



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

TERRITORIO

Processi e trasformazioni in Italia





ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

TERRITORIO

Processi e trasformazioni in Italia

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017, fa parte del **Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente** (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Rapporti 296/2018
ISBN 978-88-448-0921-8

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Alessia Marinelli
ISPRA - Area Comunicazione

Coordinamento tipografico

Daria Mazzella
ISPRA - Area Comunicazione

Amministrazione

Olimpia Girolamo
ISPRA - Area Comunicazione

Distribuzione

Michelina Porcarelli
ISPRA - Area Comunicazione

Finito di stampare nel mese di dicembre 2018

Stampato su carta certificata  CQ-COC-000010



Curatori del Rapporto

Michele Munafò, Ines Marinosci

ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia

michele.munafò@isprambiente.it - ines.marinosci@isprambiente.it

Autori

Francesca Assennato, Alessandra Attanasio, Marco Bagnoli, Remo Bertani, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco Di Leginio, Valentina Falanga, Chiara Giuliani, Simone Luppi, Ines Marinosci, Michele Munafò, Massimo Paolanti, Stefano Pranzo, Astrid Raudner, Mariangela Soraci, Andrea Strollo, Daniele Trogu (ISPRA), Francesca De Falco, Elio Luce, Salvatore Viglietti (ARPA Campania), Emanuela Caloiero, Luigi Dattola, Vincenzo Sorrenti (ARPA Calabria), Monica Carati, Vittorio Marletto, Sara Masi, Andrea Spisni (ARPA Emilia Romagna), Claudia Meloni, Antonella Zanello (ARPA Friuli Venezia Giulia), Enrico Bonansea (ARPA Piemonte), Vito La Ghezza (ARPA Puglia), Antonina Lisa Gagliano, Domenico Galvano, Fabrizio Merlo (ARPA Sicilia), Cinzia Licciardello, Antonio Di Marco (ARPA Toscana), Andrea Dalla Rosa, Paolo Giandon, Ialina Vinci (ARPA Veneto), Umberto Morra di Cella (ARPA Valle D'Aosta), Giuseppe Milano (tirocinante ISPRA), Paolo De Fioravante (Università della Tuscia), Roberta Bruno (IUSS Pavia), Tania Luti (Università di Firenze), Marco Marchetti, Marco Ottaviano, Lorenzo Sallustio, Daniela Tonti (Università del Molise).

Fotointerpretazione, classificazione, produzione cartografia, validazione ed elaborazione dei dati

Marco Bagnoli, Remo Bertani, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco Di Leginio, Valentina Falanga, Chiara Giuliani, Simone Luppi, Ines Marinosci, Michele Munafò, Massimo Paolanti, Stefano Pranzo, Andrea Strollo, Daniele Trogu (ISPRA), Luigi Dattola, Vincenzo Sorrenti, (ARPA Calabria), Pasquale Iorio, Antonella Loreto, Elio Rivera (ARPA Campania), Sara Masi (ARPA Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Isabella Tinetti, Tommaso Niccoli, Teo Ferrero, Cristina Prola (ARPA Piemonte), Vito La Ghezza (ARPA Puglia), Antonina Lisa Gagliano, Domenico Galvano, Fabrizio Merlo (ARPA Sicilia), Stefania Biagini, Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello, Diego Palazzuoli, Khalil Tayeh (ARPA Toscana), Umberto Morra di Cella, Michel Isabellon (ARPA Valle D'Aosta), Andrea Dalla Rosa, Ialina Vinci, Silvia Obber, Francesca Ragazzi (ARPA Veneto), Raffaella Cefalo, Alfredo Altobelli, Rossella Napolitano (Università di Trieste), Paolo De Fioravante (Università della Tuscia), Tania Luti (Università di Firenze), Daniela Tonti (Università del Molise).

Gruppo di lavoro ISPRA per i servizi di monitoraggio del territorio

Michele Munafò (responsabile tecnico scientifico), Ines Marinosci (referente tecnico per la produzione dei dati Corine Land Cover), Marco Di Leginio (referente per le attività di validazione dei prodotti ad alta risoluzione), Francesca Assennato (referente per le attività di miglioramento dei dati Urban Atlas, Astrid Raudner (referente per le attività di verifica dei servizi Copernicus Local Component), Mariangela Soraci (referente per l'attività di reporting), Sabrina Panico (referente organizzativo per le attività di disseminazione), Alessandra Lasco (referente per la comunicazione), Alessandra Attanasio (segreteria tecnica del progetto e referente per le attività di formazione), Tiziana Del Monte (referente amministrativa del progetto).

Le attività di elaborazione dei dati e di preparazione del rapporto sono state realizzate nell'ambito del progetto *Italian NRCs LC Copernicus supporting activities for the period 2017-2021* finanziato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (FSC EEA/IDM/RO/16/009) con un partenariato coordinato da ISPRA e composto da ARPA Campania, ARPA Calabria, ARPA Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia, ARPA Piemonte, ARPA Puglia, ARPA Sicilia, ARPA Toscana, ARPA Valle D'Aosta, ARPA Veneto, Università del Molise.



Organizzazione

Sabrina Panico (ISPRA – consumosuolo@isprambiente.it)

Ufficio stampa

Cristina Pacciani e Alessandra Lasco (ISPRA – stampa@isprambiente.it)

Dati e cartografia

<http://www.isprambiente.gov.it>

PRESENTAZIONE

Leggere le principali trasformazioni che avvengono sul territorio italiano, questo è l'ambizioso obiettivo che il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che vede ISPRA insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome, si è posto e che con questo Rapporto offre un nuovo contributo alla conoscenza e un concreto supporto allo sviluppo di politiche efficaci per il territorio.

I radicali cambiamenti che l'uomo sta determinando a livello locale e globale si accompagnano a processi di trasformazione del territorio che continuano a causare la perdita di una risorsa fondamentale, il suolo, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici.

La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale sono compiti e temi che ci richiama l'Europa, fondamentali alla luce delle particolari condizioni di fragilità e di criticità climatiche e territoriali del nostro Paese.

La grande metamorfosi del paesaggio italiano che è avvenuta negli ultimi decenni e che continua, con forme diverse, ancora oggi, è il risultato di un equilibrio complesso, non sempre purtroppo rispettato, tra le esigenze della società e il rispetto di un territorio e di un paesaggio che rappresentano un enorme patrimonio storico, culturale, sociale, economico e ambientale. Un'eredità del passato che deve essere compresa e che rende indispensabile supportare la formulazione di politiche territoriali con una conoscenza adeguata delle trasformazioni e delle dinamiche di uso e copertura del suolo.

Il Rapporto Territorio rappresenta un prezioso contributo al sistema decisionale ai diversi livelli, grazie agli indicatori sviluppati utilizzando le migliori informazioni che le nuove tecnologie sono in grado di offrire e le informazioni derivanti da satelliti di osservazione della terra, tra cui quelle del programma Copernicus, ed è frutto dell'aggiornamento della cartografia Corine Land Cover, prodotta nel corso del 2018 da ISPRA insieme ad alcune delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e delle Province Autonome e che è attualmente in fase di validazione finale, e di altre cartografie a maggiore risoluzione, che rappresentano l'esito delle attività di monitoraggio del territorio a cura del SNPA e che permettono di migliorare ulteriormente l'accuratezza delle informazioni.

Una migliore comprensione delle dinamiche di trasformazione, cui questo Rapporto contribuisce, è la premessa per una efficace politica di protezione del suolo, del capitale naturale e del paesaggio, che non si limiti alla gestione delle aree urbanizzate e al contenimento del consumo di suolo, ma che ne garantisca un uso sostenibile e un governo del territorio anche nelle aree rurali e naturali.

I dati completi degli indicatori sulle trasformazioni del territorio sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sul sito dell'ISPRA e rappresentano uno strumento che l'Istituto mette a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale.

Stefano Laporta

*Presidente di ISPRA e del Sistema Nazionale per
la Protezione dell'Ambiente (SNPA)*

INDICE

1. Introduzione	1
2. La metamorfosi del territorio italiano	3
3. Paesaggi in transizione	9
4. Sessant'anni di trasformazioni	11
5. Dinamiche recenti e rappresentazione del territorio	17
5.1 Verso una nuova cartografia di copertura e di uso del territorio	17
5.2 Copertura del suolo	19
5.2.1 <i>Stato del territorio</i>	19
5.2.2 <i>Dinamiche di copertura</i>	24
5.2.3 <i>Variazioni per ambiti territoriali</i>	25
5.3 Uso del suolo	30
5.3.1 <i>Analisi cartografica degli ambiti urbani, agricoli e naturali</i>	30
5.3.2 <i>I dati Corine Land Cover</i>	35
5.3.3 <i>Stime delle superfici attraverso l'Inventario dell'uso delle terre</i>	39
6. Struttura del territorio e metriche di paesaggio	42
6.1 Composizione e configurazione del paesaggio	42
6.2 Frammentazione del territorio	46
7. Atlante	49
Riferimenti bibliografici	79

1. Introduzione

Il territorio è il prodotto della storia delle civiltà umane, del loro lavoro, della loro cultura, del sistema di relazioni della società con l'ambiente (Magnaghi, 1990), un complesso insieme di individui, oggetti e processi. È al tempo stesso sede di risorse naturali (la "Terra") e di attività antropiche, mezzo e oggetto di lavoro, di produzione, di scambi, di comunicazione.

Il territorio e il suolo forniscono alla nostra società risorse vitali come cibo, biomassa e materie prime. Offrono servizi ecosistemici essenziali che supportano le funzioni di produzione, regolano i cicli naturali, forniscono benefici culturali e spirituali, sono elementi centrali del paesaggio e della nostra identità culturale (ISPRA-SNPA, 2018).

Lo studio delle dinamiche di copertura e di uso del suolo è fondamentale per comprendere cause ed effetti dei radicali cambiamenti che l'uomo sta determinando a livello locale e globale e per analizzare la metamorfosi continua del paesaggio. Con la trasformazione degli usi del territorio, infatti, vengono alterati i processi ambientali e modificati la quantità e la qualità dei servizi ecosistemici, ovvero i benefici che l'uomo ottiene, direttamente o indirettamente, dagli ecosistemi terrestri (Costanza *et al.*, 1997).

Una gestione sostenibile dell'uso del suolo dovrebbe considerare il territorio come un sistema integrato (EEA, 2018). L'Agenzia Europea dell'Ambiente ha introdotto il concetto di *land system* secondo il quale il territorio viene definito come l'insieme delle componenti terrestri, che comprendono tutti i processi e le attività relative al suo utilizzo antropico (Verburg *et al.*, 2013; EEA, 2017). Il concetto di *land system* combina quindi tutto ciò che è inerente all'uso del suolo¹ (*land use*) con tutto ciò che è inerente alla copertura del suolo² (*land cover*). I cambiamenti e le trasformazioni che avvengono all'interno del *land system* portano a delle conseguenze sostanziali sul benessere dell'uomo e dell'ambiente a livello locale, regionale e globale ed è per questo motivo che la gestione del territorio rappresenta un aspetto fondamentale del sistema.

Per una corretta gestione del territorio sono necessarie delle politiche efficaci. In assenza di un quadro di riferimento specifico sul suolo³, a livello europeo alcune politiche già formulano condizioni per un corretto uso del suolo, come ad esempio, per il comparto agricolo, la Politica Agricola Comunitaria (PAC). Altre sono iniziative che si affermeranno nei prossimi anni, come, ad esempio, il 'no-net-land-take' della Commissione Europea entro il 2050, il nuovo regolamento europeo sullo stoccaggio del carbonio, gli obiettivi sull'energia rinnovabile, la rete Natura 2000, la direttiva quadro delle acque (WFD) e la strategia per la biodiversità 2020. A livello internazionale un fondamentale supporto alle politiche per la corretta gestione del territorio è rappresentato anche dagli obiettivi di sviluppo sostenibile⁴ (SDG) delle Nazioni Unite e in particolare l'SDG 15, relativo all'uso sostenibile degli ecosistemi terrestri, alla gestione sostenibile delle foreste, alla lotta alla desertificazione e alla riduzione della *land degradation* e della perdita di biodiversità e l'SDG 11, finalizzato a rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili (UN, 2015).

Il territorio italiano è in continua evoluzione, subendo processi e trasformazioni di uso e copertura che non sempre sono in equilibrio (coerenti) con il paesaggio esistente e con l'eredità di un passato che costituisce uno straordinario fattore di identità culturale e nel quale è possibile leggere il succedersi dei secoli, delle civiltà, della storia e quindi lo svolgersi della vita delle comunità (Mibact, 2018). È quindi necessario riflettere su tali processi di trasformazione, sul valore del suolo inteso come risorsa (Commissione Europea, 2006) e su come assicurare le condizioni adatte a una corretta politica di governo e di gestione sostenibile del territorio.

¹ L'uso del suolo è definito dalla direttiva 2007/2/CE come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo).

² La copertura del suolo è definita dalla direttiva 2007/2/CE come la copertura biofisica della superficie terrestre, comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici.

³ Nel 2006 fu proposta una nuova Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, che avrebbe dovuto definire il quadro complessivo per la protezione del suolo e adottare la Strategia tematica per la protezione e l'uso sostenibile del suolo (Commissione Europea, 2006). Ma l'opposizione di alcuni Stati Membri ha portato, nel maggio 2014, al ritiro definitivo della proposta di direttiva, vista soprattutto come un ostacolo all'attuazione delle politiche nazionali di protezione del suolo già esistenti.

