

## **L'uso di nuove tecnologie satellitari per l'aggiornamento della Carta di Copertura del Suolo della Regione del Veneto**

Maurizio De Gennaro (\*), Silvano De Zorzi (\*), Massimo Foccardi (\*),  
Aldo Marolla (\*), Mauro Nordio (\*\*)

(\*) Regione del Veneto - Unità di Progetto per il Sistema Informativo Territoriale e la Cartografia  
Calle Priuli, 99, Venezia - tel. 041 2792577 fax 041 2792108 - e-mail: SIT@regione.veneto.it  
maurizio.degennaro@regione.veneto.it - silvano.dezorzi.@regione.veneto.it  
massimo.foccardi@regione.veneto.it - aldo.marolla.@regione.veneto.it

(\*\*) Sinergis S.r.l. - c/o Unità di Progetto per il Sistema Informativo Territoriale e la Cartografia  
Calle Priuli, 99, Venezia - tel. 041 2792577 fax 041 2792108 - e-mail: mauro.nordio@regione.veneto.it

### **Riassunto**

La Regione del Veneto, operando su una pluralità di programmi finalizzati alla formazione e al costante aggiornamento degli strumenti cartografici, ha intrapreso un programma di attività per la mappatura del territorio regionale con acquisizione e realizzazione di una Banca Dati della Copertura del Suolo, attività questa sviluppata attraverso la realizzazione del progetto GSE Land-Urban Atlas, promosso e finanziato dalla Commissione Europea e dall'ESA (European Space Agency), che si basa sull'utilizzo e l'elaborazione d'immagini satellitari, con uno standard di qualità validato e certificato a livello europeo. Il prodotto Urban Atlas, successivamente implementato con approfondimento tematico e acquisizione della copertura del suolo per le aree extraurbane, è risultato idoneo per le indagini sull'uso del suolo, nonché per le applicazioni e gli studi che si basano su dati tematici di precisione ed ha costituito un valido supporto all'attività di analisi e di progetto del nuovo Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC). Prima di affrontare l'intero programma di aggiornamento della carta di copertura del suolo di tutta l'area della Regione, si è reso opportuno attuarne una prima fase sperimentale e procedere all'adeguamento e implementazione della mappa GSE Land\_Urban Atlas riguardante la porzione di territorio dei comuni dell'area urbana veneziana interessati dal nuovo Passante di Mestre, infrastruttura questa che nel 2006 non era stata compiutamente rilevata dalle immagini satellitari, trattandosi di opera in fase di costruzione. Il nuovo progetto Urban Atlas HR (High Resolution) deriva dall'integrazione d'immagini satellitari di nuova generazione che utilizzano la tecnologia dei satelliti GeoEye1 e WorldView-2 (quest'ultimo che utilizza 8 bande spettrali) e che permettono di generare una carta di copertura del suolo a più elevato dettaglio geometrico e tematico, fino alla delineazione del singolo edificio. Tale esperienza consentirà di valutare la capacità di revisione e integrazione dei risultati ottenibili con le specifiche tecniche offerte dai nuovi prodotti satellitari.

### **Abstract**

The Regione del Veneto is working on several programs with the aim of a continuous update of mapping tools, it has undertaken a program of activities for mapping the Region with the acquisition and construction of a land cover database, an activity developed through the project GSE Land-Urban Atlas, funded by the European Commission and ESA (European Space Agency). It was based on the use and processing of satellite images, with a validated and certified quality standards at European level. The objective was to create a Land Cover database developed in the

thematic extension of the project, within the acquisition of a land cover for the territory outside the urban zone.

The achieved product, was found suitable for land use planning and control of land use and especially for applications and studies that are based on thematic data precision. It has constituted a valuable support to the activity of analysis and design of the new Regional Territorial Plan of Coordination.

Before addressing the whole program to update the land use map of the whole Regional territory, it was appropriate to implement a first step and proceed with the adaptation and implementation of the GSE Land map on the portion of the Venetian territory affected by an important and significant highway infrastructure (the new Mestre Loop), that in 2006 it was not yet fully recognized by satellite images, because it was under construction. The new project Urban Atlas HR (High Resolution) is an integration of new generation satellite images characterized by an higher geometric resolution from the GeoEye1 and WorldView2 (this one using 8 spectral bands) technology. This technology allows to create a soil use map with a higher geometric and thematic detail, till the delineation of a single building. This experience allows to evaluate the expertise of updating and integration of the solutions obtained with the technical specification that the new satellite products offer.

