

Il nuovo ortofotopiano del Comune di Venezia nell'Infrastruttura dei dati Territoriali di Base (ITB)

di Paolo Barbieri,
Mario Fondelli,
Luigi Proietti
e Massimo Rumor

E' noto come
*l'informazione
territoriale*

(geografica o georiferita), in quanto componente specifica del sistema informativo degli Enti Locali, in primis il Comune, abbia *valenza strategica* sia perché indispensabile per tutte le attività che direttamente afferiscono alla pianificazione e gestione del territorio, sia perché in grado di conferire *valore aggiunto* a tutte le attività amministrative gestionali e di comunicazione al cittadino. In questo contesto si pone l'esigenza di condividere tra i diversi utenti interni ed esterni all'Ente un set di dati a supporto della rappresentazione e consultazione di tutte le informazioni riferibili al territorio. Se fino a qualche tempo fa questa funzione veniva svolta dalla cosiddetta *cartografia di base*, oggi essa viene affidata ad una più articolata *infrastruttura di dati spaziali*.

Il Comune di Venezia, nell'ambito delle attività per lo sviluppo del proprio Sistema Informativo Territoriale, ha messo a punto e avviato a realizzazione uno specifico progetto per la costruzione di un'*Infrastruttura di dati Territoriali di Base (ITB)*. Il progetto, che ha visto il

coinvolgimento dei vari Uffici comunali interessati, della Regione del Veneto e dell'Agenzia del Territorio, si è sviluppato a partire dal 2002 con gli studi di fattibilità, cui è seguita nel 2003 la fase della progettazione esecutiva e quindi, a partire dal 2004, dell'attuazione. Attualmente le componenti dell'infrastruttura sono state realizzate e si sta procedendo alla definizione di una piattaforma tecnologica per la gestione e l'utilizzo della ITB, basata su di un Geo-DBMS e meccanismi di interoperabilità, con l'obiettivo di interfacciare le diverse applicazioni gestionali presenti

in Comune. Nel presente articolo si intende presentare il modello concettuale di riferimento ed evidenziare, in particolare, il ruolo in esso svolto dalle immagini ortofotografiche.

Il modello concettuale di riferimento e le componenti dell'ITB

Il primo problema che si è inteso affrontare è dunque quello di definire i contenuti dell'informazione geografica di base (nella terminologia internazionale corrente denominata anche *Reference Data*) e derivarne il modello concettuale di riferimento per il progetto. Questo approccio muove pertanto dalla distinzione tra informazione denominata *di base*, in quanto necessaria per tutti i tipi di applicazione, e informazione *tematica*, utilizzata in specifici ambiti applicativi. Una delle motivazioni forti di questa scelta è che, concentrandosi sull'informazione di base, le istituzioni deputate alla sua formazione e gestione possono migliorarne la qualità, in particolare il livello di aggiornamento. Inoltre la disponibilità di un tale insieme di dati di base, standardizzato, creato e mantenuto senza duplicazioni, favorirebbe in generale l'impiego di informazione geografica e permetterebbe economie sicuramente significative. Premesso che comunque una definizione dell'informazione di base non può essere data una volta per tutte, ma va tenuta aperta a modifiche ed integrazioni successive in una visione dinamica ed evolutiva, si ritenuto di adottare il *Reference Data* elaborato nel 2001 all'interno del progetto europeo *ETeMII - European Territorial Management Information Infrastructure* (<http://www.ec-gis.org/etemii>), che comprende:

- ✓ elementi geodetici (vertice di rete, caposaldi, ecc.)

- ✓ unità amministrative (confini)
- ✓ unità di proprietà (particelle ed edifici)
- ✓ indirizzi (via-numeri civici)
- ✓ alcuni elementi selezionati della topografia (quali elevazione, reti di trasporto, idrografia)
- ✓ immagini ortofotografiche del territorio.

Questo approccio ha implicazioni significative sui contenuti informativi. In primo luogo vi è il tendenziale superamento (denso di implicazioni) della distinzione tra cartografia tecnica e catastale; inoltre molti elementi che nelle cartografie tradizionali hanno lo scopo di rendere leggibile la carta non sono più necessari in presenza dell'ortofotopiano; infine l'indirizzo (via-numero civico) svolge un ruolo fondamentale per garantire la localizzazione di un varietà di informazioni tematiche anche non dotate di componente spaziale.