⁴ <https://sustainabledevelopment.un.org>

La lettura delle trasformazioni del territorio è troppo spesso la prova di come il paesaggio sia stato modificato in modo casuale, improvvido, in assenza di una visione organica scevra da qualsiasi ragionevole riflessione sulla vita delle persone, sulle reali previsioni di crescita demografica e senza alcuna valutazione dei danni permanenti che si sarebbero prodotti, assegnando al nostro Paese un sinistro primato in termini di abusivismo, cementificazione delle coste, degrado urbano e consumo di suolo (Mibact, 2018). Tuttavia, mentre alcune dinamiche recenti sono ben conosciute e monitorate, come, ad esempio, il consumo di suolo (ISPRA-SNPA, 2018), è stata storicamente carente la disponibilità, nel nostro Paese, di un sistema di monitoraggio completo e di valutazione integrata dello stato e delle dinamiche evolutive del territorio, del suo utilizzo e delle varie forme di copertura del suolo, sistema a cui questo Rapporto vuole contribuire.

Il Rapporto vuole, infatti, rappresentare il nuovo percorso intrapreso dall'ISPRA e dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) finalizzato a migliorare i servizi di monitoraggio e di valutazione integrata della copertura e dell'uso del suolo per descrivere e analizzare le principali trasformazioni che avvengono sul territorio italiano. Nel raggiungere questo obiettivo, il Sistema fa tesoro delle attività conoscitive che, dalla fine degli anni '90, pur con alcuni limiti dovuti alla risoluzione non sempre in grado di descrivere le diversità del paesaggio nazionale, hanno permesso di rappresentare le dinamiche degli ultimi sessant'anni (APAT, 2005; ISPRA, 2010; 2014; 2017).

2. La metamorfosi del territorio italiano

L'analisi delle principali dinamiche di cambiamento di copertura e di uso del suolo mostra come il processo più significativo in atto, in Europa e nel nostro Paese, sia la progressiva diminuzione della superficie destinata all'uso agricolo, spesso in maniera indipendente dalla fertilità e dalla produttività dei terreni. L'aggressione al suolo agricolo, che oggi copre ancora circa la metà del territorio nazionale, avviene contemporaneamente su due fronti. Da una parte si assiste all'aumento delle aree artificiali, in particolare nelle pianure e lungo le coste e i fondivalle, dall'altra si rileva l'espansione dei territori boscati e degli ambienti semi-naturali, in particolare nelle aree interne e montane/collinari, determinata da fenomeni di abbandono colturale con successiva ricolonizzazione del territorio da parte delle superfici forestali. Circa i tre quarti dei cambiamenti di uso del suolo avvenuti in Italia tra il 1960 e il 2017 sono dovuti a questa perdita di aree agricole per l'urbanizzazione o per l'abbandono colturale. Nelle aree agricole marginali o meno redditizie, infatti, come nelle zone montane o alto-collinari, o in quelle poco accessibili e di scarso interesse ai fini produttivi, si assiste a un processo di successione, che trasforma l'area agricola prima in una matrice agricola frammentata con presenza di spazi naturali, poi in macchia bassa e cespuglieti e, infine, in boschi con densità delle chiome via via più fitte.



Figura 1 - Ricolonizzazione da parte delle superfici forestali in due aree delle Alpi, in provincia di Bolzano.

Parallelamente all'abbandono delle aree marginali, anche la trasformazione delle pratiche agricole verso forme di sfruttamento intensivo per aumentare la resa delle aree coltivate, attraverso la meccanizzazione e l'utilizzo di tecniche di coltivazione, di irrigazione, di fertilizzazione e di difesa fitosanitaria, ha prodotto negli ultimi sessant'anni, profondi mutamenti nell'assetto di tali aree.

In generale, l'industrializzazione dell'agricoltura ha determinato la progressiva sostituzione del vecchio tessuto, costituito da una fitta trama di piccoli appezzamenti, con grandi estensioni monocolturali specializzate. Il passaggio alla coltivazione intensiva è avvenuto principalmente dove la fertilità o le condizioni ambientali dei terreni (altitudine, pendenza, esposizione, etc.) garantivano una maggiore produttività e una più facile meccanizzazione dei processi, mentre le aree a minor redditività venivano abbandonate. L'intensificazione agricola rischia di produrre una perdita della qualità dei suoli e della biodiversità, che rende queste aree maggiormente fragili rispetto ai cambiamenti, anche climatici, che potranno metterne a rischio la vocazione agricola in futuro.



Figura 2 - Un'area piemontese che, nel 2014, era ricoperta da querce (immagine in alto) e in cui è avvenuta un'espansione delle superfici destinate a vigneto (in basso).

La dinamica delle trasformazioni degli ultimi decenni è comunque dominata dalla crescita delle aree artificiali per far fronte a nuove infrastrutture di trasporto, a nuove costruzioni o ad altre coperture non naturali, che rappresenta l'evoluzione di maggiore entità con una crescita di oltre il 180% rispetto agli anni '50 (ISPRA-SNPA, 2018). L'analisi dei dati più recenti conferma questa tendenza di crescita delle

superfici artificiali, anche se con velocità minori rispetto al passato. Le superfici a copertura artificiale superano il 7,6%, concentrandosi prevalentemente in aree urbane e agricole.

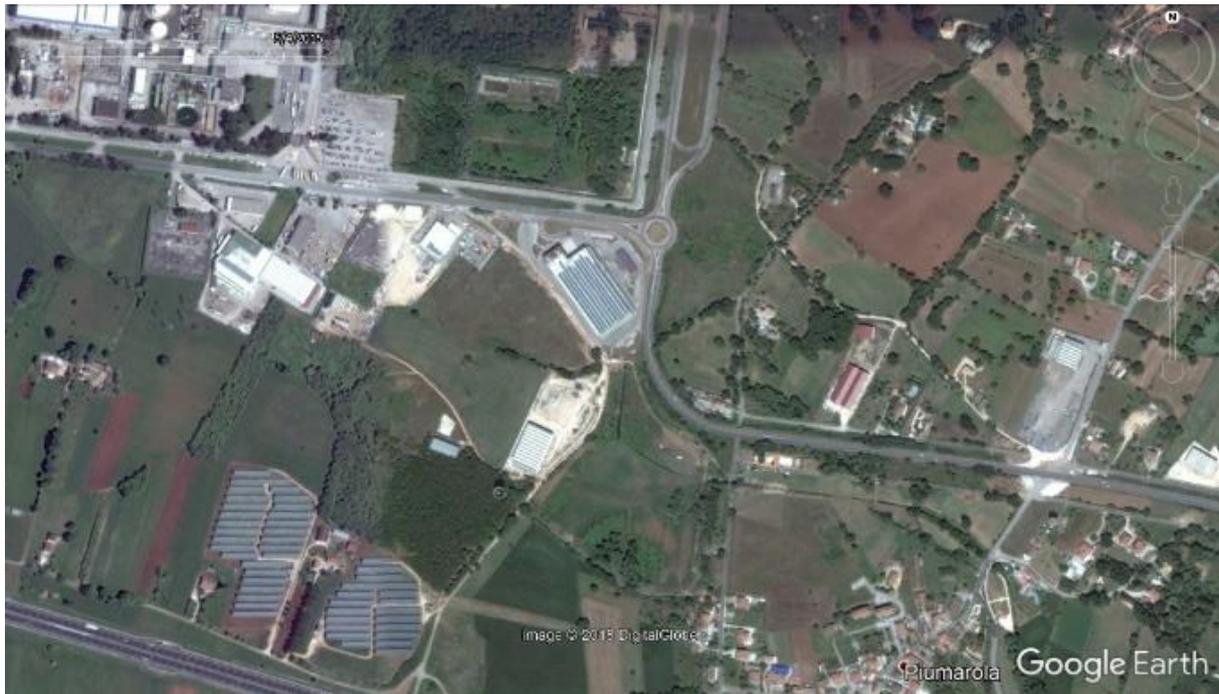


Figura 3 - Espansione di strutture per attività produttive e per la logistica nel Lazio su superfici precedentemente utilizzate per l'agricoltura.

I due fenomeni più evidenti della metamorfosi del paesaggio italiano, l'espansione delle aree urbane e la rinaturalizzazione a seguito dell'abbandono colturale, sono la conseguenza dei grandi cambiamenti sociali ed economici avvenuti dal secondo dopoguerra ai giorni nostri. Dalla seconda metà del Novecento, infatti, grazie anche a un'imponente crescita economica e all'evoluzione del sistema dei trasporti con importanti investimenti in infrastrutture e mobilità privata, si è assistito al graduale passaggio dalla centralità dell'agricoltura a quella dell'industria e dei servizi. È così anche che il decennio 1950-1960 vedeva l'inizio di una rapidissima trasformazione nell'espansione della città, che,

invadendo progressivamente le fasce libere naturali e agricole circostanti, arrivava a occupare spazi liberi anche molto distanti dai nuclei urbani storici, spesso senza alcuna programmazione.

Il processo si innescava durante la ricostruzione del secondo dopoguerra quando, alla luce della scarsità del patrimonio edilizio in seguito alle distruzioni belliche e alle crescenti migrazioni interne, anziché adottare validi strumenti di pianificazione, l'edilizia era lasciata all'iniziativa privata, spesso senza particolari vincoli e criteri, soprattutto dove più forte era la domanda abitativa. La forte espansione dell'attività edilizia si accompagnava anche al passaggio della mano d'opera dall'agricoltura all'industria, che, in assenza anche qui di un chiaro quadro di programmazione e indirizzo, trovava la via più facile nella transizione al mestiere di manovale o di muratore piuttosto che verso quello di operaio nella catena di montaggio (Salzano, 2010).



Figura 4 - In Puglia, una parte di un uliveto è stata sostituita da nuovi fabbricati.

Oggi, il fenomeno della crescita urbana è più evidente al Nord, dove si trova circa la metà delle nuove espansioni realizzate tra il 1990 e il 2017. La conformazione orografica del territorio condiziona pesantemente la geografia dell'urbanizzazione, che si concentra nelle fasce pedemontane (come quella lombardo-veneta), nelle pianure e nelle aree costiere. Desto preoccupazione, in particolare, l'intensa

urbanizzazione dei litorali che, quasi senza soluzione di continuità, ricopre la fascia costiera dell'Adriatico, ma anche di lunghi tratti del Tirreno, dello Ionio e delle Isole.

La distribuzione territoriale delle aree urbanizzate in Italia vede i maggiori addensamenti localizzati in corrispondenza delle principali aree metropolitane. Nelle grandi aree urbane, infatti, si assiste a un fenomeno di trasformazione determinato dallo spostamento degli abitanti del centro verso nuove zone periferiche, alla ricerca di una maggior qualità abitativa e di diverse tipologie edilizie e urbane, fenomeno spinto anche dalla pressione localizzativa delle strutture ricettive e ricreative nelle aree a maggior afflusso turistico, con la conseguente dilatazione dei confini delle aree urbane.



Figura 5 - Nuovo insediamento a bassa densità in un'area precedentemente naturale, in Sardegna.

Anche le principali vie di comunicazione rappresentano degli assi privilegiati di sviluppo urbano. Lo sviluppo delle grandi infrastrutture lineari mostra una concentrazione soprattutto nel Nord Italia, dove il volume dei traffici è maggiore. Tuttavia, è l'intero territorio nazionale che, dalle dune costiere ai ghiacciai alpini, è solcato da un fitto reticolo che si dirama per chilometri senza soluzione di continuità. La dotazione infrastrutturale è, evidentemente, un fattore chiave dello sviluppo territoriale, tuttavia il suo sviluppo avrebbe dovuto essere programmato con attenzione alle ricadute sul sistema insediativo (attrazione e incremento di aree urbanizzate) ma anche rispetto all'influenza negativa sulla qualità del

paesaggio e dell'ambiente (Sallustio *et al.*, 2017), determinata dalla frammentazione del paesaggio con barriere insormontabili per specie animali e vegetali che non riescono più a trovare un habitat adatto per la propria sopravvivenza.

La dinamica dell'artificializzazione tra gli anni '90 del secolo scorso ad oggi è un fenomeno diverso da quello precedente, poiché si è accompagnato ad una costruzione senza crescita demografica prima, e addirittura senza crescita economica poi. I fattori trainanti sono legati certamente allo sfruttamento della rendita fondiaria che, unitamente alla necessità di acquisire risorse per i bilanci comunali attraverso oneri di urbanizzazione e tassazione delle proprietà, hanno creato un corto circuito, amplificato dalla finanziarizzazione anche del settore immobiliare, dalla ricerca da parte delle famiglie di una maggiore qualità abitativa e di diverse tipologie edilizie e urbane e dalla necessità di lasciare spazio, nelle aree a maggior afflusso turistico, a strutture ricettive e ricreative.

Di fronte alle nuove esigenze insediative, infatti, determinate dai nuovi modelli sociali ed economici, con la frammentazione dei nuclei familiari, la liberalizzazione delle attività produttive che ha svincolato tali attività dalle previsioni urbanistiche, la mancanza di intervento pubblico nel settore abitativo e, spesso, dei servizi e, più in generale, la scarsa applicazione degli strumenti di governo del territorio, si assiste a fenomeni di espulsione degli abitanti, dovuti anche alla crescita dei valori immobiliari nei centri storici, oggi da rigenerare, all'abbandono dei centri minori e a una crescita disordinata e spesso inutile delle periferie urbane, anche con un forte fenomeno di abusivismo, in particolare nel Mezzogiorno.

