

Il database geotopografico del Comune di Vercelli

Andrea Ardito (*), Gian Bartolomeo Siletto (**), Mauro Vasone (***), Marzio Pipino (***),
Luca Chiapale (***), Mattia De Agostino (***)

(*) Comune di Vercelli, Via Quintino Sella 1 - 13100 Vercelli, tel. 0161/596460, andrea.ardito@comune.vercelli.it

(**) Regione Piemonte, Corso Bolzano 44 - 10121 Torino, tel. 011/4326171,

gianbartolomeo.siletto@regione.piemonte.it

(***) CSI-Piemonte, Corso Unione Sovietica 216 - 10134 Torino, tel. 011/3168724,

(mauro.vasone, marzio.pipino, luca.chiapale, mattia.deagostino)@csi.it

Riassunto

Il lavoro descrive la successione di operazioni che hanno portato alla realizzazione del *database* geotopografico del Comune di Vercelli. Tale lavoro ha interessato sia l'attività di aggiornamento della Carta Tecnica Comunale (datata 2006), presente in ambiente CAD per la sola porzione di area urbana, sia la realizzazione *ex-novo* della cartografia per il resto del territorio comunale. L'attività, commissionata dal Comune al CSI-Piemonte, è stata eseguita coerentemente con le Specifiche che sottendono la Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti, promossa da Regione Piemonte.

Abstract

This paper focus on the operations that generate the geo-topographic database of the Municipality of Vercelli. This work has included both the updating of the existing Municipal Technical Map (2006), present in CAD environment only for urban area, and the realization of cartography for the rest of the municipality. The work, commissioned by the Municipality to the CSI-Piemonte, is consistent with Technical Specifications of the *Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti*, promoted by Regione Piemonte.

Introduzione

Il presente lavoro espone le operazioni che hanno portato alla realizzazione del *database* (DB) geotopografico del Comune di Vercelli. Tale lavoro ha incluso sia l'attività di aggiornamento della Carta Tecnica Comunale in scala 1:2000, realizzata nel 2006 in ambiente CAD per la sola porzione di area urbana, sia la realizzazione *ex-novo* della cartografia per il resto del territorio comunale, per una superficie complessiva di circa 8000 ettari.

Nel corso delle attività si è proceduto alla revisione ed adeguamento della Carta Tecnica esistente per il centro urbano, uniformando la stessa secondo quanto prescritto all'interno del Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei *database* geotopografici" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012) e dei relativi allegati tecnici. Tali documenti sono il frutto di un gruppo di lavoro del Centro Interregionale per i Sistemi Informatici, geografici e Statistici (CISIS), e derivano dai documenti prodotti dall'IntesaGIS finalizzati all'individuazione dei contenuti minimi dei *National Core* e alla definizione delle regole di interpretazione delle specifiche di contenuto per i DB geotopografici relative al modello GeoUML definito ed implementato dallo SpatialDBgroup del Politecnico di Milano (De Gennaro e Pelagatti, 2008; Belussi et al., 2013).

L'attività di aggiornamento e di estensione della Carta Tecnica del Comune di Vercelli ha previsto dapprima una sistematica valutazione ed esame di ciascun dato/informazione territoriale a disposizione, e l'organizzazione all'interno della struttura in Strati, Temi e Classi definita dal Gruppo di Lavoro del CISIS. Pur ricalcando per molte parti la struttura ed il popolamento delle

classi del *National Core*, il Catalogo dei Dati Territoriali del Comune di Vercelli, realizzato per l'occasione, presenta al suo interno alcune modifiche legate alla natura della cartografia oggetto di realizzazione, al territorio in cui essa è inquadrata, oltre che alle precise richieste da parte del committente. Tali modifiche, seppur sostanziali in alcune sezioni, sono state applicate in maniera tale da non snaturare il carattere del contenuto del DB geotopografico, che rimane in linea con le specifiche nazionali e regionali e con il modello interpretativo GeoUML. La prima parte della relazione è volta a presentare le modifiche applicate.