La contestualizzazione del *Reference Data EtemII* al caso veneziano ha portato alla seguente configurazione dell'infrastruttura di dati territoriale di base (ITB) del Comune di Venezia (vedi schema a in basso):

Le componenti dell'ITB sono pertanto:

- ✓ il *geodatabase cartografico* (cartografia di base strutturata per oggetti territoriali),
- ✓ le *chiavi territoriali normalizzate* per l'aggancio a database esterni (indirizzo via-numero-civico e riferimenti catastali sezione-foglio-mappale-subalterno);
- ✓ l'*ortofotopiano digitale*;

- ✓ la *mappa vettoriale delle particelle catastali*.

La realizzazione di ciascuna delle componenti ha dato luogo a specifici sottoprogetti condotti in parallelo ai fini di:

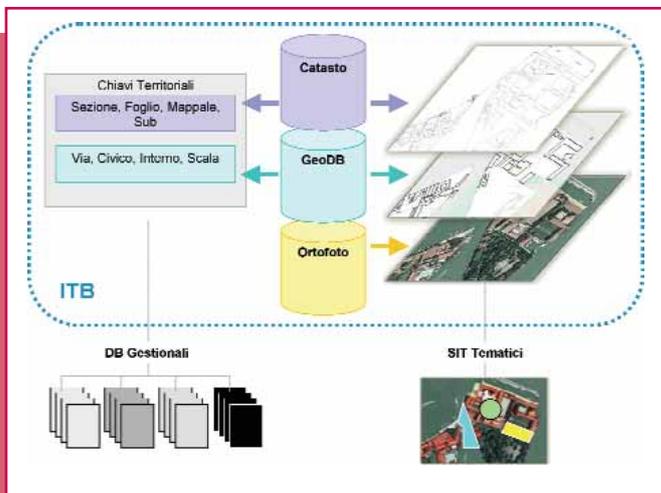
- ✓ riorganizzare la cartografia tecnica numerica di base esistente in database cartografico comunale (GeoDBC), secondo le specifiche Intesa GIS opportunamente adattate al modello

concettuale prescelto (partner tecnologico: Politecnica srl di Padova), derivandone anche una versione idonea alla rappresentazione a livello regionale (GeoDBR) in collaborazione con la Regione Veneto;

- ✓ acquisire un ortofotopiano digitale a scala nominale 1:2000 dell'intero territorio comunale (partner tecnologico: R.T.I. Geodetical snc di Viterbo + Rossi srl di Brescia) definire i flussi di dati e delle procedure organizzative per l'aggiornamento sistematico del GeoDBC, con il concorso dei diversi uffici comunali interessati;
- ✓ informatizzare lo strato informativo relativo alle particelle dei terreni, da integrare successivamente nel GeoDBC, in collaborazione con l'Agenzia del Territorio (partner tecnologico: AGS srl di Pesaro); riallineare in modo mirato e selettivo il GeoDBC / GeoDBR sull'ortofotopiano (partner tecnologico: Impresa Rossi Luigi srl, attività in corso);
- ✓ normalizzare gli indirizzi contenuti nei diversi archivi gestionali comunali e in quello catastale (partner tecnologico: Venis spa); implementare le componenti dell'ITB su Geo-DBMS, attivandone l'aggiornamento e la connessione con le diverse applicazioni gestionali presenti in Comune (partner tecnologico: Venis spa e altri da definire).

Ruolo e caratteristiche dell'ortofotopiano

Come si è visto sopra, l'infrastruttura dei dati territoriali di base costituisce le fondamenta su cui si costruiscono gli altri insiemi di dati geografici, il telaio per il collegamento e l'integrazione di altra informazione georiferita e fornisce anche l'informazione di contesto per aiutare la visualizzazione e quindi la lettura e la comprensione del territorio. Questa funzione di *rappresentazione del contesto* è svolta precipuamente dall'ortofotopiano e, nel nostro caso, tale funzione è enfatizzata dal fatto che il database cartografico è stato limitato ad un set di entità territoriali selezionate in quanto *di base*: si pensi, a titolo esemplificativo, che, rispetto alle 121 classi previste dalle specifiche per i DB topografici dell'Intesa GIS, il GeoDBC del Comune di Venezia ne



