di trasformazione da quest'ultimo a IGM95, realizzazione italiana del ETRS89, che rappresenta il Sistema Nazionale Italiano per i rilievi GPS di carattere tecnico. In fig. 6 sono indicate create le aree di competenza delle 14 stazioni fisse mediante buffer di 30 Km.

Sovrapponendo il *layer* delle strade si evidenzia che la quasi totalità del territorio è coperto dalla stazioni permanenti; conseguentemente si possono individuare i punti in cui è necessario posizionare un ul-

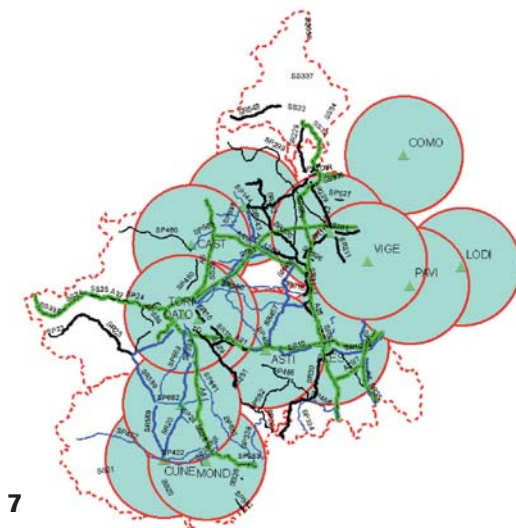


teriore ricevitore dedicato all'inquadramento del rilievo del veicolo ad AR.

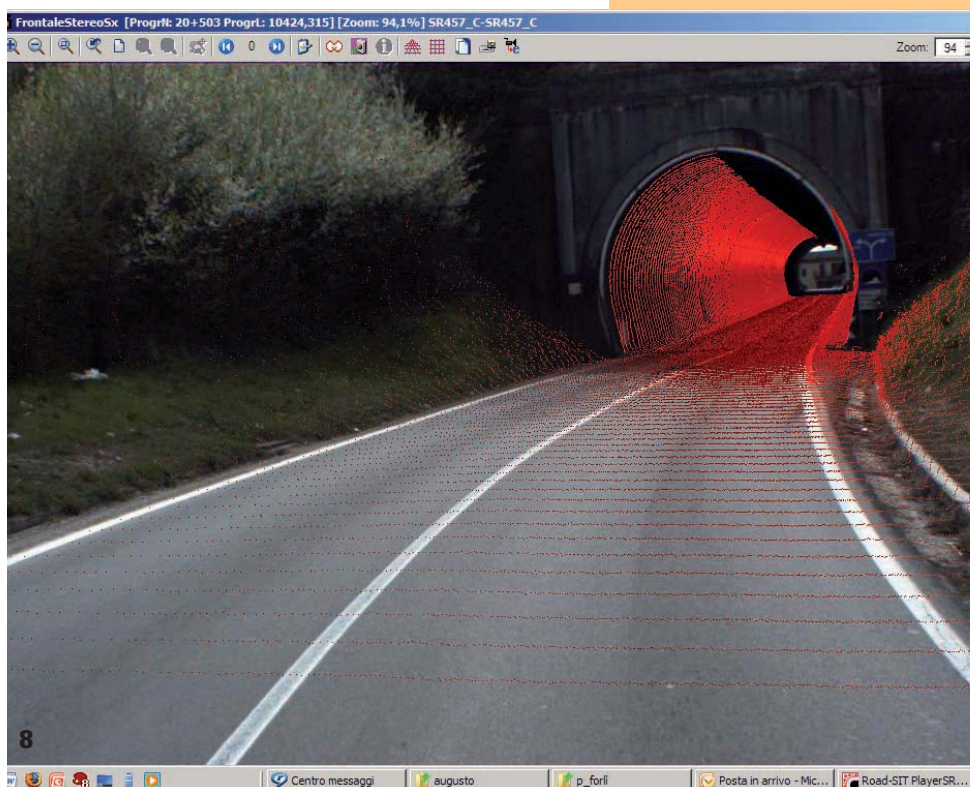
Prodotti del rilievo

In conformità alla normativa di settore e al Capitolato CONSIP, sono stati restituiti i seguenti dati:

