

## Verifica e Miglioramento degli High Resolution Layers Copernicus in Italia

M. Munafò (\*), B. Alesse (\*\*\*), L. Congedo (\*\*), F. Ferraro (\*\*\*), P. De Fioravante (\*\*\*),  
S. Marzeddu (\*\*\*), L. Sallustio (\*\*), D. Tonti (\*\*), M. Ottaviano (\*\*), M. Marchetti (\*\*)

(\*) ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

(\*\*) Università degli Studi del Molise

(\*\*\*) Sapienza, Università di Roma

### Riassunto

Questo contributo descrive le attività che hanno portato alla realizzazione della cartografia nazionale della copertura del suolo a partire dagli strati ad alta risoluzione Copernicus, prodotti dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, e migliorati dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Questi strati, che descrivono le principali tematiche di copertura del suolo (grado di impermeabilizzazione, tipo e densità di copertura arborea, prati permanenti, zone umide, corpi idrici permanenti), sono stati aggregati in un unico raster con risoluzione 20 metri.

Questi strati rappresentano un notevole progresso nel monitoraggio del territorio e della copertura del suolo, migliorando le possibilità di analisi dei fenomeni ambientali in atto.

### Abstract

This paper describes the activities for the production of the Italian land cover map, using the Copernicus High Resolution Layers, produced by the European Environment Agency, and improved by the Italian Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA). These layers, describing the main land cover issues (degree of imperviousness, type and density of tree cover, permanent grasslands, wetlands, permanent water bodies) were combined into a single raster with resolution 20 meters. These layers represent a major advance in land monitoring, improving the analysis of ongoing environmental phenomena.

### I servizi Copernicus ad alta risoluzione per il monitoraggio del territorio

Copernicus, precedentemente noto come GMES - Global Monitoring for Environment and Security, è un programma europeo di osservazione della Terra che ha tra i principali obiettivi la protezione dell'ambiente, la protezione e la sicurezza civile. Si tratta di un sistema complesso di raccolta di informazioni da molteplici fonti quali satelliti di osservazione e sensori di terra, mare e aerei che vengono integrate tra loro. Copernicus mira a garantire all'Europa una sostanziale indipendenza nel rilevamento e nella gestione dei dati sullo stato di salute del pianeta.

I servizi principali di Copernicus riguardano le sei aree tematiche: suolo, mare, atmosfera, cambiamenti climatici, gestione delle emergenze, sicurezza; i servizi sono applicati in numerosi campi, tra cui la protezione dell'ambiente, la gestione delle aree urbane, la pianificazione regionale e locale, l'agricoltura, la gestione forestale, la silvicoltura, la pesca, la salute, i trasporti, i cambiamenti climatici, lo sviluppo sostenibile, la protezione civile e il turismo, la gestione delle emergenze e il monitoraggio del territorio.

In tale ambito, Copernicus fornisce anche un supporto per la valutazione del fenomeno del consumo di suolo, curata da ISPRA e dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente. I servizi di monitoraggio dell'atmosfera e dell'ambiente marino saranno attivati nel corso del 2015, a questi seguiranno il servizio di monitoraggio dei cambiamenti climatici e il servizio per la sicurezza.

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), in collaborazione con altre istituzioni, assicura la fornitura di dati e informazioni ambientali, inoltre rappresenta l'Italia sia nel Comitato Copernicus, insieme al MIUR e all'Agenzia Spaziale Italiana - ASI, sia nello User Forum e coordina il Forum Nazionale degli Utenti Copernicus, preposto alla raccolta dei requisiti degli utenti finali e intermedi.

Nell'ambito del programma Copernicus, come parte della componente Land di responsabilità dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), sono stati realizzati gli strati ad alta risoluzione (in inglese HRL, *High Resolution Layers*) riferiti all'anno 2012 per 39 paesi europei, tra cui l'Italia.

Gli HRL sono classificazioni della copertura del suolo con elevata risoluzione spaziale, finalizzate al monitoraggio delle principali tematiche ambientali: impermeabilizzazione del suolo e aree costruite, foreste, prati permanenti, zone umide, corpi idrici permanenti. Gli HRL 2012 sono stati realizzati da vari produttori seguendo metodologie semi-automatiche. Queste cartografie hanno una risoluzione di 20 metri, che è significativamente maggiore rispetto ad altri prodotti consolidati come il CORINE Land Cover (CLC). Questi strati sono di fondamentale importanza per la pianificazione ambientale, in particolare nell'ambito della valutazione dei servizi ecosistemici del sistema suolo (Verburg et al., 2013).