L'infrastruttura di dati Territoriali di base (ITB) del Comune di Venezia



Figura 1 - Geodatabase cartografico (Mestre)



Figura 2 - Ortofoto (Mestre)

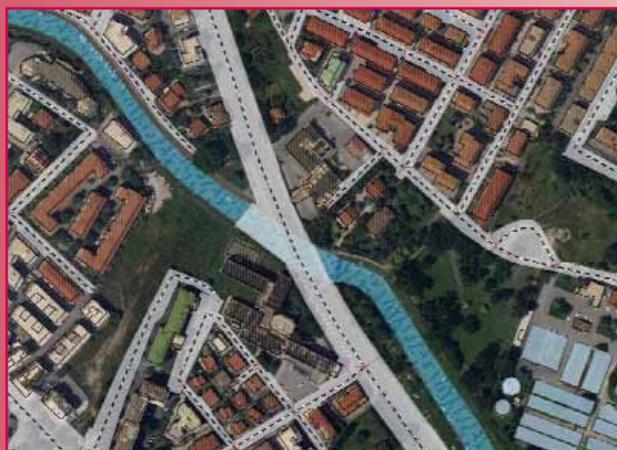


Figura 3 - Geodatabase + ortofoto (Mestre)



Figura 4 - Catasto + ortofoto (Mestre)

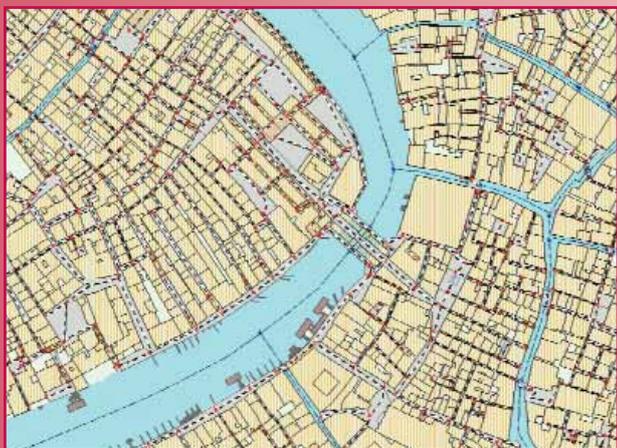


Figura 5 - Geodatabase cartografico (Venezia)



Figura 6 - Ortofoto (Venezia)



Figura 7 - Geodatabase + ortofoto (Venezia)



Figura 8 - Catasto + ortofoto (Venezia)

utilizza 59 e il GeoDBR della Regione Veneto 68. Un'altra essenziale funzione assegnata all'ortofotopiano, e alla relativa ripresa aerea, è quella di aggiornamento periodico del database cartografico, in aggiunta all'aggiornamento continuo (*event driven*) previsto per l'edificato e la viabilità. Questo spiega il motivo per cui, essendo necessaria una scala nominale 1:2000 (tenuto conto che tale è l'accuratezza della cartografia vettoriale comunale del territorio urbanizzato, ad eccezione dei centri storici di Venezia, Mestre e isole in scala 1:500), si è fatto ricorso alla ripresa aerea, anziché a quella da satellite, che allo stato attuale ancora non consente le necessarie accuratezze.

I lavori per la realizzazione di un ortofotopiano digitale alla scala nominale 1:2000 dell'intero territorio del Comune di Venezia sono stati affidati, a seguito di gara, allo R.T.I. costituito dalle ditte Geodetical snc di Viterbo (capogruppo) e Rossi srl di Brescia. Allo scopo di meglio inquadrare il caso veneziano, è opportuno richiamare da un lato la *specificità* e *varietà* dei luoghi (la città storica, l'ambiente lagunare, il polo industriale di Marghera, la conurbazione mestrina), dell'altro la loro *dimensione* complessiva. La superficie interessata era infatti di ettari 41.316 così composti: Venezia Centro Storico 800 ettari; Mestre e Terraferma 13.028 ettari; Isole dell'Estuario 2.186 ettari; Laguna (acque) 25.302 ettari.