- i tracciati stradali tridimensionali e il grafo topologicamente connesso, in formato *shapefile* e GDF, immediatamente consultabile con i più comuni *software* GIS, e sovrapponibile alla cartografia di base (CTR, Ortofoto, aerofotogrammetrie, ecc.).
- i filmati e le immagini registrati dal veicolo ad alto rendimento, contestualmente ai tracciati, in formato JPEG e AVI, e quindi utilizzabili immediatamente con i più diffusi *software* multimediali, come ad esempio Microsoft Windows Media Player. I sopralluoghi virtuali realizzabili attraverso la consultazione dei filmati costituiscono uno dei prodotti più apprezzati per l'immediatezza con la quale consentono di consultare lo stato della rete stradale. I filmati georeferenziati sono stati utilizzati anche per il censimento delle pertinenze stradali e delle loro caratteristiche dimensionali.
- le pertinenze stradali previste dal DM 1-6-2001 (caratteristiche dimensionali della sezione, del corpo stradale, delle protezioni, ecc.), organizzate in un database relazionale, collegato al GIS. Ad ogni pertinenza vengono associate le coordinate assolute dei due punti estremi, il che consente di sovrapporle agevolmente al grafo stradale nel sistema GIS, e anche di tematizzarle in funzione dei parametri alfanumerici associati. Tutte le pertinenze sono state restituite nel formato neutro (tabelle in file di tipo testo), comprendenti circa 40 categorie di oggetti: sezione stradale (corsie, spartitraffico, marciapiedi, piste ciclabili), geometria



7



8

planimetrica e altimetrica, corpo stradale (scarpate e opere di sostegno), ponti, gallerie e sovrappassi (fig.8), cunette di margine e arginelli, protezione del corpo stradale e ambientale, illuminazione, piazzole di sosta, dispositivi di ritenuta (barriere), pertinenze di servizio (piazzole, aree di servizio, case cantoniere, etc.), opere di contenimento idraulico (tombini), riferimenti chilometrici, segnaletica orizzontale e verticale, impianti pubblicitari, accessi e passi carrai, bypass, verde. Diamo qualche dato statistico che ci aiuta ad apprezzare la complessità di rilievo nei termini di quantità di pertinenze stradali censite. Per quanto riguarda le precisioni ottenute rimandiamo al capitolo successivo, cu-

6. Rete RTK gestita dal Politecnico di Torino

7. Copertura strade delle SP

8. Galleria a Moncalvo (AL) con nuvole di punti da laser scanner

9. Software di restituzione LCMMS

TAB. 1

Opere Contenimento Idraulico	875
Pavimentazione Banchine	15860
Pertinenze servizio	
di cui 411 aree adibite al rifornimento e al ristoro	1349
Piazzole Sosta	589
Pista Ciclabile	264
Ponti, viadotti e sottopassi	612
Protezione ambientale	30
Protezione corpo stradale	169
Rilievi integrativi	111
Segnaletica Orizzontale Lineare	15841
Segnaletica Orizzontale Puntuale	7341
Sezione	4838
Sovrappassi	174
Supporti Segnaletica Verticale	
1376 segnali di dare la precedenza;	
180 segnali di STOP	87495
Tipologia Corpo stradale	2239
Tratte Carreggiata	102
Tratte Corsie	714
Verde	1058
TOTALE EVENTI CENSITI	225149

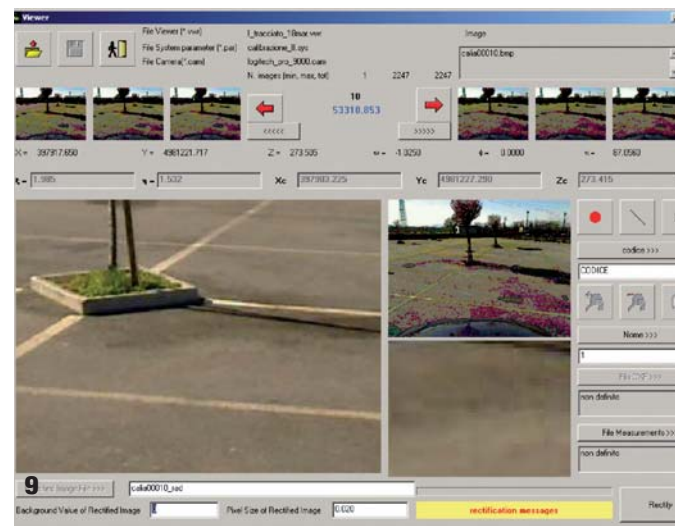
rato dal Prof. Cina del Politecnico di Torino che, in qualità di responsabile scientifico ha curato l'Assistenza al collaudo di tutto il progetto di rilievo (tab. 1).

