

Il controllo in corso d'opera del DB topografico della Regione Calabria

Sergio Borrelli (*), Tonino Caracciolo (**), Andrea Maffei (***), Vincenzo Marra (**),
Alfredo Pellicanò (*), Livio Pinto (***), Gaetano Scarnati (**),
Luciano Surace (****)

(*) Regione Calabria – Dip. Urbanistica e Governo del Territorio - Viale Isonzo 414 – 88100 Catanzaro
(**) Regione Calabria – Consulente Dip. Urbanistica e Governo del Territorio - Viale Isonzo 414 – 88100 Catanzaro
(***) Politecnico di Milano, DIAR - Sezione Rilevamento, P.zza Leonardo Da Vinci 32, 20133 Milano
(****) Istituto Idrografico della Marina, Passo Osservatorio 4, 16100 Genova

Riassunto

La Regione Calabria sta completando un importante progetto per la modellazione territoriale di base in scala 1:5000. E' in fase di completamento la realizzazione della Carta Tecnica Numerica, del Database Topografico, del DTM a passo 5 m e delle Ortofotocarte. Si tratta di un intervento integrato di non usuale portata, inquadrato geodeticamente dalla rete GPS regionale e armonizzato da un volo unitario per gran parte del territorio regionale. Il presente contributo descrive il collaudo in corso d'opera di 3 lotti di cartografia che, date le caratteristiche territoriali e i risultati ottenuti, rappresentano un esempio emblematico a livello nazionale. Occorre infatti tener presente che questo lavoro è uno dei primi ad essere prodotto con le specifiche tecniche emesse dal CNIPA e redatte secondo le disposizioni emerse all'interno di IntesaGIS. In questo contesto in questo lavoro si presentano le procedure e le soluzioni operative adottate, soprattutto dal punto di vista dell'automatizzazione del processo, al fine della validazione in corso d'opera delle differenti fasi di realizzazione del DBT. La metodologia di controllo si basa non solo sulle prescrizioni del Capitolato Speciale d'Appalto, ma si ispira anche alle normative internazionali in materia di qualità dei dati georeferenziati (ISO 19113 e ISO 19114).

Abstract

The Calabria Region is completing a major project of production of digital map at 1:5000 scale, Topographic DB (DBT), DTM with a resolution of 5 m and orthoimages. It is an integrated project, with a single photogrammetric flight plan georeferenced with respect to the geodetic GPS regional network. This paper describes the validation procedure during construction of 3 lots of maps; given the characteristics of the area, the results obtained represent a remarkable example at national level. The project is one of the first to be produced under the technical specifications issued by CNIPA and prepared in accordance with the provisions emerged within IntesaGIS. The paper presents the procedures and operational solutions adopted, especially in terms of automation of the process, in the validation during construction of the different phases of implementation of the DBT. The control methodology is based not only on the requirements of the tender, but also partly to the international standards on quality of georeferenced data (ISO 19113 and ISO 19114).

Introduzione

L'iniziativa della Regione Calabria nel campo dei Sistemi Informativi del Territorio parte dalla rielaborazione, approvazione ed avvio del Progetto Speciale Multiassiale "P.S.M. - Villa Margherita", avvenuta a cavallo dell'anno 2000 per la creazione del SIT e dalla contestuale nascita del Centro Cartografico Regionale. Nell'ambito del PSM "Villa Margherita" e successivamente con

