

Il progetto HELI-DEM: risultati di cross-validazione e validazione per i DTM transalpini

Ludovico Biagi (*), Maria Antonia Brovelli (*), Alessio Campi (**), Massimiliano Cannata (***),
Laura Carcano (*), Marina Credali (****), Alberto Croci (*****), Paolo Dabove (*****),
Maddalena Gilardoni (*), Alba Lucchese (*), Ambrogio Manzino (*****), Fernando Sansò (*),
Gian Bartolomeo Siletto (*****), Cinzia Taglioretti (*****)

(*) Politecnico di Milano, DIAR, Polo Territoriale di Como, Via Castelnuovo 7, IT-22100 Como

(**) Fondazione Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, IT-20133 Milano

(***) Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana, Dipartimento Ambiente Costruzioni e Design,
Campus Trevano, CH-6952 Canobbio

(****) Regione Lombardia, Direzione generale Territorio e Urbanistica, Piazza Città di Lombardia 1, IT-20124 Milano

(***** Politecnico di Torino, DIATI, Sede di Vercelli, Piazza Sant'Eusebio 5, IT-13100 Vercelli

(***** Regione Piemonte, Direzione programmazione strategica, politiche territoriali ed edilizia,
Corso Bolzano 44, IT-10121 Torino

Abstract

Il progetto Interreg Italia-Svizzera HELI-DEM (HELvetia-Italy Digital Elevation Model), finanziato dal Programma Comunitario Operativo di Cooperazione transfrontaliera Italia-Svizzera 2007-2013, mira alla creazione di un modello digitale delle altezze unificato per la fascia alpina tra Italia (Piemonte, Lombardia, Provincia Autonoma di Bolzano) e Svizzera (Cantoni Ticino e Grigioni). Tale modello, correttamente georeferenziato, verrà prodotto validando e integrando i modelli digitali del terreno e i dati di geoide disponibili. Nell'ambito del progetto sono stati raccolti i seguenti database: DTM a risoluzione 20 m, DSM a risoluzione 2 metri e DTM del lago di Como a risoluzione 2 metri per la Lombardia, DTM a risoluzione 50 m e DTM della zona Est a risoluzione 10 m per il Piemonte, DTM Lidar del Ministero dell'Ambiente a risoluzione 1 m rilevante il reticolo idrografico di Lombardia e Piemonte, DTM della Svizzera a risoluzione 25 m, valori puntuali di quota risultanti da livellazioni o estratti dai DB topografici, infine i Modelli di geoide italiano ITALGEO95, svizzero CHGeo2004 e globale EGM2008. Il progetto (Il progetto HELI-DEM: scopi e stato di attuazione, Biagi et al., SIFET 2011) si articola in nove work packages (WP). Attualmente sono in corso i WP relativi alla validazione interna ed esterna dei DTM disponibili. A tale proposito infatti, allo scopo di generare un DTM unificato multi risoluzione sono stati applicati ai DTM disponibili differenti passi di cross-validazione e di validazione esterna. In particolare per la cross-validazione, i DTM regionali italiani a bassa risoluzione sono stati confrontati tra loro e con il DTM svizzero nelle fasce di sovrapposizione. I DTM regionali italiani sono stati poi confrontati con il DTM Lidar lungo il reticolo idrografico. In particolare è stata effettuata la cross-validazione tra le seguenti coppie di DTM:

- DTM lombardo (risoluzione planimetrica 20 m) e DTM svizzero (risoluzione 25 m)
- DTM piemontese (risoluzione 50 m) e DTM svizzero (risoluzione 25 m)
- DTM piemontese (risoluzione 50 m) e DTM lombardo (risoluzione 20 m)
- DTM lombardo (risoluzione 20 m) e DTM Lidar ad alta risoluzione (risoluzione 1 m)
- DTM piemontese (risoluzione 50 m) e DTM Lidar ad alta risoluzione (risoluzione 1 m)

I nodi delle griglie dei diversi DTM non coincidono mai. Quindi per ogni coppia di DTM a bassa risoluzione, il confronto è stato effettuato su punti estratti casualmente nelle zone di sovrapposizione. Ognuno dei due DTM è quindi stato interpolato mediante interpolazione bicubica esatta su tali punti, ottenendo quindi due differenti quote per ciascun punto considerato. Sono state

quindi calcolate per tutti i punti le differenze di quota ottenute. In figura 1 sono riportate a titolo di esempio le differenze di quota ottenute dal confronto tra i DTM piemontese (risoluzione planimetrica 50 m) e svizzero (risoluzione planimetrica 25 m). Maggiori dettagli sono riportati in (DTM cross validation and merging: problems and solutions for a case study within the HELI-DEM project, Biagi et al., ISPRS 2012). Nel caso lombardo le differenze presentano media quasi nulla e deviazione standard confrontabile con le accuratèzze altimetriche dei due DTM. Nel caso piemontese la media delle differenze è di circa 1 metro, ma questo valore risulta non significativo se comparato alle accuratèzze nominali dei due DTM. In ogni caso tale bias nel DTM piemontese sembra anche confermato dal suo confronto con il DTM lombardo.