LA VERIFICA DEL RILIEVO DEL CATASTO STRADE DELLA REGIONE PIEMONTE

La verifica del rilevamento del Catasto delle Strade

La verifica tecnica del rilevamento, richiesta dalla Regione Piemonte al Politecnico di Torino - DITAG, è stata eseguita su di un campione estratto dal 5% della percorrenza chilometrica, su alcune tratte significative scelte in ogni provincia. Essa è conforme a quanto richiesto nel capitolato Consip SpA - Gara per la fornitura dei servizi per la formazione del Catasto Stradale (ex D.Lgs. n.285/92) presso gli enti proprietari di strade pubbliche.

Se pensiamo ai 225.149 eventi censiti, sui 2239 km di rilievo costituito da 1.5 milioni di punti 3D e 6 milioni di fotogrammi, risulta sconcertante approssimare le operazioni di collaudo con misure topografiche classiche anche se riguardano solo il 5% (128 i km rilevati in questa fase) della consistenza. D'altro canto solo il ricorso a mezzi alternativi rispetto a quelli usati per il rilievo può mettere in evidenza eventuali errori sistematici di misura: per questo motivo è stato realizzato presso il DITAG del Politecnico di Torino un sistema di rilevamento mobile da autoveicolo (MMS - Mobile Mapping System) ad alto rendi-



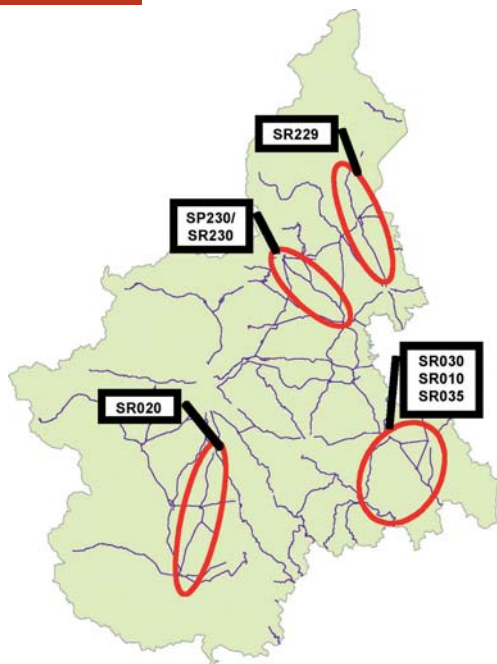
mento. Ciò ha permesso di verificare che le discrepanze tra le misure rilevate per la verifica e quelle consegnate dall'Assuntore del rilievo rimanessero nelle tolleranze prescritte.

Il sistema MMS realizzato, si avvale di 3 ricevitori GNSS doppia frequenza, 3 telecamere e un apparato inerziale IMU. PC portatili provvedono a gestire l'acquisizione e la sincronizzazione dei dati acquisiti. Il sistema è stato calibrato e verificato su appositi poligoni sperimentali ed è risultato idoneo alla verifica delle tolleranze di capitolato. Le modalità di funzionamento, calibrazione e precisioni raggiungibili sono documentate nella bibliografia: Cina (2008) e Bendea (2008).

La restituzione delle pertinenze è stata fatta con il software LCMMS (Low Cost Mobile Mapping System) realizzato appositamente (fig. 9) a partire dalle immagini acquisite. Ulteriori software sono stati realizzati per eseguire confronti ed rapporti statistici.