il Centro Cartografico Regionale, la Regione si è impegnata nella realizzazione del proprio Sistema Informativo Territoriale Regionale che prevede la formazione del Database Topografico e della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000 dell'intero territorio, costituendo quindi il sistema cartografico di riferimento, nonché altri interventi geodetico-topografici ivi compresa l'installazione di stazioni GPS permanenti. Il processo di redazione della Carta Tecnica e del Database Topografico a scala 1:5000, secondo gli standard qualitativi definiti nell'ambito dell'Intesa Stato Regioni-Enti locali (Intesa Gis), ha avuto inizio nel 2003, dopo che la Regione, prioritariamente, ha concluso le attività nel settore geodetico realizzando la rete di raffittimento 7K dalla rete geodetica nazionale IGM95 (realizzata nel 2001) e l'esecuzione del volo fotogrammetrico a colori "Calabria 2001" con GPS aerotrasportato su tutto il territorio regionale. Nel 2006 è iniziata la pubblicazione via web della Carta Tecnica Regionale già realizzata. Attualmente, su un'estensione del territorio regionale di circa 1.500.000 ettari sono stati realizzati e pubblicati 1.360.000 ettari, mentre sono in corso di esecuzione con nuove riprese aerofotografiche gli ultimi 140.000 ettari. In merito alle attività cartografiche del Centro Cartografico possono essere consultate le pubblicazioni riportate in bibliografia (Caracciolo et alii, 2007), mentre negli atti di questa conferenza potranno essere reperite informazioni riguardanti la realizzazione dei lotti 5-6-7, inerenti la parte nord della provincia di Cosenza, realizzati dall'RTI e-geos con Earth, Geotec, Nuova Avioriprese, SIT e Rilter per un totale di 360.000 ha (Borrelli et alii, 2010). Nella presente relazione si porrà l'accento sulle operazioni di controllo in corso d'opera dei 3 lotti menzionati.

Il controllo di qualità in corso d'opera: principi e metodi

Ogni lavoro di produzione cartografica è regolamentato dal relativo Capitolato Speciale d'Appalto e da apposite specifiche tecniche. Ormai da diversi anni è maturato il processo evolutivo che ha portato da prodotti del tipo "Cartografia Numerica" verso i cosiddetti "Database Topografici", per cui i capitolati/specifiche contengono norme e indicazioni appositamente scritte per la fase di strutturazione dei DBT. Per quanto riguarda la Regione Calabria, a partire dal 2002 sono state emesse delle specifiche tecniche e di contenuto che recepiscono il lavoro svolto in itinere da IntesaGIS nell'ambito dell'Intesa Stato_Regioni_Enti locali¹ e ne propongono un modello applicativo. Il lavoro in oggetto, essendo uno degli ultimi mandati in appalto (2006), recepisce le ultime norme dell'Intesa, preparate appositamente dal CNIPA per la Regione Calabria. Al fine di garantire la congruenza tra il prodotto consegnato e le richieste di capitolato, è previsto un collaudo formale, che si configura come un controllo di qualità in corso d'opera. Al termine di ogni fase produttiva per poter procedere con il processo produttivo è richiesto che il relativo controllo di qualità sia positivo. Nel rinnovato contesto delle produzioni cartografiche, si rende quindi necessario un ripensamento e una ristrutturazione anche per le procedure di collaudo e di controllo formale.

Per quanto riguarda la fase di strutturazione del DBT si devono mettere a punto strumenti che permettano un controllo che non sia solo a campione, ma sulla totalità dei dati. I controlli devono innanzitutto verificare che la struttura e la compilazione dei dati sia aderente al modello logico

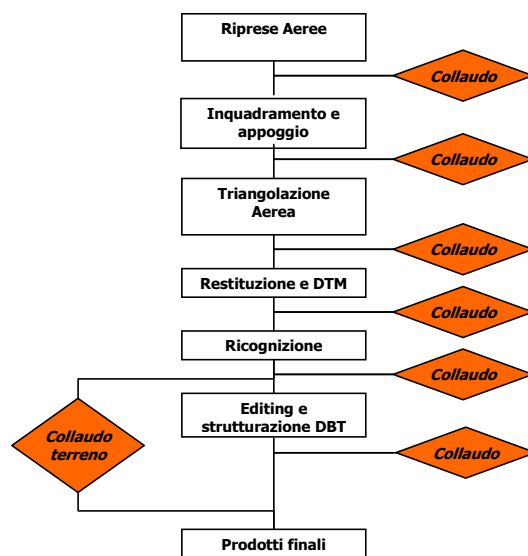


Figura 1 – Fasi realizzative del DBT e relativi collaudi in corso d'opera.