## Premessa

Nell'ambito di studi e progetti per l'elaborazione di cartografie tematiche, la Regione del Veneto ha attuato un programma di attività per la realizzazione di una mappa di Copertura del Suolo derivata dall'elaborazione e trattamento d'immagini da satellite ad alta risoluzione, che ha preso avvio dall'adesione al progetto GSE Land-Urban Atlas, promosso e finanziato dall'ESA (European Space Agency) e sviluppato all'interno del programma europeo GMES (Global Monitoring for Environment and Security) per la fornitura di prodotti finalizzato al monitoraggio ambientale.

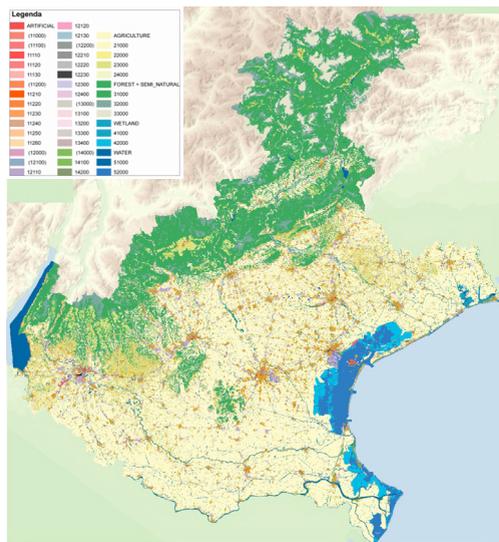


Figura 1 – Progetto GSE Land: territorio veneto.

Il prodotto Urban Atlas realizzato sull'intera regione e corredato da una struttura di dati di estrema accuratezza, ha utilizzato quale base informativa di partenza le immagini satellitari a media risoluzione SPOT 5 con bande multispettrale a 10 m e pancromatica a 2,5 m. L'area minima, rappresentata in relazione alla scala di riferimento 1:10000, misura 0,25 ettari. La classificazione è stata eseguita con il supporto di software che sfrutta l'analisi territoriale orientata agli oggetti per elaborare le immagini operando una segmentazione multi risoluzione. La carta di copertura del suolo, nella prima versione realizzata, classifica il territorio secondo la legenda MOLAND (Monitoring Land Use/Cover Dynamics), in linea con quanto indicato dal progetto CORINE Land Cover, con un dettaglio tematico fino al 4° livello per le superfici artificiali e fino al 2° livello per le classi naturali e seminaturali. Tale prodotto è stato successivamente implemento con approfondimento per le aree extraurbane (classi 2-suoli agricoli, 3-foreste ed aree seminaturali, 4-zone umide, 5-corpi acquei), riconducibile al 4° e al 5° livello di legenda in relazione alle informazioni derivate da dati ancillari di riferimento.

Questa fase del progetto regionale è stata condotta secondo le consolidate metodologie di fotointerpretazione per la produzione di cartografia tematica, con utilizzo di ortofoto digitali a colori.

### **L'aggiornamento della carta di copertura del suolo del Veneto**

La consapevolezza che l'elevato grado di dettaglio geometrico e tematico della Carta di Copertura del Suolo del Veneto prodotta nel 2009 (174 classi della legenda) comporta un "invecchiamento" piuttosto precoce della stessa, ha indotto la Regione del Veneto a considerare l'avvio di un processo di aggiornamento che oltre ad analizzare alcuni fattori fondamentali come la "stabilità del progetto" (dati di base e requisiti) e il "grado di ri-utilizzo" della banca dati, valutasse anche la possibilità dell'uso di nuove tecnologie satellitari.



*Figura 2 – Copertura del suolo ottenuta dal Progetto GSE Land, sovrapposta all'immagine satellitare rilevata con GeoEye1.*

L'integrazione di immagini satellitari di nuova generazione caratterizzate da una risoluzione geometrica dell'ordine del metro. L'utilizzo della tecnologia del sensore GeoEye1 consente, infatti, di generare una carta di copertura del suolo a più elevato dettaglio geometrico e tematico, fino alla delineazione del singolo edificio.