Così, in contesti territoriali limitrofi alle principali aree urbane, si possono facilmente riscontrare cinte periurbane caratterizzate da forme diffuse di insediamento. Sono queste le aree dove si manifesta con più evidenza il fenomeno dello *sprawl* urbano, della diffusione e della dispersione insediativa accompagnate a un uso sempre più estensivo dello spazio, alla perdita dei confini della città caratterizzate sempre più dalla bassa densità edilizia dei terreni ai margini delle città. La "città diffusa", ovvero un'organizzazione territoriale con una condizione urbana di funzionalità e relazioni sociali e di uso urbano del territorio anche in assenza di prossimità fisica, di densità e intensità nell'uso del suolo tipiche delle aree metropolitane (Indovina, 2005) rappresenta ormai un paesaggio caratteristico di vaste aree del territorio nazionale con elevati costi sociali, economici e ambientali (Camagni *et al.*, 2002; Pileri, 2016). Al contrario, i piccoli centri di montagna e di collina, salvo che non siano investiti di particolari funzioni turistico-culturali, si sono via via spopolati, con un evidente abbandono del territorio delle aree interne (Marchetti *et al.*, 2017).

3. Paesaggi in transizione

Il paesaggio italiano ha visto negli ultimi decenni numerose modificazioni legate a differenti fattori predisponenti di natura prevalentemente socio-economica, che si riflettono in due fenomeni apparentemente in antitesi: consumo di suolo ed espansione forestale. Il consumo di suolo è l'occupazione di superfici originariamente agricole, naturali o seminaturali, a favore di coperture artificiali (edifici, infrastrutture, etc.). L'espansione forestale è invece quel processo naturale che, attraverso diverse fasi comporta l'insediamento di popolamenti forestali su aree precedentemente classificate come 'altre terre boscate' (*other wooded land*), seminativi, praterie, pascoli e incolti.

I dati delle fonti a maggiore risoluzione illustrate nei capitoli successivi mostrano come il paesaggio italiano negli ultimi decenni sia stato prevalentemente interessato da tre dinamiche spesso interconnesse:

- l'aumento della superficie forestale, in primis a discapito di terreni coltivati nelle zone collinari e dei prati e pascoli a quote più elevate;
- la riduzione dei terreni seminativi, dovuta principalmente all'espansione urbana nelle zone pianeggianti, alla conversione in impianti di arboricoltura da frutto (soprattutto oliveti e vigneti) nelle zone collinari e alla ricolonizzazione forestale alle quote più elevate;
- l'aumento delle superfici edificate e delle infrastrutture (consumo di suolo), sia in ambito urbano (densificazione), sia in ambito rurale.

I dati più recenti mostrano una riduzione generale dei tassi di variazione annuali di tali processi rispetto ai periodi precedenti ma, al tempo stesso, riportano lo storico sorpasso, in termini di estensione, della superficie forestale (se includiamo le altre terre boscate) su quella occupata da seminativi, prati e pascoli. L'avanzamento delle superfici forestali va esaminato tenendo conto delle diverse cause e soprattutto dei diversi effetti e impatti in termini ecologici. La causa principale di tale espansione è riconducibile all'abbandono delle attività agricole, in primis attività zootecniche, nei territori divenuti economicamente marginali, e quindi soprattutto in aree montane e submontane, con conseguente riduzione dell'utilizzo dei pascoli (Sallustio *et al.*, 2018). Si riscontrano, infatti, processi di ricolonizzazione particolarmente accentuati laddove la crisi del settore primario ha comportato un forte abbandono dei terreni agricoli, soprattutto nelle zone più acclivi e con un dinamismo più marcato al Sud del Paese rispetto al Nord. Tale processo non comporta sempre, necessariamente, un aumento in termini di biodiversità, soprattutto quando si assiste all'ingresso di specie aliene invasive come *Robinia pseudoacacia* e *Ailanthus altissima*, o alla riduzione di spazi aperti, radure, fasce ecotonali e altri habitat che svolgono un ruolo fondamentale per la conservazione di talune specie (Marchetti *et al.*, 2018; Sitzia *et al.*, 2016). A ciò va aggiunto che l'espansione del bosco può contribuire alla riduzione della variabilità paesaggistica con una riduzione anche di quelle che sono le caratteristiche estetiche percettive. È questo il caso delle radure, ovvero degli spazi aperti all'interno dei popolamenti forestali la cui riduzione è per lo più dovuta proprio ai fenomeni di ricolonizzazione ed espansione della copertura delle chiome dei popolamenti in cui le stesse ricadono. Va altresì ricordato che a fronte di un aumento netto della superficie forestale, vi sono però alcuni tipi forestali, come ad esempio i boschi igrofilici e planiziali, già di per sé poco abbondanti, che soffrono di una lenta e graduale riduzione.

Allo stesso tempo, dagli anni '50 ad oggi il consumo di suolo in Italia non si è mai fermato, passando dal 2,7% al 7,65% del territorio nazionale nel 2017. Nell'ultimo decennio è stato comunque registrato un sensibile rallentamento anche di questo fenomeno (in tal caso principalmente in ragione della crisi economica), ciononostante, circa 5.400 ettari di aree naturali e agricole sono state coperte artificialmente nell'ultimo anno. Le zone maggiormente interessate sono le pianure del Settentrione, lungo l'asse toscano tra Firenze e Pisa, del Lazio, della Campania e del Salento, delle fasce costiere (in particolare di quelle adriatica, ligure, campana e siciliana) e intorno alle principali aree metropolitane (ISPRA-SNPA, 2018).

La lettura congiunta dell'espansione del tessuto urbano e delle superfici forestali risulta molto importante al fine di meglio comprendere tali fenomeni e, in prospettiva, proporre misure di pianificazione e gestione adeguate. L'aumento delle foreste è infatti inversamente correlato alla densità demografica e difatti si è verificato, finora, principalmente nella fascia alto-collinare e montana. Attualmente le zone montane (quota superiore ai 600 m s.l.m.), che coprono circa il 35% della superficie italiana, ospitano appena il 12% della popolazione; mentre nelle aree di pianura si riscontra la più alta densità abitativa, dove vive circa la metà della popolazione sebbene rappresentino solo il 23% della

superficie totale nazionale (Istat, 2017). Ciò ha acuito i processi di marginalizzazione di tali aree, che sono andate incontro a successioni vegetazionali spontanee che hanno portato, in ultima fase, all'insediamento di popolamenti di neoformazione.

Al contempo, la pressione antropica è aumentata in maniera notevole nelle zone pianeggianti e lungo le coste, con processi di intensivizzazione agricola e di espansione delle superfici urbanizzate dalle notevoli implicazioni sotto il profilo ecologico e della sostenibilità, anche in relazione alla tipologia dei suoli consumati e alla loro localizzazione. La sfida è dunque quella della conservazione degli spazi non costruiti, soprattutto quelli urbani e periurbani, ponendo in essere processi di riqualificazione e rigenerazione urbana ed ecologica dei luoghi dove vive la gran parte della popolazione italiana. Allo stesso tempo, però, va rimarcato come il dato complessivo della continua contrazione della superficie agricola rappresenti un importante segnale di cui i decisori politici dovranno tenere conto per tutto ciò che riguarda la possibile intensificazione sostenibile (Weltin *et al.*, 2018) del comparto analogamente a quanto in corso in altri Stati europei.

In un quadro complesso di cambiamenti e implicazioni più o meno dirette sull'ambiente e sul benessere umano come quello descritto, una notevole importanza risiede nella disponibilità di dati e modelli facilmente aggiornabili in grado di descrivere tali processi e valutarne gli effetti sulla biodiversità e il capitale naturale. Su questa scia si inserisce fra gli altri lo sforzo condotto da ISPRA negli ultimi anni per la valutazione degli impatti del consumo di suolo in Italia su diversi servizi ecosistemici (ISPRA-SNPA, 2018).

La pianificazione del territorio e del paesaggio dovrebbe essere riorientata mediante il posizionamento strategico degli ecosistemi gestiti e naturali, in modo tale che i servizi e i beni erogati siano disponibili per l'intero mosaico del paesaggio, dando reale importanza a tutti quei beni comuni, processi e, quindi, servizi che il capitale naturale è in grado di fornire a supporto della vita dell'uomo e dell'intero ecosistema (Comitato Capitale Naturale, 2018). Richiamando il concetto recentemente introdotto in letteratura delle *working lands* (Kremer e Merenlender, 2018), si avverte la necessità di una nuova politica del territorio in grado di garantirne la manutenzione, puntando anche sul ruolo del settore primario come fulcro del processo di costruzione di una matrice territoriale in grado di produrre beni e servizi per l'uomo, ma al tempo stesso di garantire spazi e habitat per supportare elevati livelli di biodiversità attraverso lo sviluppo di "infrastrutture verdi" (Mattm, 2018).

Le relazioni fra le varie dinamiche di cambiamento descritte dimostrano, altresì, che la valutazione dei cambiamenti d'uso del suolo tramite appositi sistemi di monitoraggio in grado di fornire stime aggiornate, accurate e affidabili, gioca un ruolo fondamentale nella fornitura di dati a supporto della politica e del governo del territorio, rilevandone al contempo le grandi potenzialità legate allo sviluppo di strumenti di monitoraggio sempre più affidabili, economici, ma al tempo stesso duttili e in grado di offrire un'ampia gamma di informazioni.

4. Sessant'anni di trasformazioni

Mentre per gli anni più recenti sono disponibili basi informative con un maggiore livello di dettaglio, analizzate nel capitolo 5, le principali trasformazioni che hanno interessato il territorio italiano su un periodo più lungo, nelle diverse tipologie di copertura e uso del suolo, possono essere analizzate utilizzando la serie storica completa dei dati derivanti dal progetto europeo Corine Land Cover (APAT, 2005; ISPRA 2010; 2014; 2017) per gli anni compresi tra il 1990 e il 2017. Gli ultimi dati sono frutto dell'aggiornamento della cartografia Corine Land Cover prodotta nel corso del 2018 da ISPRA insieme ad alcune delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e delle Province Autonome e che è attualmente in fase di validazione finale. I dati relativi al 2017 sono dunque preliminari e in attesa della validazione finale che sarà effettuata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente⁵. Va specificato che i dati utilizzati in questo capitolo hanno una risoluzione generalmente inferiore a quelli relativi alle superfici artificiali utilizzati per il rapporto ISPRA-SNPA "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" e a quelli riportati nel capitolo successivo relativamente alle dinamiche degli ultimi anni, rendendo non direttamente confrontabili i valori delle superfici e dei cambiamenti.

Si specifica, inoltre, che l'analisi della serie storica completa dei dati di uso e copertura del suolo qui riportata fa riferimento alle principali trasformazioni, ovvero quelle di estensione almeno pari a cinque ettari rilevate dalle cartografie europee Corine Land Cover realizzate dall'ISPRA per l'Italia. Per un dettaglio maggiore delle dinamiche più recenti sulla base di dati a maggiore risoluzione si veda, anche in questo caso, il capitolo successivo dove sono riportate le stime sulla base dei nuovi dati ISPRA a maggiore risoluzione rispetto a quelli europei.

Per un confronto con gli anni '60 è stata considerata la Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia a scala 1:200.000 (CNR-TCI, 1956-1968) che, pur con alcuni limiti di confrontabilità (Falcucci *et al.*, 2007), consente di effettuare un'analisi di lungo periodo. Poiché sono state utilizzate due tipologie di banche dati aventi diversi sistemi di classificazione e risoluzione geometrica, è stata operata un'integrazione per avere una serie storica confrontabile sulle principali aggregazioni di classi considerate. Al fine di ottenere dati indicativi di una dinamica generale, i valori dei cambiamenti sono stati considerati come media annua nei diversi periodi analizzati.

I cambiamenti qui analizzati sono descritti come flussi da una classe verso un'altra di copertura e uso del suolo. Per il territorio italiano sono stati considerati quattro flussi principali, ovvero: da agricolo verso artificiale, da agricolo verso naturale, da naturale verso artificiale e da naturale verso agricolo. Sono invece stati esclusi da questa analisi i cambiamenti da artificiale verso agricolo o naturale, limitati generalmente a superfici ridotte del territorio.

Nel trentennio 1960-1990, del totale delle superfici che hanno subito trasformazioni (Tabella 1), la parte più consistente ha riguardato i due passaggi da aree agricole a naturali e viceversa. Più dell'80% dei cambiamenti riscontrati sono di questo tipo, mentre la parte restante è relativa al processo di urbanizzazione (16,1%, di cui il 13,3% da aree agricole). In questo periodo si è avuta una forte tendenza alla progressiva polarizzazione e alla specializzazione del territorio, che ha visto un importante processo di urbanizzazione e di intensificazione delle attività agricole nelle aree di pianura e nelle aree più fertili e, allo stesso tempo, un altrettanto significativo processo opposto di abbandono colturale a favore delle aree naturali, prevalente in zone montane e di alta collina.

