Un esempio di best practice per la manutenzione stradale

IN UN COMUNE CAMPANO, CON 200 KM DI RETE STRADALE È STATO POSSIBILE REALIZZARE UN INTERESSANTE PROTOTIPO PER UNA INNOVATIVA METODOLOGIA DI GESTIONE DELL'APPALTO DI MANUTENZIONE STRADALE

*Raffaella Spadoni**

***1.** Il mobile mapping system Road-Scanner*

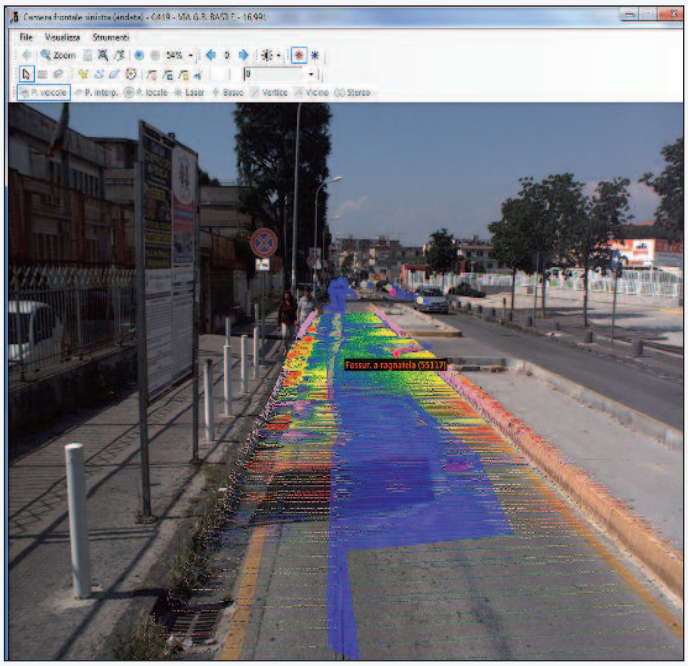
Il comune, già in fase di stesura del Capitolato di gara, aveva evidenziato la necessità dell'analisi dello stato manutentivo della pavimentazione e l'individuazione delle necessità e priorità d'intervento inserendo un interessante punteggio tecnico su questa tematica.
Con estrema semplicità ed efficacia, il Capitolato esplicitava le necessità comunali che si possono riassumere in tre obiettivi: conoscere gli eventi che minano la sicurezza stradale, gestirli rapidamente e avere strumenti per contestare i contenziosi. Un eccellente pragmatismo finalizzato al chiudere le "buche stradali" per garantire migliore sicurezza soprattutto all'utenza "debole" (i motociclisti) e nel contempo risparmiare. Il Capitolato richiedeva anche strumenti software a supporto delle procedure di gestione e coordinamento sugli interventi.
La Società Siteco ha quindi collaborato con l'Impresa che si è successivamente aggiudicata l'appalto per proporre una metodologia innovativa in ambito comunale che prevede l'utilizzo di indicatori dello stato manutentivo, in particolare la determinazione del Pavement Condition Index. Questa metodologia fa riferimento a Normative internazionali (ASTM D6433/2003 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys), il cui utilizzo è consolidato all'estero e anche in alcuni contesti italiani principalmente per strade in gestione a Province.
Per queste ultime infatti, caratterizzate da un patrimonio stradale molto esteso, l'utilizzo di indicatori sintetici dello stato manutentivo, visualizzabili su base GIS, è di fondamentale importanza. Nel contesto aeroportuale, i cosiddetti Pavement Management System, sono d'obbligo (ASTM D5340 - 12 Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys), ma l'utilizzo in ambito comunale presenta alcuni aspetti interessanti di seguito illustrati.