Per tutti gli strati ad alta risoluzione (definiti HRL intermedi), l'EEA ha richiesto un processo di validazione e, in modo opzionale, una successiva fase di miglioramento finalizzata ad aumentare l'accuratezza tematica degli HRL. L'accuratezza è infatti un elemento fondamentale da valutare al fine di garantire l'affidabilità di una classificazione (Richards & Jia, 2006)

Ogni Stato membro ha potuto verificare e migliorare i rispettivi HRL usando l'esperienza e i dati di riferimento nazionali. L'EEA ha pubblicato due linee guida rispettivamente per la verifica ed il miglioramento degli HRL. Tuttavia, agli Stati è permesso di modificare e migliorare le metodologie in base alle proprie necessità e peculiarità ambientali. In Italia, la verifica ed il miglioramento sono state effettuate da ISPRA. La verifica è il processo di valutazione dell'accuratezza, che può essere realizzato in vari modi e, nel caso la verifica degli HRL mostrasse una bassa accuratezza tematica o gravi errori in aree specifiche, il processo di miglioramento ha cercato di correggere gli errori, modificando l'HRL intermedio in maniera manuale o, preferibilmente, automatica. Per il miglioramento degli HRL in Italia si è favorito l'uso di dati nazionali e regionali, selezionando la cartografia disponibile di copertura e uso del suolo, compatibile con le definizioni dei vari HRL.

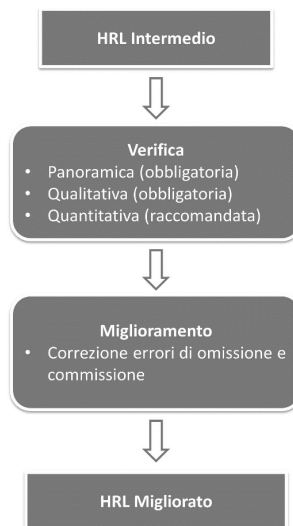


Figura 1 - Diagramma della procedura di verifica e miglioramento dei servizi Copernicus per il monitoraggio del territorio ad alta risoluzione.

Tra i diversi HRL, lo strato ad alta risoluzione sull'impermeabilizzazione del suolo ha l'obiettivo di classificare il livello di impermeabilizzazione seguenti al preoccupante fenomeno dello sviluppo urbano e infrastrutturale (Munafò et al., 2015). La tabella seguente mostra gli elementi che sono inclusi ed esclusi nella definizione di questo HRL.

<b>Elementi inclusi</b>	<b>Elementi esclusi</b>
Aree abitative	Miniere, cave, produzione di torba
Aree di trasporto (aeroporti, porti, stazioni ferroviarie, parcheggi)	Discariche
Aree industriali e commerciali	Cantieri senza evidenti costruzioni
Parchi ricreativi (escludendo aree totalmente verdi associate con questi)	Superfici erbacee usate per qualsiasi sport
Cantieri con evidenti strutture costruite	Suolo nudo, roccia, aree con vegetazione rada
Singole abitazioni (laddove identificabili)	Sabbia, cave di sabbia
Altre superfici impermeabili che sono parte di categorie miste come ad esempio orti urbani, cimiteri, aree sportive (infrastrutture visibili), campeggi (strade ed infrastrutture), escludendo le aree verdi associate con questi.	Ghiacciai, neve, acqua
Strade e ferrovie associate con altre superfici impermeabili	Sedi ferroviarie
Bordi pavimentati di corpi idrici	

Tabella 2 - Definizione degli elementi compresi ed esclusi dal "Grado di impermeabilizzazione" (EEA, 2013).

Oltre al grado di impermeabilizzazione e alle aree costruite derivate dalla riclassificazione del grado di impermeabilizzazione, sono stati prodotti altri 4 strati (raster) corrispondenti alle seguenti classi tematiche di copertura del suolo (EEA, 2013):

- Bosco (tipo e densità di copertura arborea - Forests);
- Parti permanenti (Grasslands);
- Zone umide (Wetlands);
- Corpi idrici permanenti (Permanent Water Bodies).