¹ Specifiche per la realizzazione di Data Base Topografici di interesse generale.

richiesto, ma anche che non ci siano errori per quanto riguarda la componente geometrica o i vincoli topologici. Infine occorre ricordare che, nell'ottica di produzioni cartografiche multi-scala (1:1000/1:2000 e 1:5000/1:10000), che interessano aree estese di territorio (ordine di grandezza provinciale), non è pensabile procedere a controlli di qualità basati unicamente su ispezioni visive o su verifiche (semi) manuali a campione, anche per quanto riguarda i collaudi delle fasi precedenti la strutturazione del DBT. Perciò, nel presente lavoro vengono trattati i metodi sperimentati dagli autori nel contesto del collaudo. Nei paragrafi seguenti, suddivisi per fase di lavorazione -e quindi di collaudo- vengono presentate le metodiche messe a punto finalizzate al controllo di qualità del DBT.

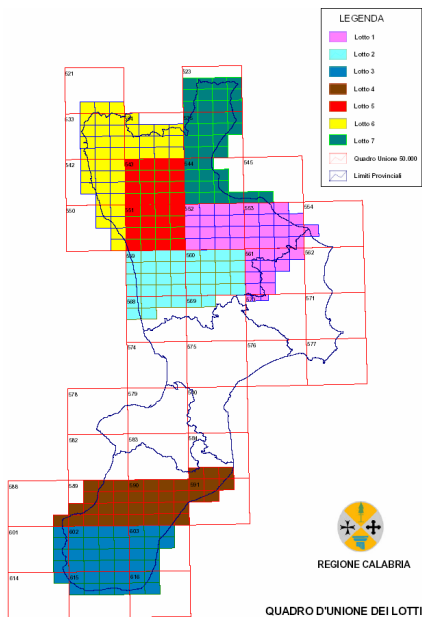


Figura 2 – I 6 lotti di cartografia appaltati dopo dicembre 2004; i lotti 5-6-7 ricoprono la zona Nord della provincia di Cosenza.

programma segnala le zone del DTM non ricoperte nonché tutti i parametri i cui valori risultano esterni agli intervalli preimpostati. Vengono prodotti output di tipo sia numerico che grafico, in formato DXF 3D e in formato GML per una importazione in ambiente GIS e per una immediata visualizzazione sul DTM. Per motivi di brevità si rimanda alla bibliografia (Maffei A. e Pinto L., 2008; Migliaccio F. e Pinto L., 2009) l'approfondimento dell'argomento, riportando in figura 3, una immagine di output del controllo della ripresa aerea.

Appoggio e TA

Le operazioni di TA sono state realizzate con software ORIMA della Leica Geosystems. E' stata utilizzata una procedura di Triangolazione Aerea di tipo Automatico (TAA) con informazioni aggiuntive di tipo GPS/IMU acquisite durante la ripresa. L'intero territorio è stato suddiviso in 7 blocchi di dimensioni omogenee: 5 blocchi per il territorio della provincia di Cosenza, un unico blocco per le linee di costa (volate a grande scala come offerta migliorativa per la precisa determinazione della linea di costa) e due blocchi per la provincia di Crotona. Il prodotto finale del calcolo di compensazione è la lista dei parametri di OE delle immagini che sono stati direttamente imposti nei restitutori fotogrammetrici.

Riprese aeree

Il Raggruppamento di ditte aggiudicatarie dell'Appalto ha proposto in fase di gara la ripresa dei tre lotti con camera digitale Z/I DMC (figura 2). Inoltre, come proposta migliorativa, è stata offerta la ripresa con la medesima camera e le stesse specifiche tecniche, dell'intera provincia di Crotona, quella con realizzazione cartografica più datata. Le riprese, ad opera della Nuova Avioriprese, sono iniziate per una zona test nell'ottobre del 2006 per concludersi nella primavera del 2008 dopo una serie di rifacimenti imposti a seguito di verifica dei voli eseguiti durante il 2007. Sono state acquisite circa 6600 immagini, con 2 differenti quote di volo. Le riprese, corredate da dati di navigazione IMU/GPS, sono state controllate in tutte le caratteristiche (completezza di copertura, ricoprimenti longitudinali e trasversali, valori angolari degli angoli di assetto e deriva dei fotogrammi, scale minima e massima, visibilità dei particolari) in modo del tutto automatico tramite il software Verifica del DIAR del Politecnico di Milano. Il