Le attività di aggiornamento ed estensione della cartografia sono state fatte principalmente attraverso la tecnica fotogrammetrica, con la realizzazione di un volo sull'intero territorio comunale caratterizzato da una dimensione del *pixel* a terra idonea per la scala cartografica richiesta, e in ambiente GIS, inserendo le nuove geometrie direttamente all'interno del DB geotopografico e verificando al termine di ciascuna fase di lavorazione il rispetto delle relazioni topologiche previste dalle specifiche di contenuto. L'attività di aggiornamento e di integrazione della cartografia comunale è descritta nel dettaglio nella seconda parte dell'articolo.

Il DB geotopografico realizzato è stato utilizzato come dato di partenza per la realizzazione della Carta Tecnica in scala 1:2000, del DTM e dell'ortofoto, oltre all'armonizzazione geografica del dato catastale e del Piano Regolatore Generale. Inoltre, il DB geotopografico è stato portato nell'ambiente open-source PostGIS e si è provveduto ad erogare ai tecnici comunali una serie di corsi volti all'introduzione dei concetti base del GIS e alla formazione più specifica sull'uso del *software* QuantumGIS con tutorial ed esempi specifici, fino all'uso dei *plugin* del programma per svolgere attività più avanzate sul DB realizzato. La presentazione di tali attività costituisce la parte conclusiva dell'articolo.

La struttura del DB geotopografico

Nella realizzazione della struttura del DB geotopografico per il Comune di Vercelli si è scelto di rimanere allineati con i principi di carattere generale enunciati dalla Direttiva INSPIRE (Direttiva 2007/2/CE del 14 marzo 2007), e con le Specifiche di Contenuto ufficiali pubblicate nel già ricordato DPCM 10 novembre 2011.

Partendo dai documenti sopra citati, si è proceduto con una valutazione dettagliata di ciascuna classe prevista all'interno del *National Core* per la realizzazione di DB geotopografici alle scale 1:1000 e 1:2000 (indicata nelle specifiche come NC1), cercando nel contempo di armonizzare tale contenuto con la natura del territorio e con le specifiche esigenze sia del Comune di Vercelli, primo destinatario del DB, sia di Regione Piemonte, visto che il DB geotopografico finale doveva essere tale da poter essere inserito all'interno della Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti (BDTRE) di Regione Piemonte (Vasone et al., 2007; Campus et al., 2013).

Alla luce di tutti questi aspetti, si è optato per la realizzazione di un DB geotopografico basato sul modello interpretativo *shape flat* 3D, mantenendo l'organizzazione di definizione degli oggetti per Strati, Temi e Classi, ciascuna delle quali è caratterizzata dalla propria descrizione, dall'insieme degli attributi tematici e dei loro domini, dalle componenti spaziali e dagli eventuali attributi. Per la strutturazione del DB si è utilizzato lo strumento GeoUML Catalogue messo a punto dallo SpatialDBgroup del Politecnico di Milano.

Gli attributi di alcune Classi sono stati integrati con ulteriori istanze, in funzione delle esigenze del committente o di particolari consuetudini applicate alla cartografia tecnica pre-esistente sul territorio. In accordo con quanto previsto all'interno del modello GeoUML, le istanze aggiunte sono caratterizzate da un codice uguale o maggiore di 60, in maniera da evitare problemi con le future versioni del Catalogo degli Oggetti nazionale. Per ogni Classe sono state specificate le "relazioni" e i "vincoli" sulle componenti spaziali, elaborati a partire dal DPCM sopra citato.