Le verifiche dei tracciati stradali

Sui tracciati individuati in fig. 10 sono stati eseguiti rilevamenti in andata e ritorno con il veicolo del DITAG ed eseguiti confronti con quanto rilevato dall'Assuntore. La tolleranza sulle coordinate plano-altimetriche dei tracciati stradali imposta dal Capitolato Consip è pari a 1 m al 95%. I dati rilevati dai tre ricevitori GNSS doppia frequenza a bordo del veicolo sono stati elaborati in maniera cinematica con approccio alle doppie differenze rispetto ad una stazione "base", posta di volta in volta in posizione approssimativamente baricentrica rispetto alla tratta da considerare. Essa è stata inquadrata nel sistema di riferimento nazionale WGS84 nella realizzazione ETRF89-IGM95 tramite collegamento geodetico alle stazioni permanenti della rete test ge-



stata dal Politecnico di Torino. L'intervallo di campionamento dei ricevitori rover e base è stato fissato a 5 Hz: ad una velocità di 50 km/h (circa 14 m/s) ciò equivale a rilevare un punto ogni 3 m circa, paragonabile con l'intervallo di acquisizione utilizzato dall'Assuntore.

La procedura di confronto delle coordinate dei due rilievi (DITAG e Assuntore) è stata realizzata con un *software* appositamente sviluppato (fig. 11) che, per ogni segmento del tracciato assunto come riferimento, ricerca il punto del tracciato da sottoporre a verifica e ne calcola la distanza secondo il piede della perpendicolare. La quota di confronto è ottenuta per interpolazione lineare.

Si riporta in fig. 11 un esempio significativo dell'andamento planimetrico e altimetrico di tali differenze relativamente alla STRADA SR035BIS - "Giovio" - km 0-

22. Come risulta dai dati statistici in fig. 12, le differenze tra la traiettoria rilevata per la verifica e quella oggetto di consegna risultano ampiamente in tolleranza. Il risultato è particolarmente buono in quanto gli scarti rilevati sono imputabili non solo alle precisioni delle rispettive coordinate e a ragionevoli interpolazioni di traiettoria, dal momento che i punti non possono essere presi in coincidenza, ma anche alla condotta di guida dei veicoli (guida centrata, superamento ostacoli e altro ancora). In particolare si nota come le discrepanze in quota abbiano media praticamente nulla e sqm inferiore a 10 cm. In planimetria risultano di entità di poco superiore ma comunque ampiamente in tolleranza.

Analoghe considerazioni possono essere fatte sulle rimanenti tratte analizzate nel corso della verifica. Le tolleranze planimetriche e altimetriche risultano ampiamente soddisfatte per tutto il campione di 128 km analizzato.

Ulteriori verifiche

Sono state fatte ulteriori verifiche sulla completezza e coerenza interna dei dati restituiti. La verifica è stata fatta sulle tratte individuate per l'intero percorso delle strada regionali del campione (circa 400 km). Se ne riportano alcune significative:

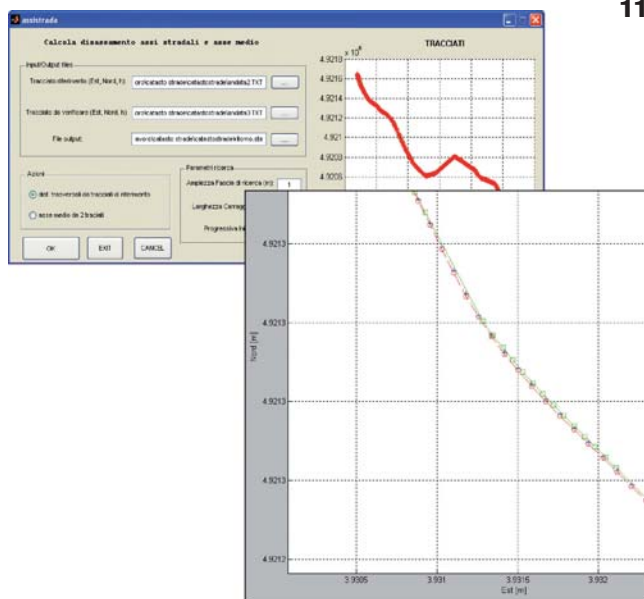
Coerenza altimetrica dei tracciati nei due versi di percorrenza: a parte irregolarità del manto e variazioni di pendenza trasversale, essi devono risultare pressoché alla stessa quota in andata e ritorno. La verifica ha avuto esiti positivi con una percentuale superiore al 99% delle discrepanze, tra le quote di andata e ritorno, in tolleranza.