È previsto un aggiornamento frequente e periodico degli HRL ogni 3 anni; in particolare, il prossimo aggiornamento è previsto per il 2015.

Durante le attività di verifica degli strati sono stati evidenziati diversi errori di commissione in prossimità di strade sterrate, e cave; errori di omissione, sono stati invece riscontrati nelle aree periferiche delle città e in piccoli paesi. Sono state inoltre rilevate diverse criticità riguardanti il monitoraggio dei prati permanenti (strato *Grasslands*).

Il lavoro di miglioramento degli HRL intermedi ha permesso di ridurre il numero di aree omesse e commesse. In particolare, per quanto riguarda lo strato *Imperviousness*, sono stati corretti circa 2.700 ettari di errori di commissione, e circa 200.000 ettari di errori di omissione.

### **La carta nazionale di copertura del suolo ad alta risoluzione**

Al fine di realizzare un'unica cartografia nazionale per l'Italia rappresentate la copertura del suolo ad alta risoluzione, ISPRA ha integrato gli strati HRL migliorati in un'unica mappa nazionale di copertura del suolo. Considerando le caratteristiche tematiche degli HRL, l'integrazione è stata effettuata imponendo alcune condizioni e riclassificazioni degli strati originali (Munafò et al., 2015).

Lo strato sul grado di impermeabilizzazione è stato convertito in una classificazione binaria del costruito (cioè 0 = non costruito, 1 = costruito) ponendo un valore limite del 30% (Maucha et al., 2011) sul grado di impermeabilizzazione (cioè 0-29% = non costruito, 30-100% = costruito). Lo strato relativo al tipo di foresta, vede invece la distinzione tra conifere e latifoglie.

Quindi è stata definita la legenda con le classi ed i codici riportati nella tabella seguente.

<b>Codice</b>	<b>Classe</b>	<b>Descrizione</b>
<b>0</b>	Altro	Classe non corrispondente a nessuna delle altre classi di copertura definite
<b>1</b>	Costruito	Aree costruite, corrispondenti ai valori del grado di impermeabilizzazione > 29%
<b>2</b>	Foresta di latifoglie	Aree coperte da latifoglie corrispondenti alla classe 1 dell'HRL Tipo di Foresta
<b>3</b>	Foresta di conifere	Aree coperte da conifere corrispondenti alla classe 2 dell'HRL Tipo di Foresta
<b>4</b>	Praterie	Aree coperte da prati corrispondenti alla classe 1 dell'HRL Praterie
<b>5</b>	Zone umide	Aree coperte da zone umide corrispondenti alla classe 1 dell'HRL Zone umide
<b>6</b>	Corpi idrici permanenti	Aree coperte da corpi idrici corrispondenti alla classe 1 dell'HRL Corpi Idrici Permanenti
<b>254</b>	Non classificato	Aree non classificate per mancanza di dati

*Tabella 2 - Legenda della carta nazionale di copertura del suolo ad alta risoluzione.*

I singoli HRL sono stati quindi elaborati in ambiente GIS ed integrati in un unico strato in cui ad ogni pixel è assegnata una classe di copertura. La figura 3 mostra il risultato di tale operazione. Si può notare che le aree classificate come “altro” corrispondano in gran parte alle aree agricole (ad esempio la Pianura Padana) e alle aree di suolo nudo, che nel nostro caso non corrispondono a nessuno degli HRL attualmente disponibili. Questo ulteriore strato ad alta risoluzione che integra i vari HRL assume quindi un notevole valore informativo che può trovare grandi applicazioni nel monitoraggio ambientale e nella pianificazione territoriale. Trattandosi di uno strato cartografico continuo sull'intero territorio nazionale, esso è infatti utilizzabile quale dato di input per diversi software di modellistica ambientale e valutazione dei servizi ecosistemici erogati dai diversi tipi di ambienti naturali e seminaturali (e.g. Sallustio et al., 2015), risultando quindi di notevole aiuto in futuro quale elemento di supporto alla pianificazione.