Siccome la funzione principale del DB geotopografico era quella di produrre un aggiornamento, in formato GIS, della Carta Tecnica Comunale, ovvero di uno strumento che fosse facilmente utilizzabile dai tecnici degli uffici comunali e dai liberi professionisti, in accordo con la

committenza si è deciso di ridurre al minimo il numero di *shapefile* per ciascuna classe, eliminando ad esempio gli attributi al tratto sul contorno di tutte le classi areali (es. 01010120 AC_VEI_CON, “Tipo_contorno” dell’area di circolazione veicolare), e trasformando tutti gli attributi a sottoaree (es. 01010101 AC_VEI_ZON, “Zona” della stessa classe) in attributi relativi all’estensione della classe. Tale scelta, che implica la realizzazione di un unico *shapefile* per ciascuna classe contenuta all’interno del DB, si è rivelata strategica sia dal punto di vista della gestione dei file da parte degli uffici della committenza, sia durante la fase di produzione del dato, che ha quindi potuto concentrarsi sulla restituzione fotogrammetrica delle “aree minime”, caratterizzate da un insieme di attributi comuni (Figura 1).

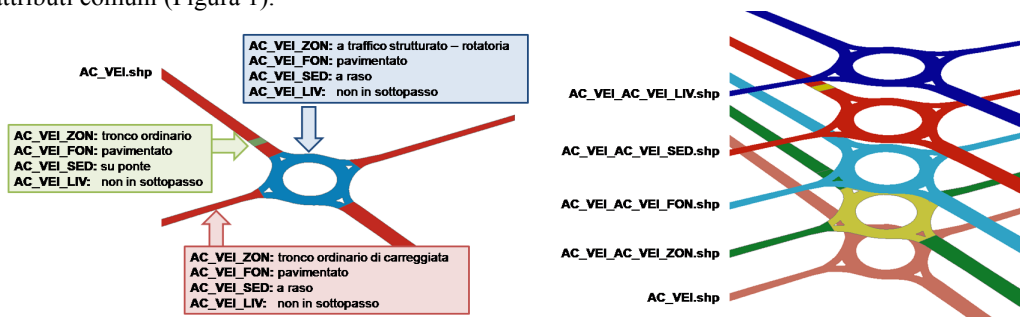


Figura 1. Area di circolazione veicolare nei pressi di una rotatoria: differenze tra la rappresentazione per “aree minime” adottata (a sinistra) e quella a sottoaree prevista dalle specifiche nazionali (a destra).

Oltre alle modifiche sopra descritte, valide per tutte le Classi che compongono il DB, si è scelto di applicare una ulteriore semplificazione alla struttura del Tema 02-01 (“Edificato”), eliminando anche in questo caso la classe astratta del Corpo Edificato (CR_EDF, 020181) e trasferendo il contenuto geometrico di questa classe direttamente alle sue sottoclassi, Edificio (EDIFC, 020102) ed Edificio Minore (EDI_MIN, 020106), che vengono ora rappresentate direttamente da uno *shapefile*. Analogamente, sono stati trasferiti a queste due classi tutti i ruoli e i vincoli che prima erano riferiti al Corpo Edificato (Figura 2).

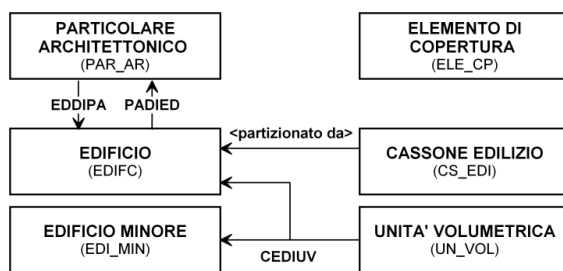


Figura 2. Struttura del Tema 02-01 “Edificato” all’interno del DB geotopografico comunale.

Aggiornamento ed estensione del DB geotopografico

L’attività di produzione e aggiornamento del DB geotopografico comunale è avvenuta principalmente con tecnica fotogrammetrica. Il volo fotogrammetrico di tipo digitale realizzato nella giornata del 27 febbraio 2012 ad una quota idonea per una restituzione alla scala 1:2.000 su tutto il territorio comunale ha rispettato tutte le prescrizioni dettate dalle relative specifiche in materia (Garretti et al., 2012).