La copertura aerofotogrammetria per la formazione dell'ortofotopiano è stata realizzata nel Luglio 2004 ed il suo inquadramento geometrico è stato assicurato da un raffittimento della rete GPS locale con errore di situazione dell'ordine di $\pm 0,28$ m ed approssimazione altimetrica pari a $\pm 0,31$ m. La dimensione del pixel al suolo nell'elaborato digitale a colori prodotto alla scala 1:2.000 risulta di 10 cm. Attraverso nuove opportune campionature dell'immagine digitale a colori sono state poi realizzate anche delle sue versioni a scala più piccola

aventi dimensione del pixel al suolo rispettivamente dell'ordine di 50 cm ed 1 m.

Le figure dalla numero 1 alla 8 mostrano per Venezia e per Mestre delle viste dell'ortofoto e del database cartografico a scala 1:2.000, presi singolarmente e in sovrapposizione. Meritevole di segnalazione appare l'accurato trattamento radiometrico delle immagini digitali originali che ha consentito di realizzare, nel mosaico delle varie specchiature

d'acqua lagunare, aventi ciascuna una propria risposta spettrale, il miglior equilibrio cromatico dell'elaborato ortofotografico a colori finale, suscettibile di fornire peraltro anche una più agevole lettura dei relativi fondali.

Le ortofotomappe sono realizzate secondo il taglio della cartografia regionale in scala 1:2000 e rese disponibili nei formati TIFF ed ECW e, in questo formato, sono state mosaicate nel continuo. E' stato



Figura 9 - Laser Scanning con rappresentazione di colore dei punti ricavata da ortofoto



Figura 10 - Vista prospettica di Laser Scanning colorato con ortofoto

Figura 11 - Laser Scanning: vista di profilo sulla laguna



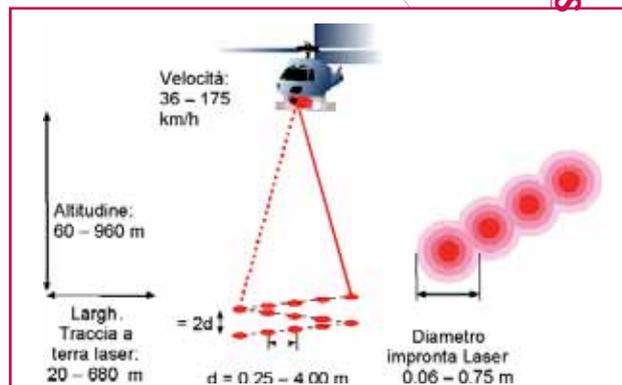
quindi sviluppato, in collaborazione con Planetek Italia srl, un apposito sito web per la consultazione dell'ortofoto contestualmente al database cartografico e ad altri tematismi. Il sito (consultabile all'indirizzo www.comune.venezia.it/territorio/ortofoto.asp), sfruttando la piattaforma Cart@net, consente di integrare le funzionalità del prodotto Image Web Server per la gestione di immagini di grandi dimensioni e di connettersi a diversi web services (come ArcIMS di ESRI, GeoMedia di Intergraph, Mapserver open source) per la consultazioni di mappe vettoriali.

Semina di punti quotati e ripresa laser scanner

Dalla ripresa aerea è stata contestualmente restituita una semina di punti quotati (al colmo, alla gronda e alla base di ciascun corpo di fabbrica) con un'approssimazione dell'ordine di ± 31 cm circa, da

utilizzare in fase di aggiornamento dell'edificato al fine di attribuire l'altezza a ciascuna unità volumetrica. L'individuazione delle altezze delle singole unità volumetriche è stata realizzata utilizzando i modelli stereoscopici orientati e acquisendo un elemento lineare costituito da tre punti (due nel caso di coperture piane) rilevati al colmo alla gronda e sul terreno. Una successiva elaborazione ha prodotto un file testo dove sono riportate le informazioni numeriche di ognuna delle circa 150.000 entità volumetriche.