Il decennio che segue (1990-2000) vede una riduzione significativa dell'intensità dei processi di cambiamento del territorio rurale e naturale, mentre più della metà (il 52,9%) delle principali trasformazioni è da imputarsi all'intensificazione dell'urbanizzazione a scapito delle aree agricole (50,4%) e, in minor misura, naturali (2,5%). Rimane tuttavia significativo il passaggio da aree agricole ad aree naturali, generalmente associato all'abbandono, pari al 43,4% del totale, mentre è molto più marginale il passaggio inverso (3,7%).

Tra il 2000 e il 2006 l'urbanizzazione diviene la causa di cambiamento prevalente, in gran parte a svantaggio dei territori agricoli (l'83,9% delle trasformazioni) che rappresenta la tipologia di cambiamento prevalente nei sei anni considerati e che interessa, nel complesso, quasi il 90% delle trasformazioni. Solo una piccola parte delle aree artificiali proviene da quelle precedentemente naturali

⁵ Eventuali aggiornamenti saranno pubblicati sul sito dell'ISPRA e nelle prossime edizioni del Rapporto.

(5,3%), mentre riprende la crescita di nuovi territori agricoli, per trasformazioni e processi delle aree naturali, che ora riguarda il 6,9% del totale dei cambiamenti⁶.

Il periodo dal 2006 al 2012 vede un consolidamento di questi processi ma con un significativo aumento delle aree naturali per abbandono colturale (12% dei cambiamenti) e il parallelo aumento dei processi legati alla conversione da naturale verso agricolo (24,1%). In questo periodo diminuisce lievemente la rilevanza dei processi di artificializzazione del territorio sulle aree agricole (62,3%) e naturali (4,4%). Negli ultimi cinque anni analizzati (2012-2017)⁷ i processi di trasformazione del territorio si ripartiscono ancora tra urbanizzazione (oltre il 60% del totale dei cambiamenti considerato), prevalentemente su aree agricole (56,3%), intensificazione delle attività agricole (24,1%) e rinaturalizzazione di aree agricole (15,6%).

Tabella 1 - Stima della ripartizione percentuale tra i principali cambiamenti dal 1960 al 2017 sul territorio italiano. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ISPRA-SNPA.

	da agricolo verso artificiale	da agricolo verso naturale	da naturale verso artificiale	da naturale verso agricolo
1960-1990	13,3	39,3	2,8	44,6
1990-2000	50,4	43,4	2,5	3,7
2000-2006	83,9	4,0	5,3	6,9
2006-2012	62,3	12,0	4,4	21,4
2012-2017	56,3	15,6	4,0	24,1

Al fine di avere un quadro completo della metamorfosi del territorio italiano, sono stati analizzati i flussi dei cambiamenti di uso del suolo secondo la metodologia *Land and Ecosystem Accounting* proposta dall'Agencia Europea dell'Ambiente (EEA, 2016) applicata su tutta la serie del Corine Land Cover, considerando le principali trasformazioni avvenute tra le 44 classi al terzo livello di copertura del suolo. In particolare, le tabelle mostrano per ciascun flusso le tipologie di copertura del suolo verso le quali avviene la trasformazione.

Nel decennio 1990-2000 (Tabella 2) il flusso relativo alle trasformazioni avvenute all'interno delle aree urbane (LCF1, LCF2 e LCF3) ha interessato circa 8.500 ettari di territorio ogni anno, di cui quasi 5.000 sono riferibili all'espansione del tessuto urbano residenziale diffuso, mentre quasi 3.400 ettari sono dovuti ad aree a prevalente vocazione economica e produttiva. Il flusso LCF4, relativo alle trasformazioni interne che avvengono nelle aree agricole ha interessato circa 3.000 ettari di seminativi e colture permanenti e 2.000 ettari di prati stabili e aree a mosaico. L'incremento delle aree agricole a danno delle aree forestali e naturali (LCF5) ha interessato oltre 700 ettari di seminativi e colture permanenti e poco più di 200 ettari di prati stabili e aree a mosaico. Il flusso LCF6, che rappresenta la riduzione delle aree agricole e l'abbandono colturale, ha portato alla formazione di 1.600 ettari di prati stabili, 2.700 ettari di aree forestali e 4.100 ettari di aree con vegetazione seminaturale. Per quanto riguarda il flusso LCF7, creazione e gestione di aree forestali, nel decennio considerato il valore medio annuo è di circa 13.000 ettari. Tale flusso rappresenta sia la fase terminale del processo di rinaturalizzazione, ad esempio con una transizione da aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione o aree con vegetazione rada a aree con boschi di conifere o latifoglie (circa 9.000 ettari), sia rimboschimenti (circa 2.600 ettari), ma anche attività di gestione come le tagliate di bosco ceduo (circa 1.300 ettari).

⁶ Per l'analisi dei cambiamenti e il confronto con il decennio precedente, giova ricordare che il passaggio dai dieci ai sei anni tra una rilevazione e l'altra ha reso ancora più critica la dimensione dei cinque ettari della minima unità cartografata e dei 100 metri di spessore minimo. Questo è particolarmente evidente per le classi più frammentate, come le aree a urbanizzazione dispersa e, soprattutto, per le aree di ricolonizzazione naturale del bosco, che difficilmente riescono, con un singolo cambiamento in sei anni, a raggiungere estensioni superiori ai cinque ettari e a 100 metri di larghezza. Il passaggio dalla classe agricola alla classe naturale che, tipicamente, avviene lentamente avanzando di pochi metri anche se su perimetri potenzialmente molto estesi è, quindi, difficilmente rilevabile dai dati Corine Land Cover. Di contro, è più frequente rilevare i cambiamenti opposti, generalmente più rari e più circoscritti ma sicuramente più repentini e che coprono spesso un'area compatta, superando più facilmente i cinque ettari. Si può sostenere, per tali ragioni, che l'aumento di risoluzione temporale ha sicuramente inciso almeno in parte sulla sottostima dei flussi 'da agricolo verso naturale' per gli anni successivi al 2000.

⁷ Il CLC2018 è stato fotointerpretato su immagini satellitari 2017, di conseguenza il periodo di riferimento dei cambiamenti rispetto al CLC 2012 è di 5 anni.

Tabella 2 - Flussi relativi ai cambiamenti di copertura del suolo 1990-2000 in ettari sul territorio italiano (valori medi annui). Fonte: ISPRA.

Tipologie di Corine Land Cover al 2000		1	2A	2B	3A	3B	3C	4	5	
Flussi		Are artificiali	Are coltivate: seminativi-	Prati stabili e aree a mosaico	Are forestali	Vegetazione semi- naturale	Spazi aperti/ suolo nudo	Are umide	Acque interne	Totale
LCF1	Gestione delle aree urbane	148	0	0	0	0	0	0	0	148
LCF2	LCF21 Espansione del tessuto urbano residenziale denso	44	0	0	0	0	0	0	0	44
	LCF22 Espansione del tessuto urbano residenziale diffuso	4.920	0	0	0	0	0	0	0	4.920
LCF3	Espansione delle infrastrutture e di aree a vocazione economica	3.363	0	0	0	0	0	0	0	3.363
LCF4	Trasformazione interne alle aree agricole	0	3.356	2.109	0	0	0	0	0	5.465
LCF5	Trasformazione di aree naturali in aree agricole	0	770	237	0	0	0	0	0	1.007
LCF6	Riduzione di aree agricole/abbandono colturale	0	0	1.599	2.690	4.120	1	6	0	8.416
LCF7	LCF71 Conversione da aree boscate di transizione a aree forestali	0	0	0	8.878	0	0	0	0	8.878
	LCF72 Creazione di aree forestali, rimboschimenti	0	0	0	2.686	0	0	0	0	2.686
	LCF73 Trasformazioni interne alle aree forestali	0	0	0	35	0	0	0	0	35
	LCF74 Tagli recenti o trasformazione in aree boscate di transizione	0	0	0	837	447	20	0	0	1.304
LCF8	Modifiche di corpi idrici	0	0	0	0	0	43	0	197	240
LCF9	Cambiamenti nella copertura dovute a cause naturali o di altra origine	0	0	0	2	1.853	807	58	62	2.783
Totale dei flussi		8.474	4.126	3.945	15.128	6.421	871	65	259	39.289

Nel periodo 2000-2006 (Tabella 3) a livello urbano si confermano le grandi trasformazioni che sebbene di entità minore, vedono un aumento delle dinamiche di espansione delle infrastrutture e degli insediamenti commerciali e produttivi. Per quanto riguarda le trasformazioni interne delle aree agricole (LCF4), la quasi totalità dei processi è avvenuta nelle aree a seminativi e colture permanenti. Il processo di intensificazione delle attività agricole ha portato a circa 500 ettari di nuove aree a seminativi e colture permanenti e a circa 300 ettari di prati stabili e aree a mosaico. Notevole, rispetto al periodo precedente è la diminuzione del fenomeno dell'abbandono agricolo (si veda anche la Tabella 1) che ha interessato poco più di 400 ettari a fronte degli 840 della media del decennio 1990-2000. Un leggero aumento si osserva nel flusso LCF7 che vede interessati 14.000 ettari circa di territorio. Nello specifico sono dimezzati i processi di rinaturalizzazione e creazione di aree forestali, mentre sono aumentate in modo considerevole le tagliate di bosco (8.000 ettari l'anno circa).

Tabella 3 - Flussi relativi ai cambiamenti di copertura del suolo 2000-2006 in ettari sul territorio italiano (valori medi annui). Fonte: ISPRA.

Tipologie di Corine Land Cover al 2006		1	2A	2B	3A	3B	3C	4	5	
Flussi		Aree artificiali	Aree coltivate: seminativi-	Prati stabili e aree a mosaico	Aree forestali	Vegetazione semi-naturale	Spazi aperti/ suolo nudo	Aree umide	Acque interne	Totale
		LCF1 Gestione delle aree urbane		1.214	0	0	0	0	0	0
LCF2 Espansione delle aree urbane residenziali	LCF21 Espansione del tessuto urbano residenziale denso	13	0	0	0	0	0	0	0	13
	LCF22 Espansione del tessuto urbano residenziale diffuso	2206	0	0	0	0	0	0	0	2.206
LCF3 Espansione delle infrastrutture e di aree a vocazione economica		5.889	0	0	0	0	0	0	0	5.889
LCF4 Trasformazione interne alle aree agricole		0	2.153	254	0	0	0	0	0	2.407
LCF5 Trasformazione di aree naturali in aree agricole		0	552	332	0	0	0	0	0	883
LCF6 Riduzione di aree agricole/abbandono culturale		0	0	77	256	89	12	0	0	434
LCF7 Creazione e gestione di aree forestali	LCF71 Conversione da aree boscate di transizione a aree forestali	0	0	0	4.099	0	0	0	0	4.099
	LCF72 Creazione di aree forestali, rimboschimenti	0	0	0	1.420	0	0	0	0	1.420
	LCF73 Trasformazioni interne alle aree forestali	0	0	0	41	0	0	0	0	41
	LCF74 Tagli recenti o trasformazione in aree boscate di transizione	0	0	0	8.112	161	182	0	0	8.456
LCF8 Modifiche di corpi idrici		0	0	0	0	0	1	0	589	590
LCF9 Cambiamenti nella copertura dovute a cause naturali o di altra origine		0	0	0	14	1.233	921	16	148	2.331
Totale dei flussi		9.322	2.704	662	13.943	1.484	1.116	16	736	29.983

Nel periodo 2006-2012 il totale dei flussi avvenuti all'interno delle aree urbane ha subito un leggero calo, passando da un totale di circa 9.000 ettari annui del periodo precedente a un totale di circa 7.000 ettari (Tabella 4), variazione che si ritrova tutta nell'espansione di aree a tessuto residenziale diffuso. Tale periodo vede invece aumentare i processi che avvengono all'interno delle aree agricole con poco meno di 4.000 ettari l'anno di territorio interessato, e raddoppiare l'entità di territori agricoli abbandonati che vanno quasi tutti a favore delle aree forestali. Rimane più o meno immutato il totale dei processi relativi alla creazione e gestione delle aree forestali, che nel dettaglio vedono un modesto aumento dei processi di rinaturalizzazione, il dimezzamento dei processi di creazione di aree forestali e rimboschimenti e una lieve riduzione delle tagliate di bosco.

Tabella 4 - Flussi relativi ai cambiamenti di copertura del suolo 2006-2012 in ettari sul territorio italiano (valori medi annui). Fonte: ISPRA.