La camera fotogrammetrica utilizzata è la UltraCam-Xp della Vexcel Imaging GmbH (Microsoft Corp.). Si tratta di una camera digitale del tipo a frame, con una risoluzione finale di 11310 x 17310

pixel, una dimensione del pixel sul sensore di 6 μm e focale di 100.5 mm. La quota di volo per la realizzazione di una cartografia compatibile alla scala 1:2000 è stata pari a 2300 m che ha comportato una dimensione del pixel a terra (GSD – *Ground Sample Distance*) di 15 cm. Il ricoprimento longitudinale tra fotogrammi di una stessa strisciata è stato di almeno il 60%; mentre quello trasversale tra fotogrammi appartenenti a strisciate adiacenti non è mai sceso sotto il 20%.

Con i ricoprimenti e il GSD adottati, la copertura stereoscopica senza soluzione di continuità dell'intero territorio comunale, è stata realizzata con 7 strisciate con orientamento Est-Ovest e due strisciate con orientamento Nord-Sud con funzione di legatura del blocco, per un totale di 265 fotogrammi (Figura 3).

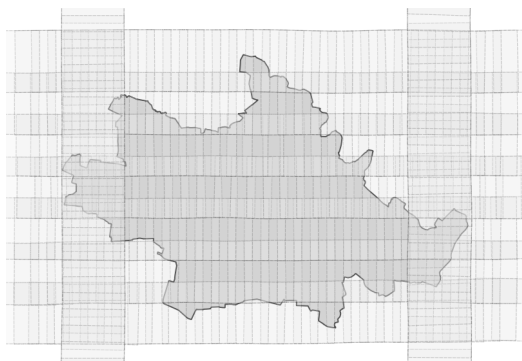


Figura 3. Impronta a terra dei fotogrammi del volo fotogrammetrico.

La misura dei punti fotografici di appoggio (*GCP Ground Control Point*) per il calcolo della triangolazione aerea, è stata realizzata mediante apposita campagna GNSS, misurando 20 GCP, materializzati da elementi presenti sul territorio visibili ciascuno su più fotogrammi, mediante tecnica NRTK (*Network Real Time Kinematic*) appoggiandosi alla rete di stazioni permanenti GNSS di Regione Piemonte. La precisione sui punti misurati e sulla successiva fase di triangolazione aerea consente di rispettare largamente le soglie richieste in riferimento alla restituzione di una cartografia alla scala 1:2000.

L'introduzione del nuovo Sistema di Riferimento Geodetico Nazionale ETRF2000-RDN ha reso necessaria una prima operazione di conversione della cartografia tecnica esistente, inquadrata nel precedente sistema Gauss-Boaga Roma 1940. Tale conversione consente una maggiore coerenza della carta tecnica esistente con i moderni strumenti topografici basati sul posizionamento satellitare. L'operazione di conversione è stata realizzata attraverso due fasi distinte:

- 1) Conversione in formato GIS 3D (ESRI shapefile) della cartografia comunale preesistente, in conformità con le specifiche di riferimento contenute nel già citato DPCM del 10/11/2011. Tale operazione ha comportato una conversione sia della componente geometrica che dell'informazione alfanumerica secondo la suddivisione in Strati, Temi e Classi, e si è resa necessaria anche per le operazioni di realizzazione del database geotopografico comunale.
- 2) Conversione del sistema di riferimento di inquadramento dell'intera cartografia, con il passaggio tra il sistema Gauss-Boaga Roma 1940 ed il sistema ETRF2000-RDN, quest'ultimo espresso nel sistema di coordinate cartografiche UTM 32N.

L'operazione di conversione tra sistemi di riferimento è stata realizzata attraverso l'ausilio del software ConveRgo (Conversioni di coordinate per le Regioni) realizzato dall'Ing. Virgilio Cima su commissione del CISIS, utilizzando i parametri di trasformazione contenuti all'interno dei grigliati GK2 dell'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI). Il software consente di effettuare le trasformazioni tra sistemi di riferimento differenti in accordo con la procedura VERTO riconosciuta dallo stesso IGMI, e che costituisce il riferimento nazionale per il passaggio tra le diverse realizzazioni del sistema di riferimento geodetico nazionale. L'accuratezza della trasformazione

risulta essere centimetrica, e dunque conforme con le tolleranze richieste dalla scala grafica della Carta Tecnica (Baroni et al., 2010).