Metodologia e progetto

La metodologia proposta coincide esattamente con quanto realizzato (il progetto è stato ultimato con successo).
Poiché con la tecnica di rilievo ad alto rendimento (Road-Scanner) è possibile immagazzinare dati utili a molteplici scopi, oltre a quanto richiesto nel Capitolato in riferimento allo stato manutentivo delle pavimentazioni,

***2.** I difetti della pavimentazione georiferiti e sovrapposti alla ortofoto*

è stata proposta, e poi realizzata, anche la creazione del Catasto Stradale e della Segnaletica, del quale il Comune non era ancora dotato. Avere un archivio di asset management su base GIS, che significa conoscere il proprio patrimonio in ogni dettaglio, è il punto di partenza per ogni processo e attività che agisce sul territorio. Quindi contestualmente, e utilizzando gli stessi dati del rilievo, è stata anche creata la banca dati degli ammaloramenti superficiale della pavimentazione come attività propedeutica allo studio dello stato manutentivo. Questo due archivi sono il punto di partenza per il lavoro della Sogest e lo strumento di controllo per il Comune. A questo punto, per meglio sviluppare le attività sul patrimonio e per facilitare i vari processi operativo, sono stati forniti software di gestione dei dati, modellabili sullo specifico flusso operativo dei due attori.



***3.** I difetti vengono censiti disegnandoli sui filmati in sovrapposizione alla nuvole di punti*

Rilievo con Road-Scanner

Si è proceduto con un rilievo con il mobile mapping system Road-Scanner, rilievo come già anticipato, finalizzato al duplice obiettivo di effettuare il censimento dello stato manutentivo della pavimentazione e nel contempo delle pertinenze stradali. Road-Scanner ha effettuato una completa ispezione di tutta l'infrastruttura e dei suoi componenti acquisendo, in modalità cinematica, molte tipologie di dati: percorso veicolare, profilo longitudinale, immagini georiferite mediante riprese da cinque telecamere ad alta definizione ogni 2 m, analoghe immagini della pavimentazione mediante posizionamento di due ulteriori telecamere posteriori orientate verso il basso, sezioni stradali ogni 20-40 cm rilevate con il laser-scanner elicoidale.

***4.** Filmati, nuvole di punti laser rappresentanti in scala di colore e geometrie dei difetti georiferite*

Tutti i dati sono stati georiferiti grazie ad un potente sistema di posizionamento inerziale. Il software di post-processing è in grado di combinare in modo ottimale tutte le informazioni raccolte e di effettuare il calcolo di correzione differenziale GPS. Il sistema di navigazione comprende un ricevitore GPS di ultima generazione e soprattutto una piattaforma inerziale con giroscopi in fibra ottica, in grado di garantire la massima precisione di rilievo della posizione assoluta e dell'orientamento del veicolo, anche in condizioni di prolungata assenza di segnale GPS.

Il sistema video, con le telecamere anteriori e posteriori ad alta risoluzione, permette una visione completa dell'infrastruttura stradale, in assetto ideale per misurazioni fotogrammetriche. In questa occasione è stato utilizzato solamente un laser scanner, il Faro Focus3D, ma Road-Scanner ne può montare fino a tre e di differenti tipologie. Il suo utilizzo in modalità cinematica ha permesso la rilevazione di 1 milione di punti per 100 scanline al secondo, con precisioni relative di ordine millimetrico, fino ad una portata di 150 m sul lato destro e sinistro della carreggiata. I dati laser sono stati utilizzati nella fase di censimento delle pertinenze stradali rendendo questa fase veloce e soprattutto molto precisa.

La sovrapposizione dei filmati con la nuvola di punti e una opportuna gradazione cromatica dei punti rispetto alla quota relativa, ne ha evidenziato lo scostamento dal piano medio per ogni corsia di marcia ed ha reso estremamente efficace l'individuazione di ogni singolo difetto della pavimentazione.

La creazione delle banche dati

L'attività di post-elaborazione dei dati immagazzinati dal laboratorio mobile è consistita in vari fasi. Si è partiti dalla georeferenziazione di filmati e nuvole di punti, si è definita la struttura dei dati e si è proceduto con il censimento vero e proprio tramite misurazioni, individuazione di posizioni e attributi. Il software di post processing è pertanto uno degli elementi di supporto fondamentali all'attività.