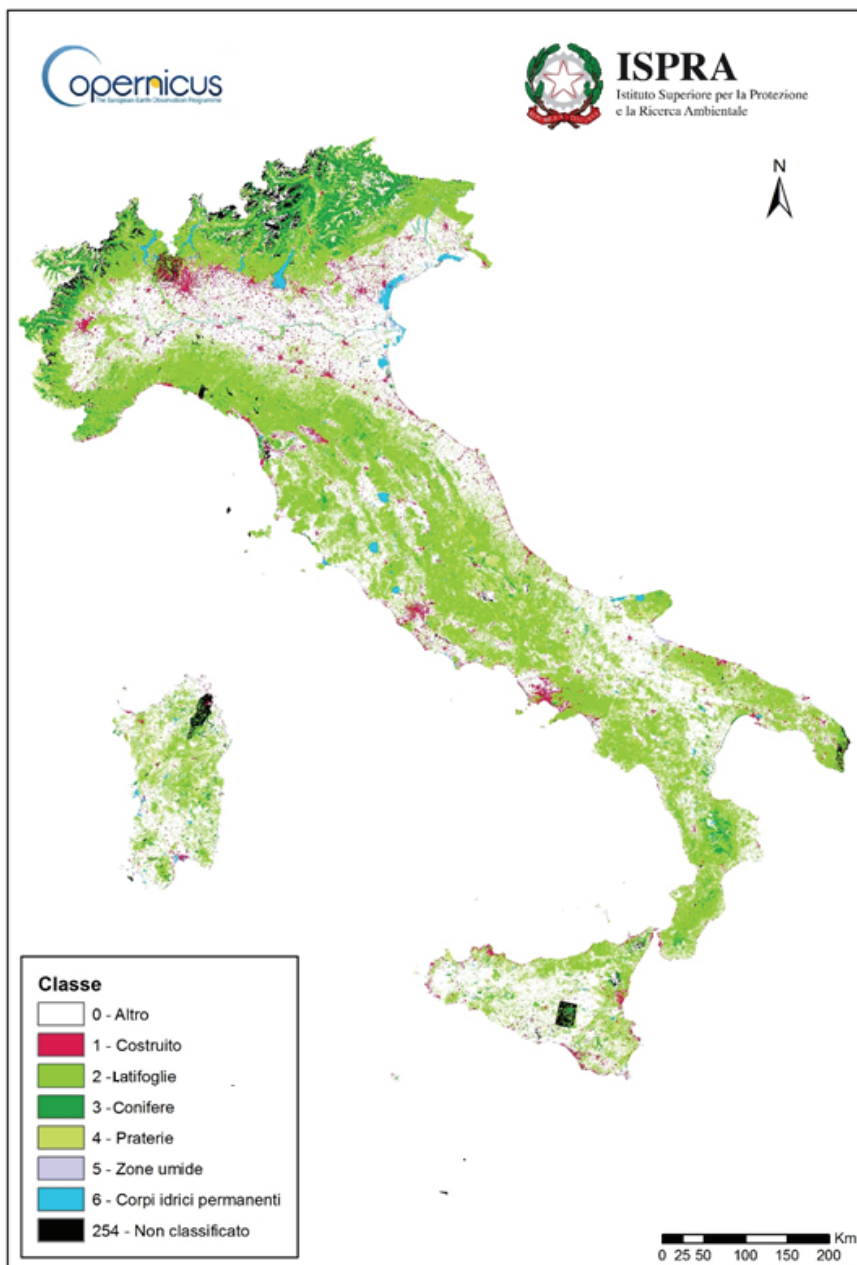


Figura 3 - Carta nazionale di copertura del suolo ad alta risoluzione. Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Copernicus.

### **Bibliografia**

- EEA (2013). GIO land (GMES/Copernicus initial operations land) High Resolution Layers (HRLs) - summary of product specifications. European Environment Agency, Copenhagen.
- Maucha G, Büttner G, Kosztra B (2011). European Validation of GMES FTS Soil Sealing Enhancement Data. *31st EARSeL Symposium and 35th General Assembly 2011*, EARSeL, 223-238.
- Munafò, M, Assennato, F, Congedo, L, et al. (2015). Il consumo di suolo in Italia: Edizione 2015. ISPRA rapporti 218/2015.
- Richards, J A & Jia, X (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction. Berlin, Germany: Springer.
- Sallustio L., Quatrini V., Geneletti D., Corona P., & Marchetti M. (2015). Assessing land take by urban development and its impact on carbon storage: Findings from two case studies in Italy. *Environmental Impact Assessment Review*, 54: 80-90.
- Verburg P H, Erb K-H, Mertz O, Espindola G (2013). Land System Science: between global challenges and local realities. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 433-437