Per quanto concerne la rete geodetica di raffittimento comunale, le precisioni necessarie sono tali da non consentire l'utilizzo dei grigliati GK2 per la procedura di trasformazione. Per tale motivo, oltre alla procedura di sopralluogo e di estensione della rete geodetica, già prevista in fase preliminare, si è proceduto con un'attività di rimisura e ripristino dei vertici (e dei rispettivi punti associati) della rete, in maniera da realizzare una materializzazione stabile del nuovo sistema di riferimento geodetico, sia per la fase di aggiornamento a terra della carta tecnica sia per le future realizzazioni.

Convertita la cartografia esistente nel sistema di riferimento geodetico nazionale ETRF2000, si è proceduto con l'aggiornamento della stessa e alla sua estensione a tutto il territorio extraurbano quasi esclusivamente con tecnica fotogrammetrica, avvalendosi del *software* ArcGDS Stereo della Geosoft srl. Tale programma consente di lavorare direttamente in ambiente GIS (in particolare, ESRI ArcGIS) all'interno di un *personal geodatabase* strutturato con le classi previste dal Catalogo degli Oggetti e dotato di regole topologiche, domini e vincoli tra le diverse classi. Questo ha permesso già in fase di restituzione di collocare gli elementi di carta tecnica nelle rispettive classi di appartenenza senza dover procedere ad un successivo editing.

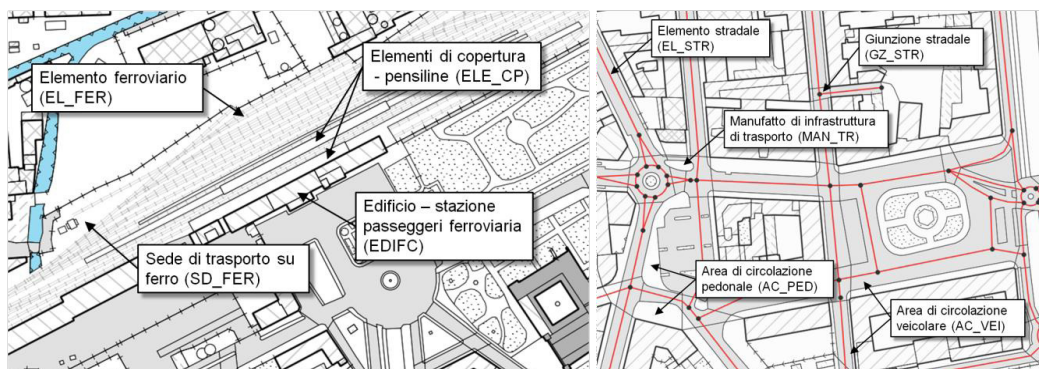


Figura 4. Classi del DB geotopografico del Comune di Vercelli.

Oltre all'aggiornamento dei temi che costituiscono la componente geometrica principale della Carta Tecnica Comunale (viabilità, immobili e antropizzazioni, idrografia, ecc., es. Figura 4), il lavoro ha interessato anche l'aggiornamento del tema relativo alla gestione della viabilità e indirizzi. Questo tema, sebbene non richiesto esplicitamente dal *National Core* per le scale 1:1000 e 1:2000, risulta in realtà molto importante per gli uffici comunali, che spesso si ritrovano a gestire richieste relative a toponimi inesistenti o riportati in maniera errata. Per tale motivo, a monte dell'attività di aggiornamento dello strato, è stata effettuata un'attività di unificazione dei toponimi presenti nel territorio comunale, identificando per ciascuna via il toponimo ufficiale (e il relativo codice alfanumerico) utilizzato all'interno degli uffici dell'anagrafe comunale. In questo modo, si è cercato di favorire l'utilizzo, per le successive pratiche di aggiornamento fatte dai tecnici professionisti, di un unico toponimo codificato, evitando quindi l'errata trascrizione dell'indirizzo.