Tipologie di Corine Land Cover al 2012		1	2A	2B	3A	3B	3C	4	5	
Flussi		Aree artificiali	Aree coltivate: seminativi-	Prati stabili e aree a mosaico	Aree forestali	Vegetazione semi-naturale	Spazi aperti/ suolo nudo	Aree umide	Acque interne	Totale
	LCF1 Gestione delle aree urbane		1.235	0	0	0	0	0	0	0
LCF2 Espansione delle aree urbane residenziali	LCF21 Espansione del tessuto urbano residenziale denso	17	0	0	0	0	0	0	0	17
	LCF22 Espansione del tessuto urbano residenziale diffuso	805	0	0	0	0	0	0	0	805
LCF3 Espansione delle infrastrutture e di aree a vocazione economica		5.213	0	0	0	0	0	0	0	5.213
LCF4 Trasformazione interne alle aree agricole		0	3.852	51	0	0	0	0	0	3.902
LCF5 Trasformazione di aree naturali in aree agricole		0	1.983	114	0	0	0	0	0	2.097
LCF6 Riduzione di aree agricole/abbandono culturale		0	0	1	906	93	21	0	0	1.020
LCF7 Creazione e gestione di aree forestali	LCF71 Conversione da aree boscate di transizione a aree forestali	0	0	0	6.045	0	0	0	0	6.045
	LCF72 Creazione di aree forestali, rimboschimenti	0	0	0	699	0	0	0	0	699
	LCF73 Trasformazioni interne alle aree forestali	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	LCF74 Tagli recenti o trasformazione in aree boscate di transizione	0	0	0	6.805	12	44	0	0	6.860
LCF8 Modifiche di corpi idrici		0	0	0	0	0	1	0	218	219
LCF9 Cambiamenti nella copertura dovute a cause naturali o di altra origine		0	0	0	4	636	2.346	154	122	3.262
Totale dei flussi		7.269	5.835	165	14.459	740	2.412	154	339	31.374

Nel quinquennio 2012-2017 (Tabella 5) continua il trend di rallentamento dei processi di urbanizzazione e, in particolare, il valore medio annuo dell'espansione delle aree urbane residenziali arriva a essere un quinto rispetto al periodo 2006-2012 sia per il tessuto residenziale denso che per il tessuto residenziale diffuso. Anche i processi di trasformazione che avvengono all'interno delle aree agricole subiscono una lieve diminuzione rispetto ai sei anni precedenti mentre il flusso LCF5 relativo a formazione di nuove aree agricole a danno delle aree forestali e naturali rimane più o meno costante. Interessante è il processo di conversione delle aree agricole abbandonate, il cui totale raddoppia rispetto al 2006-2012, ma che va a finire per circa i tre quarti di territorio interessato a favore dei prati stabili e delle aree a mosaico, lasciando la rimanente parte a foreste e aree umide. Si osserva infine un aumento importante nell'ambito del flusso LCF7 che vede continuare il trend di aumento dei processi di rinaturalizzazione, arrivare quasi a triplicare il valore delle nuove foreste e aumentare notevolmente anche i processi legati a tagli del bosco o trasformazioni nelle aree di transizione.

Tabella 5 - Flussi relativi ai cambiamenti di copertura del suolo 2012-2017 in ettari sul territorio italiano (valori medi annui). Fonte: elaborazioni ISPRA su dati ISPRA-SNPA.

Tipologie di Corine Land Cover al 2017		1	2A	2B	3A	3B	3C	4	5	
Flussi		Aree artificiali	Aree coltivate: seminativi-	Prati stabili e aree a mosaico	Aree forestali	Vegetazione semi-naturale	Spazi aperti/ suolo nudo	Aree umide	Acque interne	Totale
		LCF1 Gestione delle aree urbane		1.316	0	0	0	0	0	0
LCF2 Espansione delle aree urbane residenziali	LCF21 Espansione del tessuto urbano residenziale denso	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	LCF22 Espansione del tessuto urbano residenziale diffuso	142	0	0	0	0	0	0	0	142
LCF3 Espansione delle infrastrutture e di aree a vocazione economica		2.337	0	0	0	0	0	0	0	2.337
LCF4 Trasformazione interne alle aree agricole		0	2.207	753	0	0	0	0	0	2.960
LCF5 Trasformazione di aree naturali in aree agricole		0	1.821	334	0	0	0	0	0	2.155
LCF6 Riduzione di aree agricole/abbandono culturale		0	0	1.443	373	1	216	0	0	2.034
LCF7 Creazione e gestione di aree forestali	LCF71 Conversione da aree boscate di transizione a aree forestali	0	0	0	8.618	0	0	0	0	8.618
	LCF72 Creazione di aree forestali, rimboschimenti	0	0	0	1.551	0	0	0	0	1.551
	LCF73 Trasformazioni interne alle aree forestali	0	0	0	34	0	0	0	0	34
	LCF74 Tagli recenti o trasformazione in aree boscate di transizione	0	0	0	9.356	79	58	0	0	9.494
LCF8 Modifiche di corpi idrici		0	0	0	0	0	13	0	81	94
LCF9 Cambiamenti nella copertura dovute a cause naturali o di altra origine		0	0	0	2	951	8.207	108	70	9.338
Totale dei flussi		3.798	4.028	2.530	19.934	1.031	8.494	108	151	40.075

5. Dinamiche recenti e rappresentazione del territorio

5.1 Verso una nuova cartografia di copertura e di uso del territorio

Uso e copertura del suolo sono due ambiti da sempre estremamente correlati nella descrizione e nello studio dei fenomeni che caratterizzano l'evoluzione del territorio. La molteplicità di applicazioni connesse con il monitoraggio del territorio ha portato alla produzione di numerosi dati indipendenti tra loro, a livello globale, europeo, nazionale e locale, caratterizzati da sistemi di classificazione specifici, basati su diverse relazioni tra uso e copertura del suolo. Ciò ha fatto sorgere delle difficoltà per quanto riguarda la comparabilità e la possibilità di conversione tra sistemi di classificazione diversi, a causa delle eterogeneità nella raccolta dei dati, nella scala di riferimento e nella definizione delle classi stesse anche perché, la crescente necessità di informazioni ad alta risoluzione spaziale temporale e tematica, indispensabili per la descrizione delle complesse dinamiche territoriali contemporanee, ha portato alla produzione di un numero sempre maggiore di dati.

In questo contesto è emersa a livello europeo la necessità di creare una rete integrata di soggetti, che consenta di agire in modo coordinato per la creazione di flussi di dati omogenei e coerenti dal punto di vista tecnico e semantico, valorizzando l'integrazione tra le attività nazionali e le iniziative europee di *land monitoring* e nell'ottica di incentivare un approccio *bottom-up* nella produzione dei dati.

Da tale necessità è nato, nell'ambito del programma Copernicus, il gruppo EAGLE (EIONET *Action Group on Land monitoring in Europe*⁸) con lo scopo di definire una metodologia concettuale per descrivere la superficie terrestre e per classificare ed archiviare le informazioni su uso e copertura del suolo in un modello dati consistente. A partire dalla definizione della tipologia di dati che possono essere esaminati tramite *remote sensing*, il modello EAGLE si pone l'obiettivo di descrivere separatamente le componenti di uso e copertura del suolo attraverso sistemi di modellazione dei dati che restino comunque applicabili a diverse scale e su dati provenienti da diverse fonti, mantenendo la compatibilità con i database già esistenti senza la perdita di contenuto informativo significativo.

Il modello di dati proposto dal gruppo EAGLE si basa sulla definizione di tre blocchi, allo scopo di fornire uno strumento che consenta di separare e rappresentare in maniera completa sia la copertura che l'uso del suolo sempre favorendo il più possibile l'integrazione tra dati. In particolare si fa riferimento a:

- componenti di copertura del suolo (*Land Cover Components - LCC*), con riferimento alla definizione fornita dalla direttiva INSPIRE 2007/2/CE, ovvero la "copertura biofisica della superficie terrestre";
- attributi di uso del suolo (*Land Use Attributes - LUA*), con riferimento alla definizione fornita dalla direttiva INSPIRE 2007/2/CE, ovvero la "classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro";
- caratteristiche del paesaggio (*Landscape Characteristics - CH*), che forniscono informazioni su specifiche proprietà di alcune unità territoriali esplicitandole con un livello di dettaglio superiore a quello che si avrebbe facendo riferimento alle sole classi di copertura e uso del suolo.

EAGLE non punta a definire un nuovo sistema di classificazione, bensì uno strumento per descrivere le classi di un dato sistema scomponendole nei moduli afferenti ai tre blocchi suddetti, nell'ottica di comprendere meglio le caratteristiche delle varie classi, eventuali sovrapposizioni e possibili conversioni tra sistemi di classificazione diversi. Inoltre fornisce una base a partire dalla quale definire sistemi di classificazione nuovi, relativi a nuove iniziative.

La necessità di disporre di prodotti a elevata risoluzione spaziale e tematica e che siano interoperabili e confrontabili è ravvisabile già dall'osservazione degli stessi dati prodotti dal programma Copernicus. In tale ambito è stata avviata la realizzazione di una seconda generazione di Corine Land Cover (CLC), che vada a migliorare le caratteristiche dell'attuale dato, offrendo inoltre una base a partire dalla quale rendere maggiormente interoperabili gli altri dati locali e paneuropei, quali *Urban Atlas*, *High Resolution Layers*, *Riparian Zones*, Natura 2000. È prevista, inoltre, l'introduzione di tre nuovi prodotti che andranno ad affiancare il dato vettoriale tradizionale (che prenderà il nome di "CLC Legacy" e garantirà la continuità della serie storica esistente). In particolare, sarà introdotto un dato vettoriale

⁸ <https://land.copernicus.eu/eagle>

denominato “CLC Backbone”, caratterizzato da alta risoluzione spaziale (0,25-0,50 ettari) e un sistema di classificazione ridotto a poche classi coerenti con le specifiche EAGLE, che andrà a costituire la base geometrica per successivi prodotti di livello pan europeo e locale. Al “CLC Backbone” si affiancherà un secondo prodotto denominato “CLC-Core”, uno strumento in grado di armonizzare informazioni territoriali provenienti da diverse fonti in un sistema informativo basato su una griglia regolare di 10x10m e con tematismi coerenti con le specifiche EAGLE. Dall’integrazione di “CLC Backbone” e “CLC-Core” è prevista la produzione del “CLC+”, che offrirà informazioni, in formato raster e vettoriale, con un dettaglio tematico e spaziale superiore a quello dell’attuale generazione di CLC.

A livello nazionale, la carta di copertura del suolo e la carta di uso del suolo d’Italia, che sono la base informativa per le analisi di questo rapporto, sono state realizzate nell’ottica di risultare il più possibile coerenti con le specifiche EAGLE, sia per quanto riguarda la separazione tra la componente di uso del suolo da quella di copertura, sia per la scelta dei dati di input utilizzati. Il sistema di classificazione è stato inoltre concepito con l’obiettivo di assicurare maggiore coerenza rispetto alle possibili evoluzioni future dei prodotti Copernicus, con riferimento ai documenti prodotti dal gruppo EAGLE relativamente alle prime specifiche del servizio che sostituirà il Corine Land Cover.

Per la realizzazione delle carte nazionali, che saranno in futuro aggiornate sulla base della nuova metodologia, si è fatto attualmente riferimento ai dati offerti dalla Carta nazionale del consumo di suolo per il 2012 ed il 2017, ai dati CLC relativi al 2012 e 2017, e agli *High Resolution Layers* (HRL) per il 2012 ed il 2015.

La Carta del consumo di suolo, in particolare, ha permesso l’individuazione delle aree con copertura artificiale, mentre i dati HRL relativi a “*Water and Wetness*” e “*Dominant Leaf Type*” e i dati CLC, sono stati utilizzati per la caratterizzazione delle altre tipologie di copertura. Dall’intersezione e riclassificazione dei dati delle diverse fonti sono state prodotte le due carte di uso e di copertura del suolo, riferite agli anni 2012 e 2017, che consentono di seguire le dinamiche di variazione degli usi e delle coperture tra gli anni di riferimento.

Queste carte, che hanno costituito la base per le successive elaborazioni, costituiscono un punto di partenza importante per la produzione di futuri aggiornamenti necessari per integrare, in maniera più articolata, anche altri prodotti nazionali ed europei, mantenendo un elevato livello di compatibilità con i diversi sistemi di classificazione.

Per il futuro si prevede di far ancora riferimento ai dati Copernicus, quali HRL e CLC, migliorandone la risoluzione spaziale e temporale grazie all’utilizzo di immagini Sentinel e sempre coadiuvati dalla carta nazionale del consumo di suolo per quanto riguarda l’individuazione delle aree artificiali. Tale dato risulta infatti caratterizzato da una risoluzione spaziale e da accuratezza superiore a quelle degli equivalenti dati europei, grazie anche alla procedura di aggiornamento annuale basata su fotointerpretazione. Un primo importante sviluppo sarà legato all’integrazione con dati di copertura del suolo prodotti a livello nazionale attraverso la classificazione di immagini satellitari multispettrali Sentinel-2 e SAR Sentinel-1.

Le immagini Sentinel-2 sono acquisite da una coppia di satelliti tramite un sensore multispettrale con 13 bande (dal visibile all’infrarosso medio) ed una massima risoluzione spaziale di 10 metri, permettendo di ottenere informazioni sulla copertura del suolo in maniera sistematica con un periodo di rivisitazione di 5-6 giorni; le immagini Sentinel-1 sono acquisite invece da una coppia di satelliti equipaggiati con un sensore attivo SAR in banda C, che permette di osservare il suolo in qualsiasi condizione meteorologica e di illuminazione, arrivando ad una massima risoluzione di 20m x 5m, ad intervalli regolari di acquisizione di 6 giorni. Sulla base di tali dati è prevista la realizzazione di classificazioni automatiche e semiautomatiche che sono in fase di implementazione e saranno impiegate nei futuri aggiornamenti delle carte nazionali. Le classificazioni semiautomatiche si basano sull’uso delle informazioni satellitari per analizzare le proprietà di riflessione delle onde elettromagnetiche (anche dette firme spettrali) che caratterizzano i materiali al suolo; tramite algoritmi di classificazione è quindi possibile determinare il tipo di copertura presente in ogni pixel (cioè l’elemento più piccolo) dell’immagine. Esistono vari algoritmi di classificazione che partendo dalle informazioni spettrali dell’immagine ricavano le proprietà statistiche o geometriche, permettendo di ottenere delle mappe di copertura del suolo. La capacità dei satelliti Sentinel di acquisire immagini ad intervalli regolari nel tempo consente inoltre di analizzare le proprietà fenologiche e le variazioni stagionali che caratterizzano la vegetazione ed altri tipi di copertura; ciò consente la caratterizzazione multitemporale della copertura del suolo, per individuare anche aree in cui la classe di copertura varia nel tempo.