Coerenza tra le pendenze longitudinali restituite e quel-

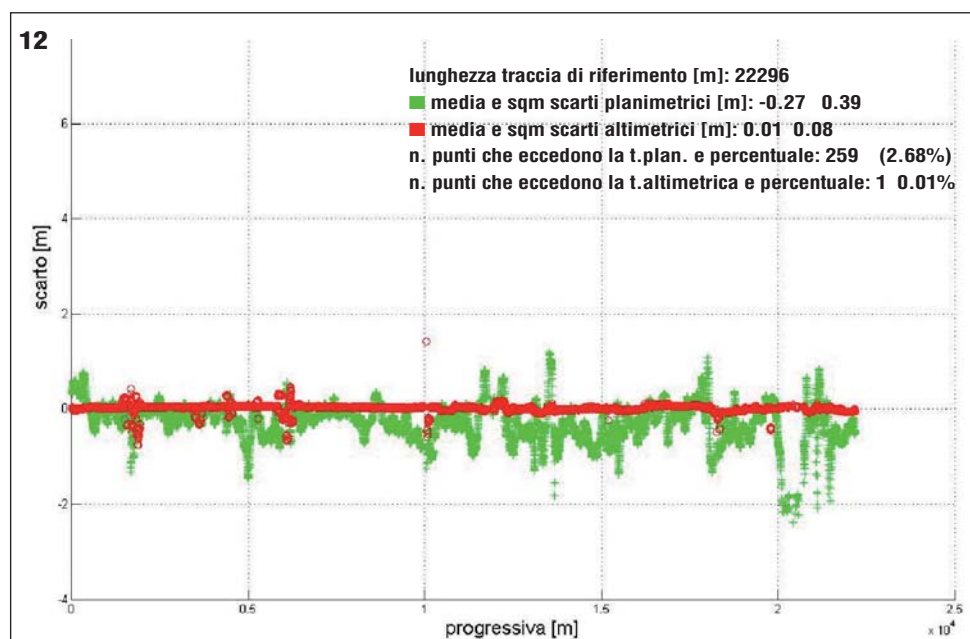
10. Strade su cui sono stati eseguiti i rilievi di verifica

11. Confronto planimetrico tra tracciati stradali

12. Scarti planimetrici (verdi) e altimetrici (rossi) tra tracciati stradali



11



Riferimenti bibliografici

CINA A.; LINGUA A.; PIRAS M. (2008). *Low cost mobile mapping systems: an Italian experience*. 2008 IEEE/ION Position Location and Navigation Symposium. Monterey, California. May 5-8, 2008. (pp. 1033-1045). ISBN/ISSN: 1-4244-1537-3

BENDEA H.I., CINA A., DE AGOSTINO M., LINGUA A., PIRAS M. (2008). "Realizzazione di un GIS stradale con un veicolo rilevatore basso costo" in Atti 12a Conferenza Nazionale ASITA, L'Aquila 21 - 24 ottobre 2008. ISBN 978-88-903132-1-9

le dedotte a partire dalle coordinate dei tracciati. Le prime vengono rilevate con apparato inerziale, una volta noti i parametri iniziali di calibrazione del veicolo rilevatore, e le seconde dalle misure GPS. Anche se il trattamento dati GPS e IMU avviene congiuntamente, le provenienze dei dati sono diverse e devono risultare tra di loro coerenti.

La tolleranza strumentale per il rilievo delle pendenze è fissata dal Capitolato pari a 1%. Dette discrepanze rientrano all'interno della tolleranza con percentuale $\geq 99\%$.

Analisi della qualità delle immagini dei filmati delle telecamere frontali e laterali. È risultata globalmente positiva e funzionale alle operazioni di restituzione della segnaletica e delle pertinenze in termini di qualità,

continuità, individuazione e leggibilità.

Analisi della completezza e precisione dei cippi chilometrici: essi sono risultati completi e entro la tolleranza di 2 m in più del 95% dei casi osservati.

Censimento di alcune pertinenze: delle varie categorie sono state analizzate i sovrappassi e la segnaletica verticale. Essi sono risultati correttamente censiti e documentati in più del 95% dei casi osservati.