A valle di questa attività di unificazione, si è provveduto all'aggiornamento e all'estensione dei toponimi e dei numeri civici su tutto il territorio comunale. Tale attività è risultata particolarmente onerosa vista soprattutto la natura del territorio comunale, costituito da un urbanizzato molto denso e da un insieme di frazioni e di cascine isolate, di cui non sempre era semplice attribuire un toponimo univoco (esistono, ad esempio, almeno tre "Cascina Nuova"). Il risultato di tale attività è costituito nella corretta georeferenziazione di tutti i toponimi presenti sul territorio comunale e di circa 10500 civici, tutti costituiti da accesso esterno e accessibilità (ovvero, la proiezione del civico

sulla rispettiva asta del grafo stradale) e, per quanto concerne gli accessi esterni di tipo indiretto, anche della posizione dell'accesso interno (Figura 5). Tutte queste classi risultano essere tra loro connesse attraverso la generazione di chiavi esterne univoche, che consentono ad esempio l'associazione tra l'accesso esterno indiretto ed il relativo accesso interno, oppure tra il civico e il toponimo stradale cui fa riferimento (Figura 6).

La dotazione di tale conoscenza certificata ha reso possibile la partecipazione del Comune di Vercelli come ente sperimentatore alle attività di test dell'applicazione web che verrà fornita a tutti i comuni italiani per il consolidamento e aggiornamento dei dati integrati di natura toponomastica di fonte censuaria e catastale, nell'ambito della costruzione dell'Archivio Nazionale dei Numeri Civici e delle Strade Urbane (ANNCSU), coordinata da ISTAT e Agenzia delle Entrate.

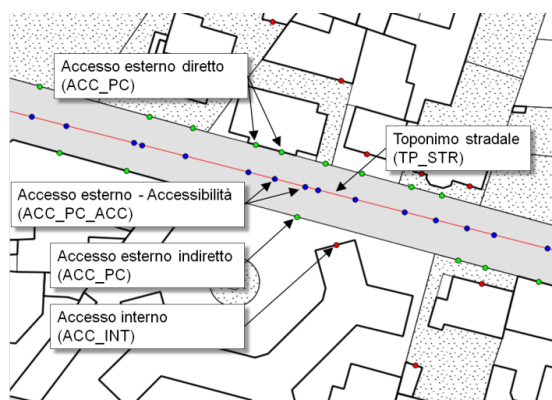


Figura 5. Rappresentazione delle aste del grafo stradale, con relativi toponimi, e degli accessi esterni, interni e delle accessibilità.

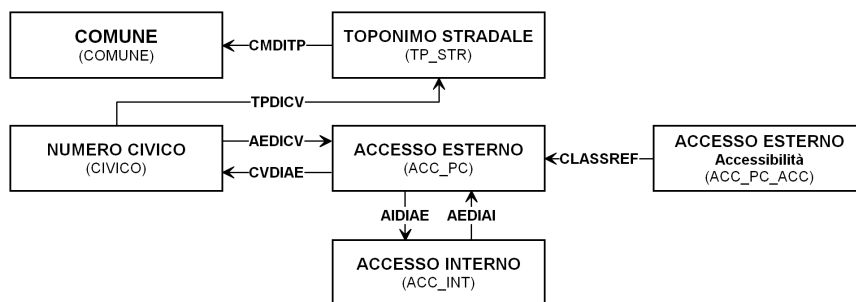


Figura 6. Relazioni tra le diverse classi che costituiscono la gestione della toponomastica.