Inoltre è stata realizzata per circa 800 ettari di territorio una ripresa laser scanner, comprendente i centri storici di Mestre e Venezia e le isole di Murano e Burano. Il rilievo è stato realizzato utilizzando il sistema TopEye, apparecchiatura progettata e realizzata dalla Saab Survey System, è basato su scanner laser, GPS,

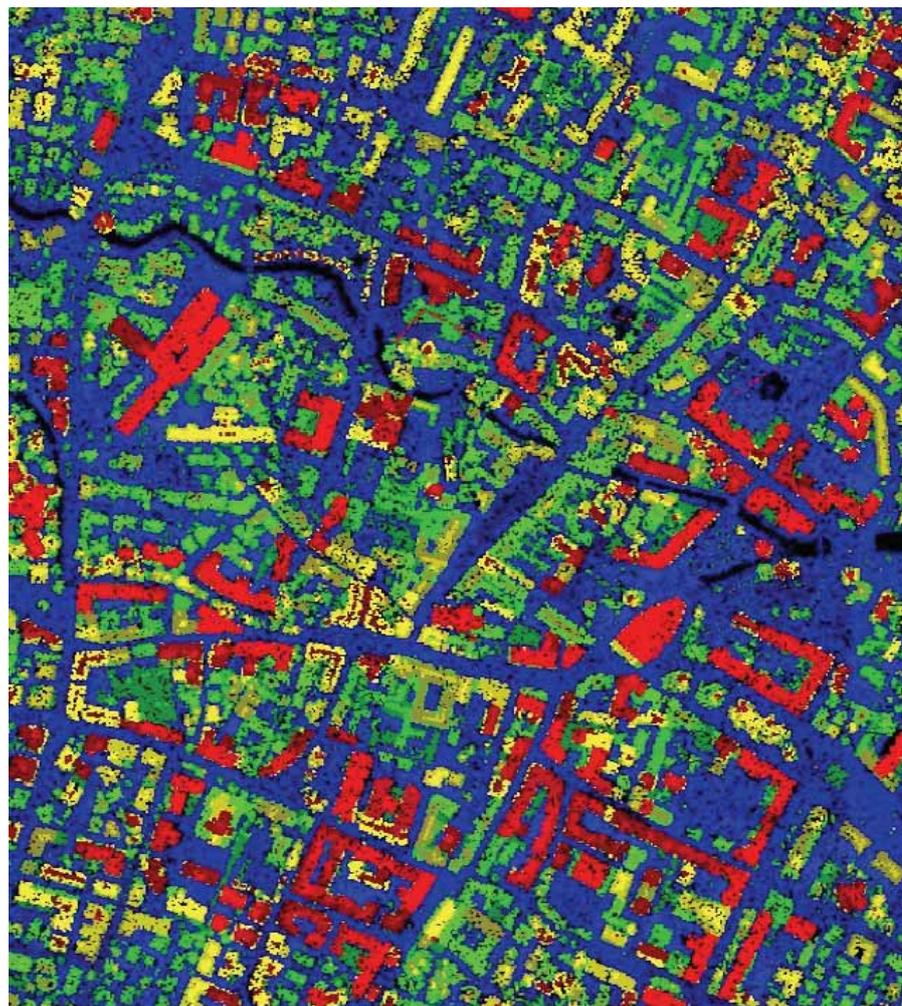


piattaforma inerziale e fotocamera digitale a colori ad alta risoluzione.

Lo scanner laser, che può inviare a terra fino a 7.000 impulsi al secondo, ha rilevato con una risoluzione di circa 4 punti per mq. la quota del terreno e degli *oggetti* presenti sullo stesso.

Il sistema GPS ha permesso di associare le coordinate planoaltimetriche a ciascun punto rilevato dallo scanner laser. La piattaforma inerziale ha consentito di correggere tutti gli errori di assetto dell'elicottero sia in fase di rilevamento che in fase di *postprocessing* dei dati. Si presentano alcune immagini relative a tale ripresa nelle figure 9, 10, 11 e 12.

La disponibilità di questi dati consentirà di sperimentare l'utilizzo di sistemi informativi geografici tridimensionali, al fine di consentire una migliore valutazione e comunicazione da parte della Pubblica Amministrazione locale delle trasformazioni in atto sul territorio e dell'impatto urbano dei piani e progetti in programma.



Originale Laser Scanning con rappresentazione in classi di quota colore

Autori

DOTT. PAOLO BARBIERI
Comune di Venezia
mail: paolo.barbieri@comune.venezia.it

PROF. MARIO FONDELLI
Università IUAV di Venezia
mail: m.fondelli@3fconsulting.it

LUIGI PROIETTI
Geodetical snc
mail: luigi.proietti@fastwebnet.it

PROF. MASSIMO RUMOR
Università IUAV di Venezia
mail: rumor@dei.unipd.it