Il sistema di riferimento adottato, conforme alle specifiche del CSA, è il WGS84-ETRS89 con coordinate cartografiche secondo la proiezione UTM. I punti di appoggio di nuova determinazione sono in totale circa 600, 430 omogeneamente distribuiti nei 4 blocchi principali e 170 lungo la linea di costa. Per i blocchi della provincia di Crotona sono stati utilizzati come punti di appoggio i vertici della rete geodetica regionale. Il grande numero di punti terreno di coordinate note ha

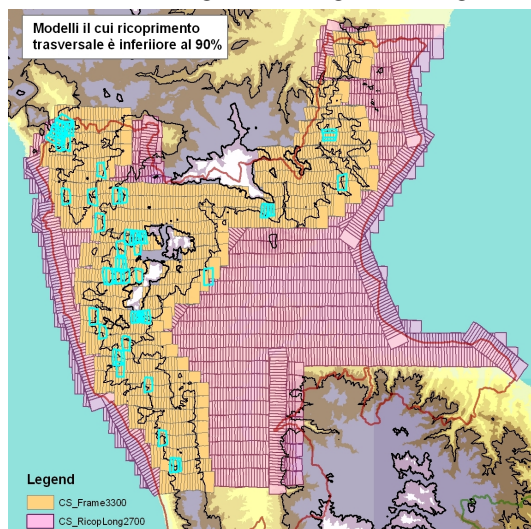


Figura 3 – Output del software verifica sulle riprese dei “lotti 5-6-7 Calabria 2007”.

permesso di utilizzarne un discreto numero come punti di controllo verificando praticamente l'andamento della precisione dei blocchi al variare del numero e della disposizione dei punti di appoggio.

L'analisi dei residui di compensazione sulle osservazioni (coordinate immagine dei punti di legame e di appoggio) e sulle pseudo-osservazioni (coordinate dei punti di appoggio e dei parametri di OE) fornisce la qualità dei blocchi di TA. Il valore quadratico medio (RMS) degli scarti sui punti di appoggio a terra vale 18 cm per le coordinate planimetriche e 14 cm per quella altimetrica; per i punti di appoggio aerei l'RMS vale rispettivamente 35, 34 e 30 cm per le tre coordinate. Non si sono evidenziati residui di tipo sistematico indice di presenza di errori nella calibrazione dei sensori (in particolare quelli aviotrasportati) o nel trattamento delle misure.

Restituzione e DTM

Al termine della fase di restituzione il CSA richiede che venga ripetuta, in maniera totalmente indipendente, la restituzione per alcuni elementi (il 3%, ritenuti un insieme statisticamente significativo) in modo tale da poterli confrontare con la restituzione da collaudare.

È stata messa a punto dagli autori una procedura, implementata poi con il “Model Builder” in ArcGIS, (Carrion et alii, 2008) che permette di ottenere automaticamente il valore dello scostamento tra gli elementi ripetuti ed originali. Il controllo ha proceduto in 3 direzioni differenti. Per prima cosa si sono evidenziati tutti i punti che non trovano corrispondenza tra la restituzione di collaudo e quella originale. Questo controllo riguarda sia entità mancanti nella restituzione originale, sia entità con attribuzione di differente codice tra le due restituzioni. In totale solo 153 i punti che non hanno una corrispondenza diretta pari a circa 1% dei 16000 punti controllati. In seconda analisi si sono calcolate le differenze in termini di coordinate tra le due restituzioni. Gli scarti riscontrati sono compatibili con la tolleranza di capitolato; in particolare le medie planimetriche (1 cm in X e 2 cm in Y) non evidenziano nessun tipo di sistematismo e le corrispondenti deviazioni standard sono molto contenute (inferiori a 2 pixel immagine). Per quanto concerne la quota, i valori, in modulo, sono maggiori, sia per quanto concerne la media (circa -35 cm) che per la dispersione dei risultati (circa 84 cm). Questo comportamento è probabilmente da riferire a più fattori: in primo luogo alla scala media dei fotogrammi (1:20.000), maggiore di quella canonica per la scala 1:5.000; secondariamente alla ridotta base di presa tra le immagini contigue (che formano i singoli modelli) che è, come noto, inversamente proporzionale alla dispersione dei risultati; in ultima analisi all'orografia del territorio, infatti gli elementi in territorio montuoso hanno evidenziato statistiche peggiori. Infine sono stati analizzati i valori estremi delle differenze per mettere in luce quelli che, in modulo, superano la tolleranza cartografica: il CSA concede che solo il 5% infatti oltrepassi i valori limite. Dall'analisi delle differenze, effettuata in modo indistinto per tutti gli elementi posti a collaudo, si evidenzia che i valori limite sono oltrepassati da 73 punti in

