

Earth Observation e dati Sentinel per il monitoraggio dello sviluppo urbano nella Regione del Veneto

Andrea Semenzato ^(a), Silvano De Zorzi ^(a), *Umberto Trivelloni ^(a), Carlo Masetto ^(a), Alberto Grava ^(a), Fiorella Coco ^(a)

^(a) Regione del Veneto, U.O. Pianificazione Territoriale Strategica e Cartografia, Calle Priuli, Cannaregio 99 - 30121 Venezia,

*umberto.trivelloni@regione.veneto.it, tel. 0412792483, cell. 3476499785.

1. Introduzione

Tra i principali strumenti utilizzati per la mappatura ed il monitoraggio dell'ambiente urbano per la pianificazione del territorio, il telerilevamento rappresenta un metodo efficace per l'estrazione automatica (o semi-automatica) di dati riferiti alla copertura del suolo. In questo lavoro, affrontando in particolare alcune vaste aree campione all'interno della Regione del Veneto, si sono analizzati i dati telerilevati provenienti dalle missioni Sentinel 1 e 2 per estrarre la percentuale di area urbanizzata rispetto a quella non urbanizzata, comprensiva quindi della superficie occupata da edificato ed infrastrutture (*urban footprint*).

2. Sentinel-2

Tra i vari approcci utilizzati per estrarre l'*urban footprint* da immagini ottiche del Sentinel-2 vi sono:

- l'*Object-Based Image Analysis* (OBIA), che sfrutta algoritmi di *machine learning* per il riconoscimento automatico di "forme" e "aggregati" di pixel (piuttosto che considerare esclusivamente le loro caratteristiche spettrali);
- l'utilizzo di indici spettrali specifici per la mappatura di aree urbanizzate, tra cui NDBI (*Normalized-Difference Built-up Index*) ottenuto sfruttando le bande dell'infrarosso (NIR e SWIR), BUI (*Built-up Index*), ottenuto sfruttando l'indice di vegetazione NDVI;
- l'utilizzo di algoritmi di *machine learning* per la classificazione supervisionata delle immagini, tra cui il *Maximum Likelihood*, eseguiti in seguito alla digitalizzazione di *training sites* (ROIs), preventivamente classificate.

Tuttavia i risultati ottenuti evidenziano alcune problematiche comuni riscontrate nelle immagini ottiche del Sentinel-2 legate soprattutto alla limitata risoluzione spettrale e spaziale di queste ultime per elaborazioni di questo tipo; ad esempio si verifica un'errata classificazione di suolo nudo non vegetato come territorio urbanizzato. In particolare la classificazione è stata confrontata con la Carta di Copertura del Suolo (CCS) della Regione del Veneto, opportunamente pre-processata: i risultati dalle immagini Sentinel-2 mostrano valori di *urban footprint* che si discostano del 10% rispetto a quelli ottenuti dalla CCS nella stessa area di studio, dunque non si possono ritenere positivi.

3. Sentinel-1

Successivamente, si sono testate le immagini derivate dal Radar ad Apertura Sintetica (SAR) del Sentinel-1. Il segnale di ritorno di questo strumento (*backscattered*) risulta particolarmente intenso per le superfici urbanizzate, che per via delle loro strutture verticali e regolari agiscono come *corner reflector*, producendo riflessioni multiple. Oltre a ciò, considerando più immagini SAR, è possibile derivare immagini di coerenza interferometrica (InSAR) in grado di enfatizzare quelle aree caratterizzate da una costante intensità ed alta coerenza di fase del segnale, cioè quelle meno condizionate da variazioni di forma delle strutture, variazioni stagionali, fisiche e ambientali in generale, nonché le aree urbanizzate per l'appunto. Inoltre, considerando una serie temporale di immagini più ampia, è possibile migliorarne ulteriormente l'accuratezza.

Applicando quindi algoritmi di classificazione supervisionata (*Maximum Likelihood* e *Random Forest*) alle serie multi-temporali di immagini di coerenza, utilizzando le stesse ROI utilizzate in precedenza per il Sentinel-2, si ottengono accuratissime sorprendentemente maggiori rispetto alle immagini ottiche, con valori superiori all'85% in *overall accuracy* e soprattutto scarti inferiori al 2% per i valori di *urban footprint* ottenuti rispetto alla CCS.

Si sono ripetute, quindi, le stesse analisi su varie aree test nelle province di Venezia, Padova e Verona, a scale comunali e regionali, considerando anche aree montane, ed ottenendo gli stessi risultati di accuratezza.

Infine, sulle stesse aree test si è tentato un approccio completamente automatico, tramite l'utilizzo dell'algoritmo di classificazione non supervisionata *K-means*, dimostratosi in grado di distinguere automaticamente (senza dover digitalizzare alcuna ROI) le aree urbanizzate, come detto caratterizzate da un segnale radar ben distinto. I risultati offrono accuratissime talvolta superiori al 90%, con scarti inferiori anche all'1% in termini di *urban footprint* rispetto ai valori della CCS.

4. Conclusioni e future work

I risultati ottenuti in questo progetto dimostrano un'efficace affidabilità dei sistemi satellitari nella mappatura e nel monitoraggio dell'ambiente urbano. Inoltre, lo sviluppo tecnologico di tali strumenti, in grado di produrre un costante aumento della disponibilità di dati ed un incremento delle risoluzioni geometriche e spettrali, contribuirà a fornire dei prodotti sempre più accurati, derivati da dati disponibili gratuitamente, con copertura globale ed infine ottenibili tramite procedure completamente automatiche (o semi-automatiche). Di conseguenza, inserendosi nel contesto di Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile (in particolare all'interno del Goal 11 - Città e Comunità Sostenibili), l'identificazione di un indicatore come l'*urban footprint* fornisce un importante supporto per la comprensione della distribuzione spaziale e dello sviluppo nel tempo delle aree urbane. Questi elementi sono essenziali per una adeguata gestione delle risorse e sono in grado di fornire un efficace supporto ai processi decisionali, in favore di una pianificazione territoriale sostenibile.