L'automazione sull'acquisizione e sulla restituzione gioca un ruolo determinante visti i tempi "stretti" da rispettare nel rilievo e la numerosità degli eventi e degli oggetti da censire. Le operazioni di collaudo hanno valutato non solo le tolleranze metriche ma anche la qualità del rilievo nel suo complesso, dando come esito un giudizio positivo sul lavoro svolto. ■

La Regione Veneto presenta il **nuovo Catasto Strade**

La volontà di conoscere nel dettaglio il proprio patrimonio stradale per garantire livelli di servizio adeguati allo sviluppo del territorio ha spinto la Regione Veneto a realizzare il proprio Catasto Strade utilizzando le più moderne tecnologie di Rilievo ad Alto Rendimento, come quelle utilizzate dalla Siteco Informatica srl di Bologna.

Per meglio razionalizzare tutti i processi relativi alla gestione tecnica ed economica, la Regione non si è limitata a censire i propri 1900 km di strade, ma ha implementato un vero e proprio Sistema Informativo Stradale. Per tali scopi la Regione ha aderito nel 2008 alla Convenzione Consip per i servizi di realizzazione del Catasto Strade affidandone l'implementazione e il mantenimento a Veneto Strade Spa, la società concessionaria per gestione, progettazione, esecuzione e manutenzione della rete viaria d'interesse regionale. La Siteco, che nell'ambito dell'ATI aggiudicatrice di 3 su 4 lotti della Convenzione a livello nazionale ha realizzato questo servizio, ha affiancato Veneto Strade nello studio del nuovo modello organizzativo. Nell'implementazione del Sistema Informativo Stradale, Siteco ha svolto il coordinamento con gli altri 2 partner: STR Spa, società del Gruppo Sole24Ore, leader nazionale nella realizzazione di soluzioni per il Facility Management e gli Appalti, e Abaco srl, la più importante realtà a livello nazionale dello svi-

luppo di piattaforme GIS.

Questo importante progetto, già presentato a SPAR 2009, Denver-Colorado, verrà illustrato anche in Italia a fine maggio a Mestre e Milano. Di notevole interesse alcuni dei suoi diversi aspetti innovativi fra cui evidenziamo la tecnologia di rilievo comprensiva di scansione laser e acquisizione stratigrafica delle pavimentazioni con georadar e la messa a punto di una piattaforma GIS, web based, per la gestione del catasto strade e le relative manutenzioni, basata su architettura Oracle Spatial. Il sistema GIS, grazie alla contestualizzazione delle informazioni sul territorio, permetterà di acquisire efficienti strumenti informatici per la gestione delle fasi operative inerenti la manutenzione delle strade in esercizio e la realizzazione di nuovi progetti stradali. L'architettura basata sul potente motore relazionale Oracle e sulle applicazioni web based garantisce la adeguata distribuzione dei servizi a tutti gli utenti, sia nella sede di Mestre che in quella di Belluno. La capacità di promuovere l'innovazione tecnologica in un complesso contesto operativo, cogliendo le reali esigenze degli utenti, sono stati i punti di forza del progetto. Le principali novità del rilievo sono stata l'introduzione del laser scanner e del georadar nel veicolo ad alto rendimento. Particolarmente interessanti sono i risultati ottenuti nelle strade dolomitiche dove le "nuvole di punti 3D" hanno permesso una re-

stituzione molto precisa della pavimentazione e delle importanti opere d'arte collocate su tali strade.

Alcune peculiarità del patrimonio stradale in gestione a Veneto Strade, come la sua grande estensione geografica e le differenti tipologie di strade, nonché i tempi ristretti di realizzazione, hanno richiesto un'accurata pianificazione delle attività di rilievo. Il patrimonio è stato suddiviso in 3 differenti aree: l'area dolomitica, l'area del lago di Garda e costiera ed infine l'area di pianura con strade ad alto scorrimento. Si è così tenuto conto della differente distribuzione stagionale del traffico nelle 3 aree al fine di ottenere la migliore qualità possibile di dati rilevati.

In questo modo in solo 3 mesi è stato realizzato tutto il rilievo e altri 6 mesi sono stati necessari per l'elaborazione della banca dati e la produzione del Catasto Strade.

Parallelamente è partita una fase sperimentale mediante la realizzazione di un prototipo dell'intero sistema informativo. È stato così possibile testare la qualità dell'architettura hardware nonché l'aderenza del sistema informativo al processo operativo ed organizzativo di Veneto Strade Spa.

Stanno partendo in questi giorni i test finali di collaudo dell'intera banca dati Catasto Strade, e la verifica sui processi implementati nei nuovi Sistemi Informativi.