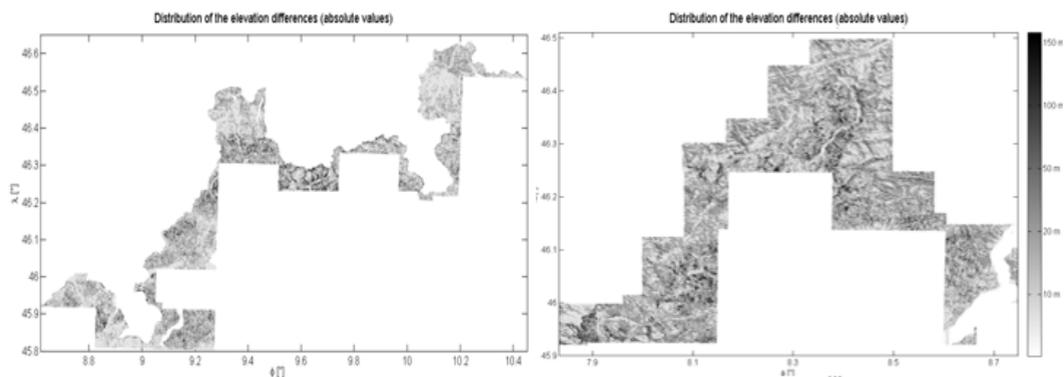


Figura 1. Differenze tra i DTM lombardo e svizzero (a sinistra) e DTM piemontese e svizzero (a destra).

Il confronto tra i DTM regionali di Piemonte e Lombardia a bassa risoluzione e il DTM Lidar ad alta risoluzione è stato effettuato calcolando le differenze tra ciascun punto del DTM a bassa risoluzione e la media dei nodi del DTM Lidar che cadono nella cella del DTM a bassa risoluzione che lo contiene. Le differenze così calcolate sono risultate in entrambi i casi pressoché nulle e non si è notata la presenza di biases globali; vi sono invece alcuni biases locali. Per verificare quindi la correttezza del DTM Lidar, si è deciso di effettuare la validazione esterna di tale DTM, mediante alcune misure GPS ricavate da un rilievo GNSS RTK appoggiato a una rete permanente transregionale e transnazionale istituita allo scopo del progetto. Tale rete, creata appositamente per la copertura delle aree alpine di Piemonte, Lombardia e parte della Svizzera, costituisce un prototipo, seppur limitato a una piccola area, di servizio di posizionamento transnazionale ottenuto mediante unificazione di reti regionali già installate. Tale rete inoltre nell'ambito del progetto fornirà il sistema di riferimento per rilievi finalizzati all'unificazione dei DTM e del geoide per le aree di progetto. I risultati degli esperimenti fin qui condotti hanno permesso di affermare il buon funzionamento, anche a quote elevate, di tale rete. È inoltre in corso una campagna di livellazione di alta precisione lungo alcune linee di particolare rilevanza, per un totale di 200 km in Lombardia e 105 km in Piemonte. Per adempiere allo scopo del progetto, ovvero ottenere un modello digitale del terreno unificato in quote ortometriche, con un'accuratezza ove possibile migliore del metro, è stato necessario ricalcolare il geoide nella zona di interesse del progetto. Tale zona può essere suddivisa in due parti: la regione svizzera ove è disponibile il modello di geoide CHGeo2004 e la regione italiana descritta invece dal geoide Italgeo05. I due geoidi locali presentano al confine tra Italia e Svizzera un bias di circa 40 cm e differenze minori (qualche centimetro) per le alte frequenze. Per calcolare il nuovo geoide nell'area di interesse è stata implementata una procedura a due passi: dapprima sono stati rimossi i due biases (nella regione italiana e in quella svizzera) stimati ai minimi quadrati con l'uso dei dati della missione satellitare GOCE. A questo punto è stato calcolato il nuovo geoide privo di bias e ad alta risoluzione attraverso una procedura di collocazione a partire dai geoidi locali così ridotti e l'utilizzo dei dati della missione GOCE.