planimetria che corrisponde allo 0.79%; in quota invece 435 punti hanno modulo della differenza maggiore della tolleranza, insieme che corrisponde al 4.68%.

Durante la fase di restituzione sono stati acquisiti anche tutti quegli elementi che sono necessari per la generazione del DTM, quindi il controllo di questo prodotto è stato fatto subito a valle di questa fase realizzativa. Sono stati controllati puntualmente 20 elementi, pari a circa il 5% del totale, mentre sulla totalità degli elementi sono state realizzate delle verifiche di congruenza. Per il controllo del prodotto finale si sono utilizzati 3 tipi di dati: a) punti quotati acquisiti direttamente sul terreno con strumentazione GPS aventi precisione decisamente migliore del DTM di confronto; b) linee di livello acquisite tramite stereo restituzione dei modelli fotogrammetrici su terreno nudo; c) linee di livello acquisite tramite stereo restituzione su aree vegetate. Ciascuna delle tre serie di dati ha fornito una popolazione di differenze la cui statistica è stata confrontata con le differenti tolleranze. Per quanto concerne il controllo massivo, vale a dire su tutti gli elementi, si è utilizzato un programma appositamente scritto (Model Builder di ArcGIS) tramite il quale vengono dapprima selezionati, con apposite query, gli elementi di interesse; gli elementi selezionati vengono convertiti in punti e tra gli attributi viene memorizzata la quota; infine in corrispondenza di ogni elemento del tema si calcola, per interpolazione bilineare, la corrispondente quota sul DTM riportandola nella tabella degli attributi, pronta per il calcolo delle differenze con la quota dell'elemento di collaudo. Il collaudo, dopo un primo rigetto, ha avuto esito positivo. E' da sottolineare la "difficile" orografia del luogo, con zone estremamente acclivi che hanno impegnato, e non poco, i tecnici nella fase di editing post-interpolazione. In definitiva il DTM può essere considerato di categoria "level 3" (secondo le specifiche ItesaGIS) con precisione di 1 m.

Ricognizione e collaudo sul terreno

La fine della ricognizione e il successivo riporto delle informazioni sul supporto cartografico chiudono le fasi di acquisizione geometrica ed informativa dei dati. Per tale motivo il controllo della ricognizione può coincidere con la determinazione delle misure per il controllo geometrico della carta. Sono state attentamente analizzate tutte le minute portate a collaudo in duplice copia: quella contenente le informazioni sulla destinazione d'uso assegnata alle entità dai restituisti con integrazione metrica della restituzione, nonché copia contenente la raccolta della toponomastica, degli elementi informativi e dei limiti amministrativi.

Tabella 1 – Risultati del collaudo finale sul terreno.

Elemento	Planimetria		Altimetria	
	RMS [m]	Fuori tolleranza	RMS [m]	Fuori tolleranza
523062	0.43	0.00%	0.41	0.00%
523124	0.59	0.00%	0.77	8.70%
533042	0.92	3.85%	0.52	0.00%
533061	0.72	0.00%	0.87	5.00%
533121	1.17	7.69%	0.37	0.00%
534153	0.70	3.33%	1.07	6.67%
534161	0.94	3.33%	0.76	0.00%
535113	1.06	3.23%	0.76	0.00%
542021	1.31	11.11%	0.29	0.00%
542074	0.97	3.57%	0.74	6.00%
TOT	0.88	2.75%	0.66	4.60%

Quest'ultimo documento è stato validato preventivamente dagli uffici tecnici comunali che hanno apportato, per presa visione ed avallo, timbro e firma. Le operazioni di controllo sul terreno (sia della ricognizione che finale) sono state svolte a campione, su un numero significativo di elementi (in totale 20). Nella tabella 1 sono riportati i risultati, distinti per elemento.