Prodotti collegati al DB geotopografico

Il DB geotopografico realizzato è stato utilizzato come dato di partenza per la realizzazione della Carta Tecnica in scala 1:2000 (Figura 7), del modello digitale del terreno (con passo 1 m, a sinistra in Figura 8) e dell'ortofoto (con passo 20 cm, a destra in Figura 8). Tali prodotti rivestono un'importanza strategica non solamente per la quantità di informazioni contenute in ciascuno di essi, ma anche per l'uniformità esistente tra tutti i prodotti. La possibilità di poter generare, infatti, un numero così vasto di prodotti cartografici partendo dalla stessa base (il volo fotogrammetrico del febbraio 2012 ed il contenuto del DB geotopografico) permette di poter incrociare i contenuti dei diversi prodotti per poter estrarre un gran numero di informazioni sul territorio comunale. Nella pagina seguente, si riportano brevemente alcuni esempi relativi ai prodotti sopra citati.

Oltre alla realizzazione di nuovi prodotti basati sul database geotopografico realizzato, si è cercato di armonizzare la nuova carta tecnica con i fogli catastali scaricabili dal portale di Sistema Interscambio Territorio (SISTER) gestito dall'Agenzia delle Entrate. Tale armonizzazione è stata condotta attraverso una rototraslazione rigida su un campione omogeneo di punti selezionati partendo dai Punti Stabili di Riferimento (PSR) misurati con tecniche topografiche mediante poligoni vincolate sui vertici della rete geodetica di inquadramento.

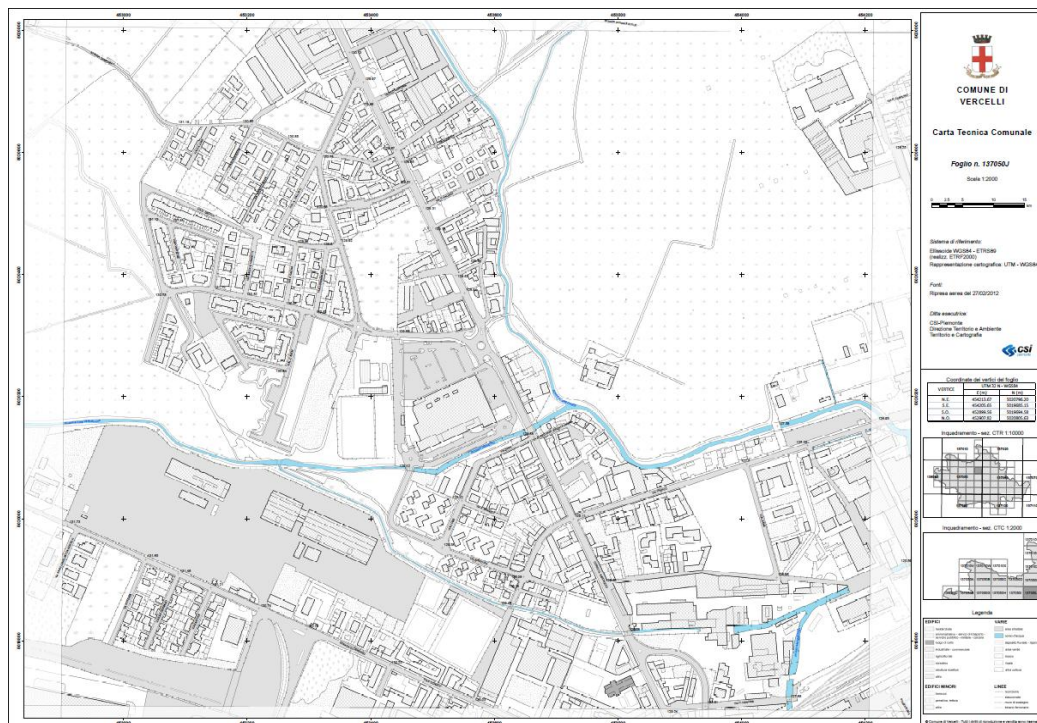


Figura 7. Tavola della Carta Tecnica Comunale 1:2000.