Tale software, leggermente limitato nelle sue funzionalità, è stato poi fornito al Comune in quando avere la possibilità di consultare i filmati insieme alle nuvole di punti e poter estrarre sezioni o misure è un prodotto/servizio collaterale del progetto, estremamente utile per evitare sopraluoghi ai Tecnici o ottenere moltissime informazioni sul territorio, a prescindere dal Catasto o dalle pavimentazioni. In pratica, è come avere uno streets view professionale sovrapposto ad immagini 3D di elevata precisione, e sulle quali effettuare operazioni di misurazione.

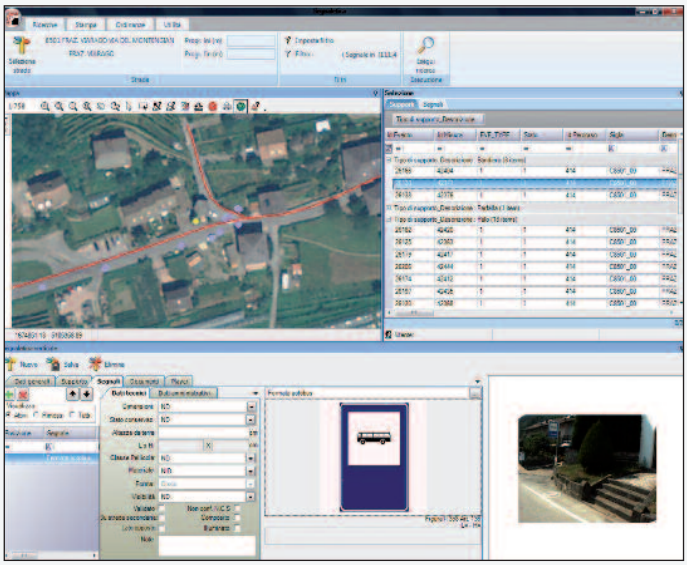
La banca dati del Catasto Strade e il relativo software di gestione

Il Data Base così creato, organizzato nella sua parte "relazionale" (in cui vengono archiviate tutte le informazioni riguardanti la strada e le pertinenze), e "cartografica" (costituita essenzialmente dal grafo stradale e dalla cartografia di sfondo) è stato reso disponibile per il software Road-SIT, di asset management. Questo software, oltre ad abilitare visualizzazione GIS sui dati, consente la registrazione di tutte le attività manutentive che agiscono sulle pertinenze stradali, in ogni fase di processo (dalla programmazione alla realizzazione), nonché tenere aggiornato il Catasto sulle base delle modifiche che necessariamente intervengono nel tempo.

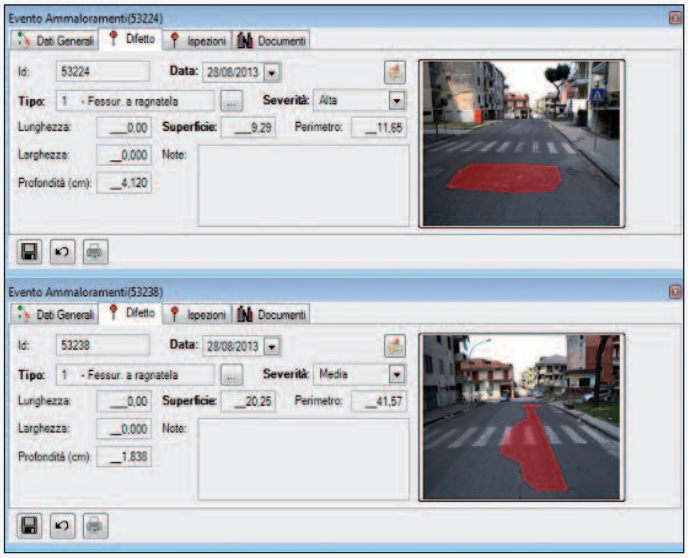
5. *Ortofoto e pertinenze stradali del Catasto Strade*