Uno degli aspetti fondamentali del prodotto Urban Atlas nella prima versione realizzata, era costituito dall'approfondimento al livello 4° delle classi di densità del tessuto urbano. Per il prodotto "Urban Atlas HR", la classificazione delle densità è stata eseguita a partire dai dati ad altissima risoluzione del satellite GeoEye-1, che è stato utilizzato nella fase preliminare del progetto (prototipo applicato ad una porzione del territorio, per la verifica del prodotto) prima di procedere all'implementazione della catena di processamento su tutta l'area d'interesse.

Per la realizzazione del prodotto finale, è stata colta l'opportunità di utilizzare le immagini satellitari del nuovo sensore WorldView-2, disponibili da gennaio 2010, in sostituzione del GeoEye-1 utilizzato per la fase prototipale.

WorldView-2, infatti, è un satellite di nuova concezione, equipaggiato con una strumentazione che consente una grande capacità di raccolta di immagini multi spettrali ad alta risoluzione, dotato di un avanzato sistema di geolocalizzazione e con un controllo giroscopico che ne aumenta l'agilità e la rapida individuazione dell'obiettivo. Questa agilità, combinata con l'altitudine di funzionamento di 770 km, permette di raccogliere quasi 1 milione di kmq di immagini ad alta risoluzione ogni giorno e una media di rivisitazione di 1,1 giorni attorno al globo.

Prima di affrontare l'intero programma di aggiornamento della Carta di Copertura del Suolo di tutto il territorio regionale, la Regione ha avviato una prima fase sperimentale, ritenendo di estremo interesse poter utilizzare i nuovi prodotti del programma europeo GMES, sviluppati nell'ambito progetto GEOLAND2. Tale progetto, finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del Settimo Programma Quadro (Seventh Framework Programme FP7), si occupa infatti della fornitura di mappe di uso del suolo ad alta risoluzione, realizzate dall'elaborazione di dati satellitari che utilizzano nuovi sensori radar e ottici.

Per la mappatura della porzione di territorio da approfondire con il nuovo progetto denominato "GSE Land-Urban Atlas ad alta risoluzione" (di seguito "Urban Atlas HR"), è stata utilizzata

La risoluzione geometrica di WorldView-2 nella banda pancromatica è di 46 centimetri, mentre nel multispettrale è di 1,84 m, a 8 bande multispettrali. L'alta risoluzione può permettere la discriminazione dei dettagli, come i veicoli, le barriere poco profonde e gli alberi, anche singoli alberi in un frutteto, mentre l'alta risoluzione spettrale può fornire informazioni dettagliate su tali aree come la qualità del manto stradale, la profondità del mare e la salute delle piante. Le bande spettrali aggiuntive possono offrire un'ampia gamma di benefici di analisi, in grado di identificare un maggior numero di classi di copertura del suolo, di estrarre più features, per consentire una rappresentazione dei colori più realistica che si avvicina alla naturale visione umana.

Il prodotto "Urban Atlas HR", nella versione finale in fase di completamento, integra i risultati provenienti dall'applicazione dei due seguenti approcci metodologici:

- classificazione dei poligoni di tessuto urbano in classi a diversa densità, in base alla percentuale di copertura di aree impermeabili estratta dall'elaborazione del dato WorldView-2 (soil sealing extraction);
- classificazione dei poligoni di tessuto urbano in classi a diversa densità, in base alla percentuale di copertura occupata dalla superficie dell'edificato (edifici rappresentati in CTR integrati con gli edifici delineati sul dato WorldView-2).

Il prodotto finale conterrà inoltre l'informazione legata al valore medio di NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) calcolato per ogni poligono di tessuto urbano.

Di seguito si forniscono alcune specifiche tecniche che caratterizzano il progetto "Urban Atlas HR":

#### Dettaglio tematico

Il dettaglio tematico della carta Urban Atlas HR, è approfondito grazie all'introduzione di alcune nuove classi delle "Aree artificiali" di seguito elencate:

- 12160 Luoghi di culto
- 12170 Cimiteri non vegetati
- 12180 Ospedali
- 14300 Cimiteri vegetati
- 12221 Strade vicinali

#### Dettaglio Geometrico

La carta di Copertura del Suolo prodotta alla scala nominale di 1:10 000 ha un'unità minima di riferimento compresa fra 0,16 ha per la classe "Aree artificiali" e 0,25 ha per le altre classi (Aree agricole, Territori boscati e ambienti seminaturali, Aree umide, Corpi idrici).