Il numero di punti misurato è circa di 30 per ciascun elemento ma solo un terzo è stato utilizzato per il controllo altimetrico. Come si vede nella tabella alcuni elementi hanno una percentuale di punti fuori tolleranza maggiore di 5, anche se nel complesso le precisioni della carta previste dal CSA sono soddisfatte. Le anomalie sono da ascrivere ad elementi circoscritti a zone con orografia particolarmente complessa.

Procedure di controllo del DBT

Il DBT è stato realizzato a valle della consegna della carta fotogrammetrica numerica a scala 1:5000, strutturando i dati secondo le specifiche tecniche messe a punto appositamente dal CNIPA. I dati sono stati suddivisi secondo il taglio cartografico previsto, nei 414 elementi che compongono i tre lotti. Per ogni elemento sono state consegnate tutte le classi previste dalle specifiche tecniche, anche quelle che non contenevano alcun oggetto e quindi erano vuote. Il DBT di ogni elemento è composto da 184 classi nel formato fisico shapefile, per cui le procedure di controllo hanno analizzato complessivamente 76176 shapefile.

Il primo aspetto analizzato è stata la corretta strutturazione delle classi del DBT, soprattutto per quanto riguarda la congruenza logica (correttezza delle tipologie geometriche, correttezza del *Data Type* dei campi, campi popolati). Per poter procedere al controllo estensivo di tutte le *feature class* dei 414 elementi, si è deciso di utilizzare le proprietà dei metadati associati ad ogni shapefile in ambiente ESRI. Tramite ArcCatalog è possibile visualizzare per ogni shapefile alcuni metadati, come ad esempio il nome, la lunghezza e il tipo dei campi; la tipologia geometrica; il numero di oggetti; l'estensione massima, etc. Tutte queste informazioni sono memorizzate in un file XML correlato allo shapefile. Per cui, tramite alcuni passi operativi, è stato possibile realizzare una comparazione tra i dati consegnati e le specifiche di contenuto. La procedura di controllo è stata generata seguendo i seguenti passi:

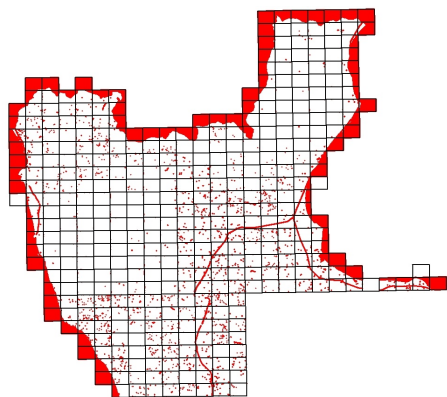


Figura 4 – Dettaglio urbano del controllo topologico di completa copertura del suolo

1. Generazione dei metadati per ogni shapefile
2. Creazione di un DB (MS Access) contenente le informazioni di interesse
3. Importazione dei file XML nel DB
4. Analisi delle tabelle del DB e confronto con le specifiche tecniche del CSA.

Ovviamente dato l'enorme numero di files da analizzare, si è reso necessario automatizzare i passi della procedura. Per quanto riguarda la creazione dei metadati, è stato realizzato un modulo in linguaggio VBA all'interno di ArcCatalog, che genera i file XML per tutti gli shapefile contenuti in una cartella. Mentre per quanto riguarda l'importazione dei metadati in MS Access e l'analisi, sono state create alcune macro, scritte sempre in linguaggio VBA.

In seconda analisi è stata valutata la congruenza topologica del DBT. Per prima cosa si è determinata la completa copertura del territorio che è un parametro importante nella definizione della qualità del DBT; essa è da valutare sulla totalità del territorio dei 3 lotti. Le operazioni da eseguire per ogni elemento sono state le seguenti:

- selezione delle sole classi che concorrono alla copertura del territorio;
- aggregazione delle classi selezionate per ottenere una sola classe che rappresentasse il territorio effettivamente coperto;
- generazione delle aree di mancata copertura ottenute per differenza dal perimetro dell'elemento considerato e l'area di effettiva copertura.