Banca Dati degli Ammaloramenti e relativo software di gestione

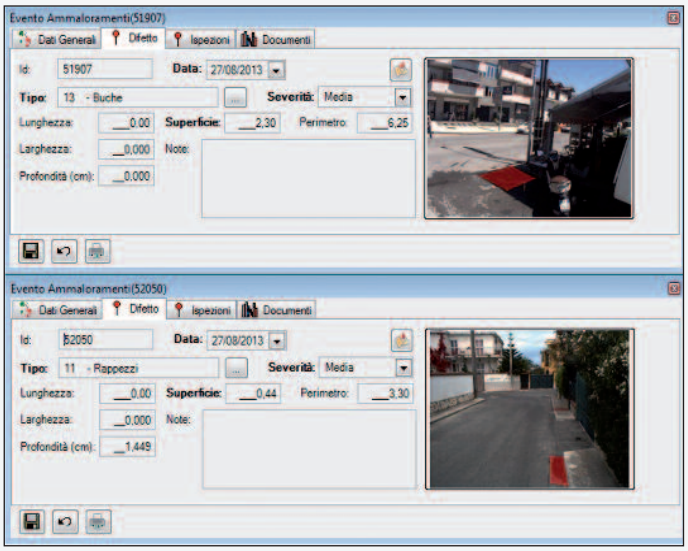
La parte sicuramente più innovativa di questo progetto riguarda lo Studio della Pavimentazione comunale.
Mediante ispezione visiva sui filmati di alta qualità sovrapposti alle nuvole di punti laser, si è proceduto al censimento dei difetti superficiali della pavimentazione e alla conseguente determinazione del Pavement Condizion Index.
Le Normative di riferimento prevedono, tra la altre cose, una classificazione dei difetti contenuta in un Catalogo (da noi informatizzato) con suddivisione degli ammaloramenti in famiglie di dissesti in base alla caratteristica funzionale interessata. Ogni tipologia di difetto è definita sinteticamente da alcuni elementi: descrizione e immagini, livelli di severità, metodi di misurazione, parametri da misurare.
Il Catalogo costituisce la base per il riconoscimento della tipologia e per l'attribuzione del livello di severità di ciascun tipo di ammaloramento. Gli operatori di Siteco hanno realizzato il censimento grazie al software Road-SIt Survey utilizzando alcune funzionalità che garantiscono la corretta misurazione dell'area interessata dal difetto e della sua severità.
Ad esempio, ove il parametro di severità sia definito dalla profondità massima del dissesto, questo dato viene calcolato automaticamente



6. *Un esempio di segnale verticale georiferito con le relative informazioni alfanumeriche e fotografiche*