Per il livello informativo dei singoli edifici l'unità minima coincide con quella definita nella Carta Tecnica Regionale Numerica (CTRN) Veneto. La qualità dell'accuratezza geometrica dei nuovi edifici viene garantita per i poligoni con area minima pari a mq 50.

La distanza minima mappabile è pari a 5 m, garantendo la continuità dei reticoli stradale, ferroviario e idrografico.



Figura 3 – Immagine rilevata dal satellite WorldView2.

Nel processo di formazione dell'Urban Atlas HR è fondamentale l'integrazione della Carta Tecnica Regionale, dato in input ausiliario alla formazione del database e principale riferimento cartografico nel controllo della congruenza topologica e geometrica del prodotto finale.

### Elaborazione dei dati in input

Il dato satellitare WorldView-2 ortorettificato è elaborato mediante un processo di estrazione semiautomatica delle feature, finalizzato alla creazione del database Urban Atlas ad alta risoluzione.

Alla formazione dell'Urban Atlas HR concorrono diversi processi di elaborazione dei dati in input integrati all'interno di un unico workflow.

Come illustrato nello schema che segue, l'elaborazione dei dati può essere suddivisa in cinque processi principali che sinteticamente espongono:

1. Processo di individuazione dei cambiamenti di uso del suolo (screening change detection).
2. Processo di estrazione del soil sealing per la formazione del built-up layer.
3. Delineazione del reticolo stradale e ferroviario (skeleton).
4. Formazione del livello Copertura Suolo.
5. Formazione del livello degli Edifici.

Questo, in sintesi, lo schema:

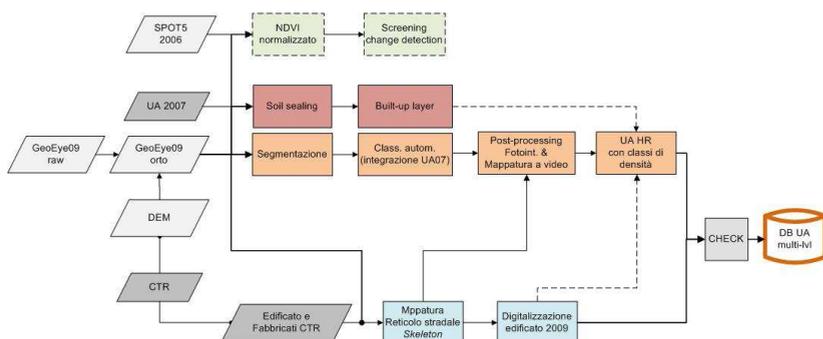


Figura 4 – schema di processamento.

### Il prodotto finale Urban Atlas HR

Dal processo d'integrazione del dato satellitare ad altissima risoluzione e dei dati ausiliari a disposizione, è derivato un prodotto di uso del suolo multilivello e multiscala, sviluppato in formato ESRI shapefile e Geodatabase (mdb).

Nello specifico, il prodotto finale presenta i seguenti tre livelli informativi che costituiscono le *feature class* del Geodatabase e sono esportabili in formato ESRI shapefile:

- **Copertura Suolo:** livello informativo poligonale della carta di uso del suolo con elevato dettaglio geometrico e tematico secondo le specifiche di progetto.
- **Edifici:** livello informativo poligonale dei singoli edifici secondo la codifica CTRN della Regione del Veneto.

- Rete Trasporti: livello informativo poligonale del reticolo stradale e ferroviario. Questo livello restituisce la delineazione delle sezioni stradali e ferroviarie con il dettaglio sui tratti di nuova costruzione rispetto alla CTRN.

I livelli informativi saranno realizzati nel rispetto di una congruenza topologica, geometrica e logica regolata secondo le specifiche di progetto.

### **Conclusioni**

A breve, quindi, la Regione del Veneto avrà a disposizione il nuovo prodotto “GSE Land-Urban Atlas ad alta risoluzione” con contenuto tematico di dettaglio di grande interesse per le analisi del tessuto urbano e per la pianificazione del territorio, sviluppato utilizzando le immagini della terra, ad alta risoluzione spaziale e spettrale, fornite dai nuovi satelliti.

L’aggiornamento della Carta di Copertura del Suolo, realizzato per una parte del territorio regionale, consentirà quindi di valutare la capacità di revisione e integrazione dei risultati ottenibili con le specifiche tecniche offerte dai nuovi prodotti satellitari.