I tool di geoprocessing disponibili in ArcGIS permettono di effettuare le operazioni descritte singolarmente. È stato quindi scritto un script in linguaggio Python che ha permesso di eseguirle simultaneamente e su tutti gli elementi dei 3 lotti. Nelle figure 4 e 5 sono riportate due immagini ottenute durante questa fase. In particolare in figura 4 sono evidenziate in colore rosso tutte le zone che hanno presentato una anomalia durante la prima fase di controllo (alla quale è succeduta una fase di correzione e di ri-consegna): è evidente un errore di mancata valorizzazione della classe “Area di Mare” che risulta sempre vuota; un’altra considerazione riguarda la classe “Sede di trasporto su ferro” che concorre alla copertura solo per quegli oggetti il cui attributo “sede” è diverso da “ponte” o “galleria”: la mancata valorizzazione dell’attributo “SD_FER_SED” (peraltro non obbligatorio) ha comportato l’errore sistematico evidente nelle figura (tratto lineare della ferrovia). In alcuni elementi analizzati (come ad esempio il 535113) si è notata la mancanza di copertura in corrispondenza degli incroci di aree di “Viabilità Mista Secondaria”, dovute ad una errata valorizzazione dell’attributo “sede” per alcuni oggetti: ciò è evidente in figura 5 dove viene riportato un dettaglio del controllo in ambito urbano.

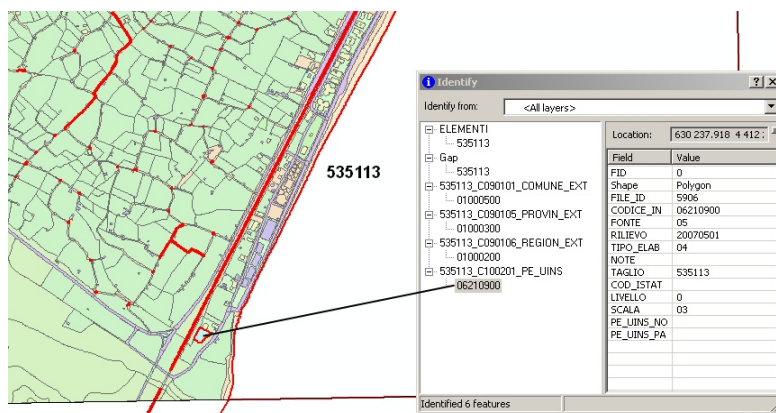


Figura 5 – Dettaglio urbano del controllo topologico di completa copertura del suolo.

Tabella 2 – Regole topologiche impostate per il controllo dei grafi.

Grafo	Classe	Regola	Classe
Ferroviario	C010203_GZ_FER	Must Be Covered By Endpoint Of	C010202_EL_FER
Ferroviario	C010202_EL_FER	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Ferroviario	C010202_EL_FER	Endpoint Must Be Covered By	C010203_GZ_FER
Idrico	C040401_EL_IDR	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Idrico	C040402_CONDOT	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Idrico	C040401_EL_IDR	Endpoint Must Be Covered By	C040403_ND_IDR
Idrico	C040402_CONDOT	Endpoint Must Be Covered By	C040403_ND_IDR
Stradale	C010108_GZ_STR	Must Be Covered By Endpoint Of	C010107_EL_STR
Stradale	C010117_GZ_VMS	Must Be Covered By Endpoint Of	C010116_EL_VMS
Stradale	C010110_IZ_STR	Must Be Covered By Endpoint Of	C010109_TR_STR
Stradale	C010107_EL_STR	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Stradale	C010109_TR_STR	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Stradale	C010116_EL_VMS	Must Not Intersect Or Touch Interior	
Stradale	C010116_EL_VMS	Endpoint Must Be Covered By	C010117_GZ_VMS
Stradale	C010107_EL_STR	Endpoint Must Be Covered By	C010108_GZ_STR
Stradale	C010109_TR_STR	Endpoint Must Be Covered By	C010110_IZ_STR

Sempre nella stessa figura si nota la mancanza di copertura relativa all'area di pertinenza di unità insediative (un depuratore): tale errore, non imputabile al RTI, coinvolge il mancato inserimento nel CSA di queste aree nella lista delle entità che concorrono alla copertura del territorio.