7. *Un esempio di fessurazioni a ragnatela con differente grado di severità*

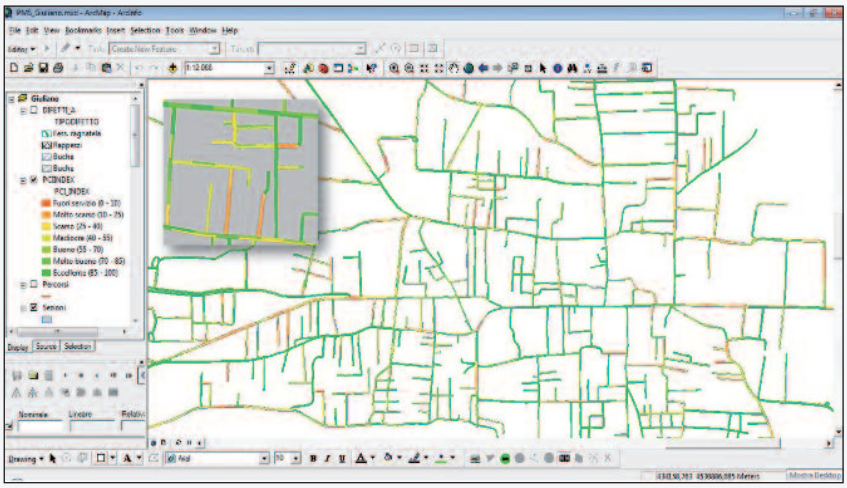


8. *Il difetto tipo buca e tipo rappezzo*

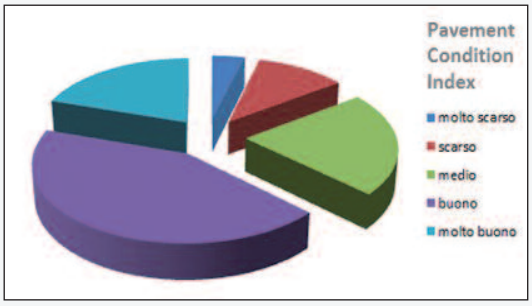
fornito per tratte di 100 m può essere ricalcolato su tutta la strada e su tutto il patrimonio. Non viene calcolato un indice medio, poco indicativo, ma piuttosto la % di pavimentazione che ha indice molto basso, basso, medio, buono, molto buono. Quindi la "pagella" è composta da quanti km di patrimonio sono in cattive condizioni, quanti in condizioni medie e così via.

A questo punto, sono possibili molte operazioni utili per l'operatore, l'Impresa e il comune: ad esempio l'estrazione delle tratte stradali con maggior criticità (valore dell'indice basso), oppure l'immediata localizzazione di una tipologia di difetti con severità elevata, ad esempio buche profonde, estremamente dannose per l'utenza "debole".

Avere semplice evidenza di com'è fatto il patrimonio (Catasto) e in quale condizioni è (pavimentazione) e pertanto la leva per affrontare un appalto che sicuramente dovrà conseguire obiettivi di miglioramento rispetto al momento in cui viene affidato il patrimonio.



9. *La rappresentazione grafica dell'indice di stato per tratte di 100 m su una parte del patrimonio comunale*



10. *Un esempio di distribuzione dell'Indice di stato su tutto il patrimonio*

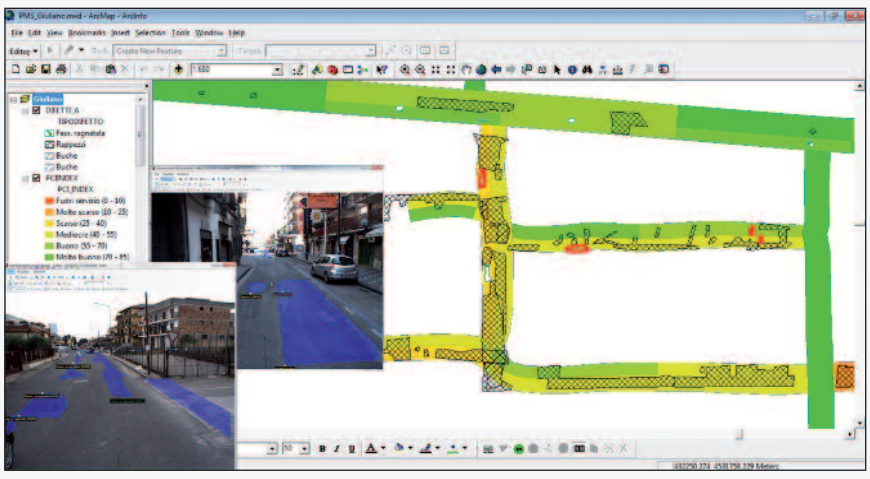
Ovvio che, rieseguendo un rilievo con Road-Scanner a fine appalto, anche solo per una campionatura di chilometri piccola, si consentirà all'Amministrazione la valutazione oggettiva del buon operare dell'Impresa. ■

dal software, intercettando i punti laser 3D all'interno dell'area individuata per il difetto stesso.

Successivamente, il software calcola in modo automatico (sulla base dei difetti censiti all'interno dell'area) anche l'indice di stato manutentivo. In particolare, come previsto dalle norme, è stato calcolato il Pavement Condition Index all'interno di tratte di 100 m di strada, intercettando appunto i difetti (o la quotaparte) censiti all'interno dell'area.

La rappresentazione di queste attività è sintetica per quanto riguarda l'indice (che è un numero, praticamente un voto) ma è possibile in ogni momento passare alla vista analitica aprendo il filmato e le nuvole di punti esattamente nella tratta stradale con l'indice critico. Analogamente, si può passare ad una vista ancora più sintetica, che può costituire una "pagella" su tutto il patrimonio: l'indice

** Ingegnere Account & Marketing Manager di Siteco Informatica Srl*



11. *La vista analitica dei difetti sulla mappa e sui filmati*