ISPRA si è posta l'obiettivo di realizzare una carta di copertura del suolo con elevata frequenza di aggiornamento (annuale) e caratterizzata da un'alta risoluzione spaziale, che possa essere un riferimento nazionale per la conduzione di analisi sullo stato del territorio e del paesaggio e per lo studio di processi naturali e antropogenici. In particolare, è prevista la mappatura delle seguenti classi di copertura: superfici artificiali, superfici non vegetate naturali, alberi di latifoglie, alberi di conifere, vegetazione erbacea permanente, vegetazione erbacea periodica, superfici idriche liquide, superfici idriche solide. L'inserimento dell'iniziativa nell'ambito delle specifiche EAGLE è un valore aggiunto, che consentirà la creazione di dati coerenti dal punto di vista tematico rispetto ad altri prodotti di carattere europeo e internazionale, e favorirà la coerenza interna del sistema di classificazione, riducendo ridondanze e sovrapposizioni. In tal modo si potrà ottimizzare e razionalizzare, rispetto al contesto italiano, l'ampio flusso di dati prodotti dal programma Copernicus, attraverso la pubblicazione di prodotti dall'elevato dettaglio spaziale tematico e temporale, coerenti con le specifiche Europee.

La classificazione delle carte nazionali è stata eseguita mantenendo separati l'uso e la copertura del suolo secondo le seguenti categorie:

Carta di copertura del suolo

1. Superfici artificiali e costruzioni
2. Superfici naturali non vegetate
3. Alberi
4. Arbusti
5. Vegetazione erbacea (graminacee e non graminacee)
6. Acque e zone umide

Carta di uso del suolo

1. Urbano: comprende le superfici consumate e non consumate nelle aree urbanizzate
2. Agricolo: comprende le superfici consumate e non consumate nelle aree agricole
3. Naturale: comprende le superfici consumate e non consumate nelle aree naturali

La classificazione di primo livello proposta, suddivide gli usi del suolo in tre macrocategorie, urbano, agricolo e naturale, al fine di valutare le dinamiche di uso nel tempo che hanno interessato il territorio italiano.

All'interno delle tre classi le superfici sono state suddivise in artificiali e non artificiali, ottenendo sei sottoclassi:

1. Artificiale in ambito urbano
2. Non artificiale in ambito urbano
3. Artificiale in ambito agricolo
4. Non artificiale in ambito agricolo
5. Artificiale in ambito naturale
6. Non artificiale in ambito naturale

5.2 Copertura del suolo

5.2.1 Stato del territorio

La copertura del suolo (ettari e percentuale) al 2017 viene stimata sulla base della nuova cartografia nazionale ad alta risoluzione⁹. La superficie italiana è occupata maggiormente da coperture vegetate: per il 45,94% da copertura arborea (considerando anche gli alberi in ambito urbano e quelli in ambito agricolo), per il 38,70% da copertura erbacea e per il 4,61% da copertura arbustiva. Le superfici artificiali occupano il 7,65% mentre le superfici naturali non vegetate, acque e zone umide coprono rispettivamente l'1,63% e l'1,47% (Tabella 6). Osservando i cambiamenti tra i due anni di riferimento (2012-2017), pur considerando che alcune variazioni non sono registrate a causa della risoluzione della

⁹ La cartografia completa e gli indicatori derivati sono disponibili per il download sul sito www.isprambiente.gov.it con una licenza che ne permette il pieno utilizzo (CC BY 3.0 IT). I dati pubblicati sono preliminari e in attesa della validazione finale. Inoltre alcuni servizi Copernicus di Land Monitoring prodotti dall'Agenzia Europea per l'Ambiente e utilizzati per la produzione della cartografia nazionale al 2012 e al 2017 non erano disponibili o non erano stati validati alla data della pubblicazione del presente rapporto. La loro disponibilità potrebbe portare ad alcune modifiche nei dati. Inoltre, i dati utilizzati per le classi di copertura non artificiale hanno una risoluzione generalmente inferiore a quelli relativi alle superfici artificiali utilizzati per il rapporto ISPRA-SNPA "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici", rendendo non direttamente confrontabili i valori delle superfici e dei cambiamenti. Eventuali aggiornamenti saranno pubblicati sul sito dell'ISPRA e nelle prossime edizioni del rapporto.

cartografia¹⁰, si osserva che rispetto al 2012 le coperture artificiali sono aumentate dell'1,09%; una crescita di superficie si registra anche nella copertura arborea, aumentata del 4,70%. Le altre classi invece sono state soggette a una diminuzione della superficie; in particolare la percentuale di perdita maggiore si osserva per le superfici arbustive, di cui si è perso il 10,18% della superficie, seguite dalle coperture erbacee (-3,96%), dalle acque e zone umide (-1,05%) e dalle superfici naturali non vegetate (-0,53%).

Tabella 6 - Copertura del suolo in Italia nel 2017. Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Classi di copertura	Superficie (ha)	Superficie (%)	Differenza 2012-2017 (%)
Superfici artificiali e costruzioni	2.306.253	7,65	1,09
Superfici naturali non vegetate	490.455	1,63	-0,53
Alberi	13.845.858	45,94	4,70
Arbusti	1.390.127	4,61	-10,18
Vegetazione erbacea	11.663.525	38,70	-3,96
Acque e zone umide	443.507	1,47	-1,05

Tabella 7 - Copertura del suolo (ettari) su base regionale nel 2017. Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Regione	Superfici artificiali e costruzioni	Superfici naturali non vegetate	Alberi	Arbusti	Vegetazione erbacea	Acque e zone umide
Piemonte	174.349	77.859	1.124.585	120.078	1.018.807	24.385
Valle d'Aosta	9.509	65.105	108.597	27.323	101.931	13.739
Lombardia	310.156	86.461	786.549	42.222	1.082.155	80.311
Trentino-Alto Adige	61.836	131.902	793.436	53.081	297.921	22.320
Veneto	226.530	28.395	541.142	78.108	856.837	102.645
Friuli-Venezia Giulia	70.571	20.443	375.111	31.734	274.886	18.387
Liguria	44.983	612	437.635	13.464	44.364	922
Emilia-Romagna	221.645	9.728	767.810	29.628	1.182.416	34.063
Toscana	163.301	4.099	1.398.430	68.898	648.229	15.789
Umbria	47.626	49	460.742	12.534	309.431	15.034
Marche	67.561	2.858	323.596	21.820	521.497	936
Lazio	144.584	1.697	861.637	32.933	653.329	26.140
Abruzzo	54.886	8.887	576.502	45.598	391.704	2.162
Molise	18.035	260	213.891	8.855	201.616	1.359
Campania	140.924	2.171	764.496	18.953	429.352	4.016
Puglia	162.016	229	827.278	119.183	802.000	24.735
Basilicata	33.923	6.601	478.354	31.787	444.158	4.332
Calabria	78.129	12.386	1.009.908	46.665	356.567	4.623
Sicilia	185.156	25.207	882.386	251.884	1.215.256	12.041
Sardegna	90.535	5.505	1.113.772	335.378	831.071	35.570
Italia	2.306.253	490.455	13.845.858	1.390.127	11.663.525	443.507

¹⁰ In particolare non tutte le variazioni delle superfici artificiali avvenute prima del 2015 (anno dal quale è disponibile la nuova serie della cartografia SNPA sul consumo di suolo a 10 metri di risoluzione; ISPRA-SNPA, 2018) sono registrate. La risoluzione geometrica delle altre classi è generalmente inferiore a quella delle aree artificiali (20 metri per le aree a vegetazione arborea, per le acque e per le zone umide), mentre le altre classi sono ottenute per differenza e ripartite sulla base dei dati Corine Land Cover.

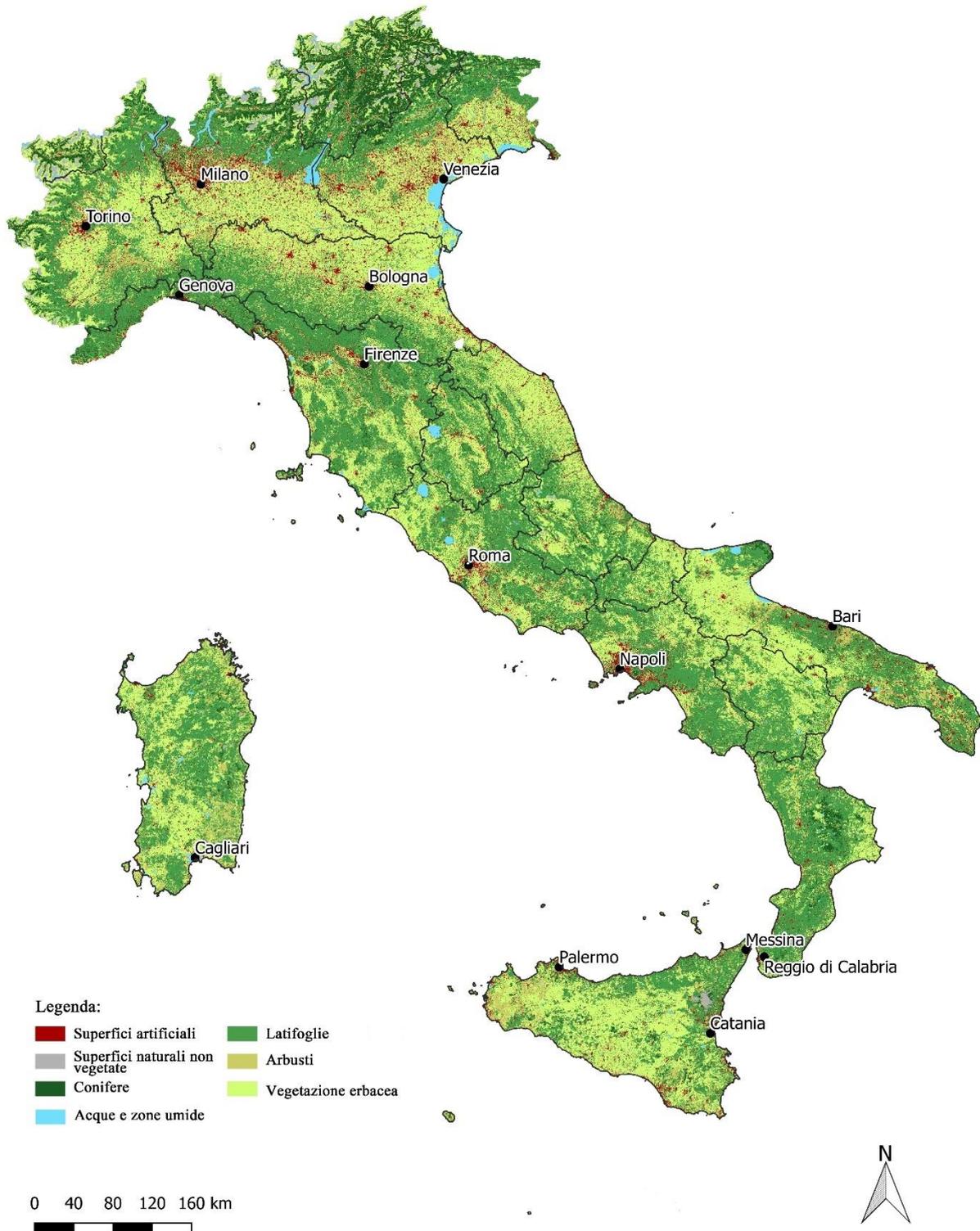


Figura 6 - Carta nazionale di copertura del suolo, 2017. Fonte: ISPRA.

Osservando la copertura regionale (Tabella 7 e Tabella 8) emerge che la regione con maggiore superficie artificiale è la Lombardia, con 310.156 ettari di suolo consumato, pari al 12,99% della superficie regionale, dovuta in gran parte alla presenza dell'ampia area urbanizzata che si estende nell'area milanese, mentre la regione con copertura artificiale minore è la Valle d'Aosta, con il 2,91% della superficie regionale occupato da superfici consumate (9.509 ettari), coerentemente con l'estesa superficie montuosa che caratterizza la regione.

Le superfici naturali non vegetate occupano un'area molto estesa in Trentino Alto-Adige (131.902 ettari, il 9% della superficie regionale) e raggiungono solo 49 ettari in Umbria, costituendo lo 0,01% della superficie della Regione; superfici estese di suolo non vegetato si ritrovano anche in altre Regioni dell'arco alpino, in Piemonte, in Valle d'Aosta e in Lombardia (77.859 ettari, 65.105 ettari e 86.461 ettari).