L'ultimo controllo ha comportato l'analisi dei grafi. La correttezza e la continuità dei grafi (stradale, ferroviario, idrico) è stata verificata imponendo le opportune regole topologiche all'interno di un Geodatabase ESRI con all'interno le classi interessate. Le regole sono riportate nella successiva tabella 2. E' da rilevare che non sono stati riscontrati errori.

Conclusioni

Con il collaudo della strutturazione in DB dei dati e l'emanazione del certificato di collaudo finale si è conclusa nei primi mesi del 2010 l'attività di controllo in corso d'opera dei tre lotti di cartografia. In totale ci sono voluti circa 3 anni dalla data dei voli (se si esclude il periodo di fine 2006 durante il quale sono state realizzate solo alcune riprese di prova) per dare finito il prodotto. I risultati ottenuti, anche alla luce di altre esperienze simili richiamate in bibliografia (in particolare gli appalti di DBt della Regione Lombardia) sono molto buoni. E' infatti da tener conto che si tratta di uno dei primi esempi nazionali di DB topografico acquisito con una ripresa completamente digitale, asservita da strumentazione accessoria IMU/GPS, su un territorio orograficamente molto complesso. Contrariamente a quanto accade in molti appalti, dove il controllo in corso d'opera evidenzia sempre lacune risibili al punto da rendere il collaudo inutile, in questo caso la verifica delle differenti fasi ha messo in luce lacune che hanno obbligato le ditte appaltatrici a riproporre un nuovo prodotto intermedio: questo è avvenuto per parte delle riprese, per il DTM e parte della strutturazione finale in DB.

Bibliografia

Regione Calabria. (2007). Linee guida per la realizzazione dei Data Base Topografici nelle Regioni del progetto Pr5SIT.

Regione Calabria (2007). Progetto Pr5SIT – Regione Calabria, Indicazioni per le corrispondenze tra CTRN 5K di nuova acquisizione e le Classi del DB Topografico, secondo le specifiche Intesa GIS (1n1007), Versione 1.4, Giugno 2007 e i relativi simboli grafici.

Regione Calabria (2006). Appalto per la Realizzazione del Database Topografico e Carta Fotogrammetrica Numerica alla Scala 1:5.000. Capitolato Speciale d'Appalto.

Caracciolo T., Marra V., Pinto L., Prampolini F., Scarnati G. (2007). La Carta tecnica numerica e il Database topografico 1:5000 della Regione Calabria: un esempio di modellazione territoriale integrata. In: Atti della XI Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 88-903132-0-2, Torino, 6-9 novembre 2007, vol. I, pp. 573-580.

Maffeis A., Pinto L. (2008). A Software Package to Check the Aerial Frames Blocks from GPS/IMU-Assisted Cameras. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXVII, Part B2, Comm. II, ISSN 1682-1750, Beijing – China. pp. 849-855.

Carrion D., Maffeis A., Pinto L. (2008). Metodi e modelli per il controllo di qualità di Data Base Topografici multiscala. In: Atti della XII Conferenza Nazionale ASITA, ISBN 88-903132-1-9, L'Aquila, 21-24 ottobre 2008, vol. I, pp. 661-667.

Migliaccio F., Pinto L. (2009). Experiences in the automatic validation and cross-validation of spatial datasets and raster. In: Proceedings of VALGEO 2009 – International workshop on Validation of geo-information products for crisis management. Edited by C. Corbane, M. Broglia, D. Carrion, G. Lemoine & M. Pesaresi. ISBN 978-92-79-14069-3. JRC-Ispira (Italy), 23-25 November 2009. pp. 121-126.

Borrelli S., Caracciolo T., Dongiovanni N., Marra V., Pandiscia G.V., Pedicini N., Pellicanò A., Pinto L., Scarnati S., Surace L. (2010). Strutturazione e implementazione dati Dbt 5k secondo le più recenti Specifiche Cnipa. In: Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA. Brescia. In pubblicazione.