Figura 8. Esempio del DTM e dell'ortofoto realizzati partendo dalle informazioni del DB.

Il database geotopografico così realizzato è stato portato all'interno dell'ambiente *open-source* PostGIS 1.5 (PostgreSQL 9.0), e successivamente trasferito all'interno della *server-farm* del Comune di Vercelli. In questo modo, il database è stato reso disponibile ai tecnici comunali, anche attraverso l'uso di *software GIS open-source* quali, ad esempio, QuantumGIS.

A questo scopo, si è provveduto ad erogare ai tecnici comunali una specifica sessione formativa volta all'introduzione dei concetti base del GIS e all'uso del *software* QuantumGIS, con *tutorial* ed esempi specifici, dalle funzionalità elementari fino all'uso dei *plugin* del programma per svolgere attività più avanzate (Figura 9).

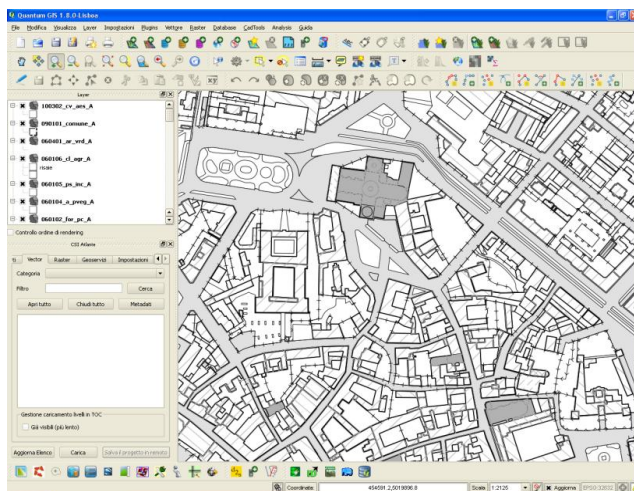


Figura 9. DB geotopografico del Comune di Vercelli in ambiente QGIS 1.8, e, in basso a sinistra, il plugin CSI-Atlante sviluppato per consentire un rapido accesso ai dati da parte dei tecnici comunali.

Bibliografia

- Campus S., Gambero A., Griffa S., Siletto G.B., Vasone M., Viano M. (2013), “Governo collaborativo del territorio”, *Atti 17a Conferenza Nazionale ASITA*, Riva del Garda.
- Belussi A., Marca J., Negri M., Pelagatti G. (2013), “Application of the GeoUML tools for the production and validation of Inspire datasets”, *Atti della conferenza INSPIRE 2013: the green renaissance*, Firenze.
- Garretti L., Brovelli M., Cina A., Crespi M., Lingua A., Manzano A. (2012), *Ortoimmagini e modelli altimetrici a grande scala. Linee guida.*, a cura del Centro Interregionale di Coordinamento e documentazione per le informazioni territoriali del CISIS.
- A.A.V.V. (2011), *Regole tecniche per la definizione delle specifiche di contenuto dei database geotopografici*, DPCM 10 Novembre 2011, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27/02/2012 – Supplemento Ordinario n. 37.
- Baroni L., Cauli F., Donatelli D., Farolfi G., Maseroli R. (2010), *La Rete Dinamica Nazionale (RDN) ed il nuovo sistema di riferimento ETRF2000*, a cura del Servizio Geodetico dell'Istituto Geografico Militare, Firenze.
- De Gennaro M., Pelagatti G. (2008), “Le attività interregionali per le specifiche tecniche per i DB topografici”, *Atti 12a Conferenza Nazionale ASITA*, L'Aquila.
- Vasone M., Garretti L., Boggio D., Manca G., Barbero G., Pirrello G., Annibaleto L., Bernabino F., Bucciantini R., Gambero A., Picco I. (2007), “La base dati territoriale di riferimento per gli enti”, *Atti 11a Conferenza Nazionale ASITA*, Torino.
- A.A.V.V. (2007), *Direttiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 14 marzo 2007*, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea L 108 del 25/04/2007.