Tabella 8 - Copertura del suolo (percentuale) su base regionale nel 2017. Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Regione	Superfici artificiali e costruzioni	Superfici naturali non vegetate	Alberi	Arbusti	Vegetazione erbacea	Acque e zone umide
Piemonte	6,86	3,07	44,27	4,73	40,11	0,96
Valle d'Aosta	2,91	19,96	33,29	8,38	31,25	4,21
Lombardia	12,99	3,62	32,94	1,77	45,32	3,36
Trentino-Alto Adige	4,55	9,70	58,32	3,90	21,90	1,64
Veneto	12,35	1,55	29,51	4,26	46,73	5,60
Friuli-Venezia Giulia	8,92	2,58	47,41	4,01	34,75	2,32
Liguria	8,30	0,11	80,75	2,48	8,19	0,17
Emilia-Romagna	9,87	0,43	34,20	1,32	52,66	1,52
Toscana	7,10	0,18	60,83	3,00	28,20	0,69
Umbria	5,63	0,01	54,50	1,48	36,60	1,78
Marche	7,20	0,30	34,49	2,33	55,58	0,10
Lazio	8,40	0,10	50,09	1,91	37,98	1,52
Abruzzo	5,08	0,82	53,39	4,22	36,28	0,20
Molise	4,06	0,06	48,17	1,99	45,41	0,31
Campania	10,36	0,16	56,22	1,39	31,57	0,30
Puglia	8,37	0,01	42,74	6,16	41,44	1,28
Basilicata	3,40	0,66	47,88	3,18	44,45	0,43
Calabria	5,18	0,82	66,96	3,09	23,64	0,31
Sicilia	7,20	0,98	34,31	9,79	47,25	0,47
Sardegna	3,75	0,23	46,18	13,91	34,46	1,47
Italia	7,65	1,63	45,94	4,61	38,70	1,47

Per quanto riguarda la copertura vegetale le superfici più ampie sono occupate da copertura arborea ed erbacea. In particolare, in Toscana (1.398.430 ettari, 60,83%), Piemonte (1.124.585 ettari, 44,27%) , Sardegna (1.113.772 ettari, 46,18%) e Calabria (1.009.908 ettari, 66,96% della superficie regionale), sono presenti ampie superfici forestali, concentrate nell'area nord-est della Toscana, lungo la Catena alpina piemontese, a est della Sardegna e lungo l'Appennino Calabro. Come la copertura arborea anche la copertura erbacea è molto estesa in numerose Regioni, la Sicilia, con 1.215.256 ettari, l'Emilia-Romagna con 1.182.416 ettari, la Lombardia con 1.082.155 ettari e il Piemonte con 1.018.807 ettari: emerge quindi un quadro di copertura erbacea dovuta principalmente alle attività agricole, infatti queste Regioni sono quelle in cui le coltivazioni erbacee sono più sviluppate. Le superfici arbustive sono invece le coperture vegetali meno estese nelle Regioni italiane e il valore più alto si trova in Sardegna, con 335.378 ettari (13,91% della superficie regionale).

La Regione con la maggiore presenza di acque e zone umide è il Veneto con 102.645 ettari (5,6% della superficie regionale) riconducibile principalmente alla presenza del lago di Garda e della laguna di Venezia. La regione con la minore superficie coperta da acque e zone umide è invece la Liguria, in cui questa classe copre 922 ettari, a causa della scarsa presenza di corsi d'acqua di grande portata.

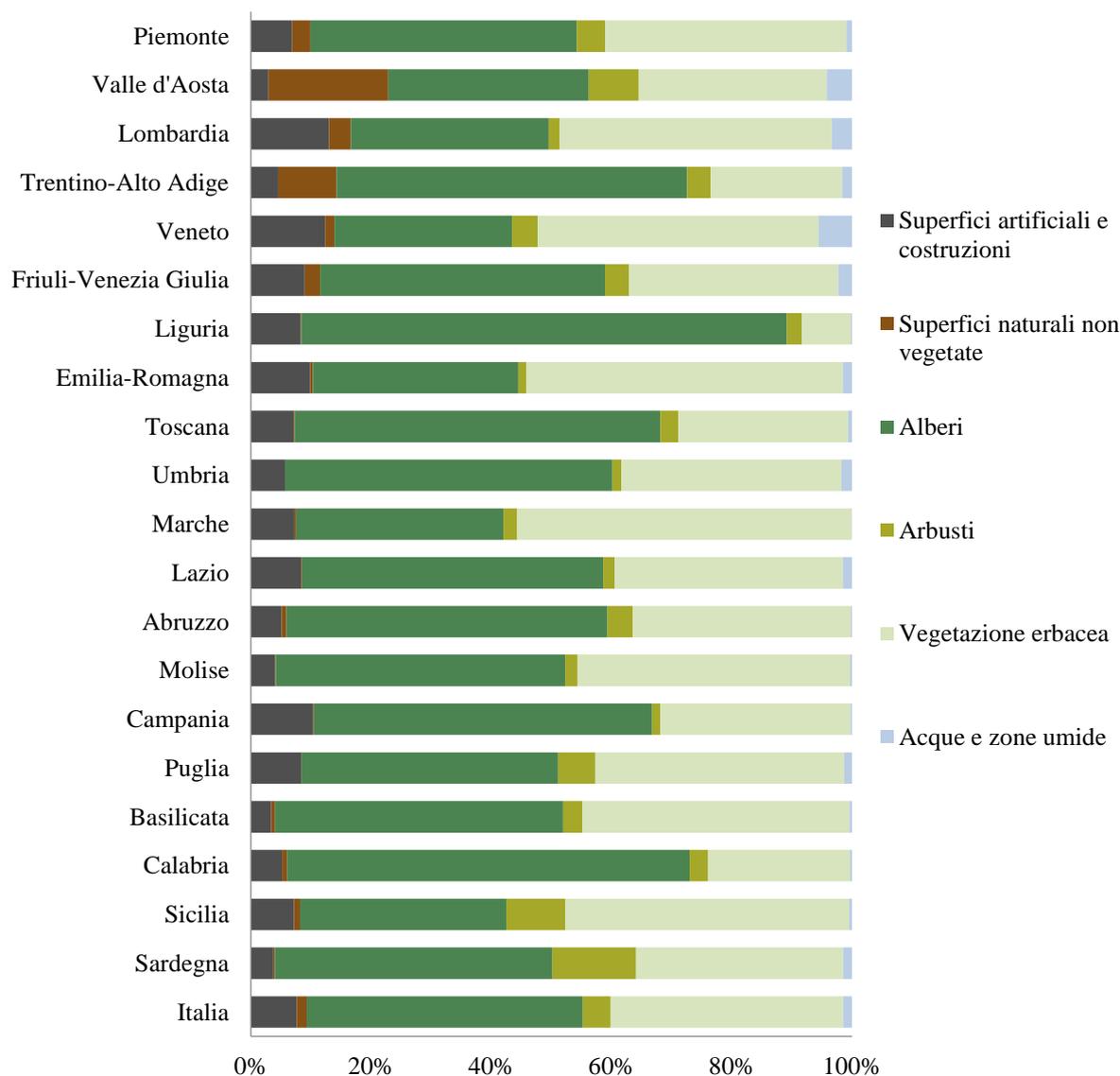


Figura 7 - Percentuale di copertura del suolo regionale (2017) divisa nelle sei classi. Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Paragonando le percentuali delle superfici delle diverse classi di copertura su base regionale con il dato medio nazionale (Figura 7), si osserva che le Regioni con la copertura artificiale che più si discosta dal valore medio, sono la Lombardia (+5,34 punti percentuali), il Veneto (+4,7 punti percentuali), la Campania (+2,71 punti percentuali) e l'Emilia-Romagna (+2,22 punti percentuali); questo scostamento è dovuto alla presenza di molte aree urbane in rapporto alla superficie delle Regioni interessate. Le Regioni con una percentuale di copertura artificiale minore alla media nazionale sono invece la Valle d'Aosta (-4,74 punti percentuali), la Basilicata (-4,26 punti percentuali) e la Sardegna (-3,90 punti percentuali), coerentemente con la bassa concentrazione di aree urbane e infrastrutture che caratterizzano queste Regioni.

La superficie naturale non vegetata in Valle d'Aosta è maggiore di 18,33 punti percentuali rispetto alla media e in Trentino Alto-Adige si discosta di 8,07 punti percentuali; le Regioni con copertura non vegetata sotto la media nazionale sono la Puglia e l'Umbria (-1,62 punti percentuali), il Molise (-1,57 punti percentuali), il Lazio (-1,53 punti percentuali) e la Liguria (-1,51 punti percentuali); questi

scostamenti (positivi e negativi) sono riconducibili, nel caso della Valle d'Aosta e del Trentino Alto-Adige, all'alta concentrazione di catene montuose elevate rispetto alla superficie regionale, che non caratterizza invece le altre Regioni.

La superficie arborea percentuale maggiore (80,75%, +34,81 punti percentuali rispetto al valore medio) si trova in Liguria, mentre in Calabria lo scostamento è di 21,02 punti percentuali e in Toscana è di 14,90 punti percentuali; in Veneto la superficie arborea percentuale è sotto la media nazionale (29,57%, -16,43 punti percentuali sul valore nazionale); questo è dovuto all'elevata concentrazione di aree forestali rispetto alle superfici regionali della Liguria, della Calabria e della Toscana e a una bassa concentrazione di foreste rispetto alla superficie del Veneto.

Gli arbusti occupano il 13,91% della superficie sarda (+9,3 punti percentuali rispetto al nazionale), mentre le superfici erbacee percentuali sono maggiori rispetto alla media nelle Marche e nell'Emilia-Romagna (rispettivamente +16,88 e 13,96 punti percentuali) e minori in Liguria (-30,51 punti percentuali).

Infine, le Regioni con una concentrazione maggiore di acque e zone umide rispetto al valore medio nazionale sono Veneto e Valle d'Aosta, con +4,13 punti percentuali per il Veneto e +2,74 punti percentuali in Valle d'Aosta, mentre le concentrazioni minori si trovano in Liguria (-1,30 punti percentuali), Basilicata (-1,04 punti percentuali), Calabria (-1,16 punti percentuali) e Sicilia (-1 punti percentuali).

5.2.2 Dinamiche di copertura

Analizzando l'evoluzione di copertura tra il 2012 e il 2017 (Tabella 9), si osserva un sostanziale aumento delle superfici artificiali e delle costruzioni in tutte le Regioni. Le Regioni maggiormente coinvolte dall'aumento della superficie artificiale sono la Puglia (+1,53%) e la Basilicata (+1,44%) mentre quelle che riportano valori di percentuale minori sono la Liguria, la Toscana, l'Emilia-Romagna e il Piemonte.

Tabella 9 - Variazione delle classi di copertura del suolo su base regionale tra il 2012-2017 (Valori percentuali riferiti alla classe). Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Regione	Superfici artificiali e costruzioni	Superfici naturali non vegetate	Alberi	Arbusti	Vegetazione erbacea	Acque e zone umide
Piemonte	0,82	-0,80	4,93	-8,46	-3,93	-3,43
Valle d'Aosta	1,21	0,24	5,33	-11,65	-1,91	-1,32
Lombardia	1,04	-0,24	6,70	-14,56	-3,95	-0,81
Trentino-Alto Adige	1,18	-0,02	1,70	-12,24	-2,12	-0,57
Veneto	1,33	0,90	1,88	2,27	-1,69	-0,22
Friuli-Venezia Giulia	1,18	-0,54	1,57	2,53	-2,51	-1,22
Liguria	0,37	-0,39	4,07	-38,64	-16,50	-1,97
Emilia-Romagna	0,81	1,34	3,35	-1,83	-2,13	-1,57
Toscana	0,57	-1,78	3,42	-8,15	-5,88	-3,09
Umbria	1,24	11,16	2,01	-1,51	-2,96	-0,40
Marche	1,34	2,97	-0,47	-1,44	0,16	2,09
Lazio	1,37	-0,84	6,22	-22,47	-6,11	-1,25
Abruzzo	1,06	1,51	1,77	-6,79	-1,85	-2,21
Molise	1,10	-4,16	6,97	-5,98	-6,30	-0,21
Campania	1,11	-7,38	6,66	-28,93	-8,78	-2,13
Puglia	1,53	-1,03	3,41	-1,74	-3,34	0,44
Basilicata	1,44	-4,19	16,64	-34,26	-10,43	-3,50
Calabria	1,11	-3,31	5,95	-25,96	-10,27	-0,29
Sicilia	1,26	-5,18	12,12	-12,39	-4,70	-5,50
Sardegna	1,08	-0,54	1,72	-6,48	0,42	-0,20
Italia	1,09	-0,53	4,70	-10,18	-3,96	-1,05

La classe di copertura degli alberi mostra una grande eterogeneità nei valori distribuiti tra le Regioni, si identifica una leggera contrazione della superficie soltanto in una, le Marche (-0,47%) mentre nel resto delle Regioni gli incrementi variano di molto e raggiungono le percentuali più alte in Basilicata (+16,64%) e in Sicilia (+12,12%).

Gli arbusti mostrano un trend di diminuzione della superficie diffuso in tutte le Regioni ad eccezione del Friuli-Venezia Giulia e del Veneto che registrano un aumento molto simile nei valori percentuali, le Regioni che riportano una diminuzione significativa della superficie arbustiva sono la Liguria con il -38,64% e la Basilicata con il -34,26%.

Anche la classe che identifica la vegetazione erbacea mostra un restringimento nelle superfici diffuso in tutte le Regioni, ad eccezione di Marche e Sardegna che registrano minime variazioni d'aumento nei valori percentuali. Le Regioni nelle quali è chiaramente evidente una diminuzione di superficie erbacea, sono la Basilicata e la Calabria che hanno valori percentuali molto simili tra di loro e l'Emilia-Romagna che mostra il valore percentuale più basso (-16,50%).

5.2.3 Variazioni per ambiti territoriali

Le carte di copertura del suolo sono utili strumenti per analizzare le dinamiche di trasformazione in relazione a diversi fattori ambientali e territoriali. Di seguito sono descritti i confronti tra le classi di copertura del suolo e le variazioni al livello nazionale tra il 2012 ed il 2017 rispetto alle aree protette, alla distanza dai corpi idrici, alle fasce di altimetria, pendenza, distanza dalla costa, aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica. Le variazioni sono riportate in percentuale rispetto all'intero territorio della categoria considerata e non della singola classe di copertura.

In Tabella 10 sono riportati i valori medi a livello nazionale, che possono essere utilizzati come riferimento per valutare le differenti dinamiche negli ambiti territoriali considerati.

Tabella 10 - Percentuale (2017) e variazione percentuale (2012-2017) delle classi di copertura del suolo rispetto al territorio nazionale. Fonte: carta nazionale di copertura del suolo ISPRA.

Classi di copertura	Superficie della classe rispetto al territorio nazionale nel 2017 (%)	Variazione tra il 2012 e il 2017 rispetto al territorio nazionale (%)
Superfici artificiali e costruzioni	7,65	0,08
Superfici naturali non vegetate	1,63	-0,01
Alberi	45,94	2,06
Arbusti	4,61	-0,52
Vegetazione erbacea	38,70	-1,60
Acque e zone umide	1,47	-0,02

Nelle aree protette, la copertura arborea è la classe prevalente con oltre il 60% di superficie e in generale le superfici artificiali occupano solo il 2,38% del totale.

Nel periodo 2012-2017 l'aumento della copertura arborea ha riguardato il 2,56% del territorio delle aree protette (circa mezzo punto percentuale in più rispetto a quanto avvenuto al di fuori delle aree non protette), con una parallela riduzione di superfici arbustive ed erbacee. Si evidenzia inoltre che l'incremento delle superfici artificiali e costruzioni nelle aree protette (0,01%) è stato inferiore rispetto alle aree non protette (0,09%).

Tabella 11 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle aree protette.

Classi di copertura	Area protetta (%)	Area non protetta (%)
Superfici artificiali e costruzioni	2,38	8,27
Superfici naturali non vegetate	5,85	1,14
Alberi	60,47	44,27
Arbusti	4,98	4,57
Vegetazione erbacea	22,93	40,52
Acque e zone umide	3,39	1,23

Tabella 12 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle aree protette.

Classi di copertura	Area protetta (%)	Area non protetta (%)
Superfici artificiali e costruzioni	0,01	0,09
Superfici naturali non vegetate	-0,03	-0,01
Alberi	2,56	2,00
Arbusti	-1,21	-0,44
Vegetazione erbacea	-1,31	-1,63
Acque e zone umide	-0,03	-0,01

La copertura del suolo è stata confrontata con la fascia di 150 metri dai corpi idrici permanenti. La maggiore copertura, oltre ad acque e zone umide, risulta la vegetazione erbacea (circa 23%) e arborea (circa 17%). Il maggior incremento di superficie tra il 2012 ed il 2017 risulta nella classe alberi, con il 2% di maggiore copertura arborea delle fasce fluviali in cinque anni, principalmente a discapito della classe erbacea; in generale le variazioni percentuali tra la fascia 0-150 metri sono simili alle variazioni percentuali nella fascia oltre i 150 metri dai corpi idrici. Si può notare inoltre che l'incremento delle superfici artificiali nella fascia tra 0 e 150 metri è dello 0,06%.

Tabella 13 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alla fascia di 150 metri dai corpi idrici permanenti.

Classi di copertura	Tra 0 e 150 m	Oltre 150 m
Superfici artificiali e costruzioni	7,50	7,65
Superfici naturali non vegetate	1,80	1,62
Alberi	16,82	46,49
Arbusti	1,87	4,66
Vegetazione erbacea	22,76	39,00
Acque e zone umide	49,25	0,56

Tabella 14 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alla fascia di 150 metri dai corpi idrici permanenti.

Classi di copertura	Tra 0 e 150 m	Oltre 150 m
Superfici artificiali e costruzioni	0,06	0,08
Superfici naturali non vegetate	-0,02	-0,01
Alberi	2,00	2,06
Arbusti	-0,17	-0,53
Vegetazione erbacea	-1,41	-1,60
Acque e zone umide	-0,46	-0,01

Rispetto alle fasce altimetriche, si può notare che la percentuale di superfici artificiali decresce considerevolmente con l'aumentare dell'altimetria; infatti la fascia 0-300 metri s.l.m. è coperta quasi per il 12% da superfici artificiali, con un'occupazione dello 0,14% del territorio di pianura dal 2012. In questa stessa fascia altimetrica, il maggior incremento risulta nella classe alberi con l'1,89% del territorio. Un incremento ancora superiore della copertura arborea si registra nella fascia 300-600 metri s.l.m. con circa il 2,5% e in aree montane con oltre il 2% di superficie in più coperta da alberi.

Tabella 15 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle fasce altimetriche.

Classi di copertura	Fascia altimetrica		
	0 - 300 m	300 - 600 m	Oltre 600 m
Superfici artificiali e costruzioni	11,87	5,82	2,70
Superfici naturali non vegetate	0,39	0,19	4,52
Alberi	28,15	56,25	64,94
Arbusti	5,01	4,32	4,24
Vegetazione erbacea	51,97	33,05	23,04
Acque e zone umide	2,61	0,37	0,57

Tabella 16 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle fasce altimetriche.

Classi di copertura	Fascia altimetrica		
	0 - 300 m	300 - 600 m	Oltre 600 m
Superfici artificiali e costruzioni	0,14	0,05	0,02
Superfici naturali non vegetate	-0,01	-0,01	-0,01
Alberi	1,89	2,49	2,01
Arbusti	-0,31	-0,58	-0,79
Vegetazione erbacea	-1,68	-1,94	-1,22
Acque e zone umide	-0,03	0,00	0,00

Si può notare la relazione tra morfologia del territorio e urbanizzazione anche analizzando la pendenza; le superfici artificiali hanno coperto lo 0,16% in più della fascia di pendenza inferiore al 10%, mentre solo lo 0,03% della fascia con pendenza maggiore del 10%.

La vegetazione erbacea è la classe di copertura maggiore nella fascia con pendenza inferiore al 10%, rispetto alla copertura arborea (rispettivamente 55% e 25%); queste proporzioni si invertono nella fascia di pendenza maggiore del 10%, con gli alberi al 62% e la vegetazione erbacea al 26%. Dal 2012 la copertura arborea è aumentata maggiormente nella fascia di pendenza maggiore del 10%, con un incremento della superficie di questa classe del 2,4%.

Tabella 17 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle fasce di pendenza.

Classi di copertura	Fascia di pendenza	
	0 - 10 %	> 10 %
Superfici artificiali e costruzioni	12,83	3,66
Superfici naturali non vegetate	0,53	2,47
Alberi	24,60	62,40
Arbusti	3,85	5,20
Vegetazione erbacea	55,18	25,98
Acque e zone umide	3,01	0,28

Tabella 18 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle fasce di pendenza.

Classi di copertura	Fascia di pendenza	
	0 - 10 %	oltre 10 %
Superfici artificiali e costruzioni	0,16	0,03
Superfici naturali non vegetate	-0,01	-0,01
Alberi	1,70	2,34
Arbusti	-0,11	-0,84
Vegetazione erbacea	-1,70	-1,52
Acque e zone umide	-0,03	0,00

La copertura del suolo è stata comparata con la distanza dalla linea di costa. Nella fascia tra 0 e 300 metri dalla costa, le classi prevalenti con percentuali superiori al 20% sono le superfici artificiali e costruzioni, la vegetazione erbacea e gli alberi. Si nota come la percentuale delle superfici artificiali decresca con l'aumentare della distanza dalla costa, mentre l'incremento percentuale delle superfici artificiali risulti quasi costante nelle tre fasce di distanza.

Da notare l'incremento della superficie arborea (circa 3,6%) oltre alle superfici artificiali e costruzioni (0,1%) nel periodo 2012-2017. Nella fascia tra 300 e 1000 metri prevalgono la vegetazione erbacea (circa 31,8%) e gli alberi (circa 29,5%). In questa fascia, gli alberi hanno avuto il maggior incremento (circa 3,9%), principalmente con una diminuzione di vegetazione erbacea e arbustiva.

Tabella 19 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alla distanza dalla costa.

Classi di copertura	Distanza dalla costa		
	0 - 300 m	300 - 1000 m	1000 - 10000 m
Superfici artificiali e costruzioni	23,40	19,62	9,29
Superfici naturali non vegetate	3,13	0,31	0,33
Alberi	21,09	29,47	43,66
Arbusti	9,81	8,81	7,22
Vegetazione erbacea	23,41	31,78	37,51
Acque e zone umide	19,16	10,01	2,00

Tabella 20 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alla distanza dalla costa.

Classi di copertura	Distanza dalla costa		
	0 - 300 m	300 - 1000 m	1000 - 10000 m
Superfici artificiali e costruzioni	0,10	0,12	0,12
Superfici naturali non vegetate	-0,04	0,00	-0,01
Alberi	3,56	3,91	2,80
Arbusti	-1,36	-1,57	-1,14
Vegetazione erbacea	-2,09	-2,39	-1,76
Acque e zone umide	-0,17	-0,08	-0,01

È stata effettuata la sovrapposizione tra la carta di copertura del suolo e le aree a pericolosità da frana e idraulica della nuova mosaicatura nazionale (ISPRA, 2018) delle aree a pericolosità dei Piani di Assetto Idrogeologico - PAI (v. 3.0 - Dicembre 2017) e delle aree a pericolosità idraulica (v. 4.0 - Dicembre 2017). Il confronto tra i dati mostra nel 2017 percentuali rilevanti di superfici artificiali anche in aree a pericolosità elevata e molto elevata (rispettivamente 3,2% e 2,8%). Inoltre, le aree artificiali sono aumentate dal 2012 in tutte le fasce di pericolosità.

Si rileva il generale decremento della copertura arbustiva e della vegetazione erbacea, mentre la copertura arborea ha riguardato nuove superfici per valori compresi tra il 2% e il 3% nelle varie classi di pericolosità.

Tabella 21 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle aree a pericolosità da frana.

Classi di copertura	Pericolosità da frana				Aree di attenzione AA
	Moderata P1	Media P2	Elevata P3	Molto elevata P4	
Superfici artificiali e costruzioni	6,67	5,63	3,23	2,80	4,37
Superfici naturali non vegetate	0,43	1,40	3,36	6,90	0,64
Alberi	65,95	57,59	59,72	56,81	64,51
Arbusti	4,11	6,09	5,04	5,86	2,31
Vegetazione erbacea	22,59	29,23	28,57	26,11	28,09
Acque e zone umide	0,25	0,06	0,09	1,51	0,08

Tabella 22 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle aree a pericolosità da frana.

Classi di copertura	Pericolosità da frana				Aree di attenzione AA
	Moderata P1	Media P2	Elevata P3	Molto elevata P4	
Superfici artificiali e costruzioni	0,05	0,04	0,02	0,02	0,05
Superfici naturali non vegetate	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,00
Alberi	2,09	2,99	2,56	2,75	3,38
Arbusti	-0,81	-1,28	-0,87	-0,90	-0,52
Vegetazione erbacea	-1,32	-1,75	-1,70	-1,85	-2,90
Acque e zone umide	-0,01	0,00	0,00	-0,03	0,00

Rispetto alla pericolosità idraulica, il 7,37% delle aree a pericolosità elevata sono superfici artificiali e costruzioni, valore che supera il 10,6% in aree a pericolosità media. Nel periodo 2012-2017, le superfici artificiali sono aumentate nelle aree a pericolosità elevata (circa 0,08%) e a pericolosità media (0,12%). Da notare inoltre l'incremento di superfici alberate nelle aree a pericolosità elevata (oltre il 2%), e nelle aree a pericolosità media (circa 1,7%), accompagnato da un decremento delle superfici erbacee. Queste variazioni di copertura possono incidere sulla regolazione del ciclo idrologico.

Tabella 23 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle aree a pericolosità idraulica.

Classi di copertura	Pericolosità idraulica		
	Bassa P1	Media P2	Elevata P3
Superfici artificiali e costruzioni	11,62	10,62	7,37
Superfici naturali non vegetate	1,18	1,55	2,92
Alberi	16,54	17,69	22,97
Arbusti	1,93	1,96	2,94
Vegetazione erbacea	62,43	60,53	50,84
Acque e zone umide	6,31	7,65	12,96

Tabella 24 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle aree a pericolosità idraulica.

Classi di copertura	Pericolosità idraulica		
	Bassa P1	Media P2	Elevata P3
Superfici artificiali e costruzioni	0,12	0,12	0,08
Superfici naturali non vegetate	-0,03	-0,04	-0,07
Alberi	1,66	1,69	2,07
Arbusti	-0,04	0,00	-0,07
Vegetazione erbacea	-1,61	-1,65	-1,84
Acque e zone umide	-0,09	-0,11	-0,17

Anche il confronto con le aree a pericolosità sismica mostra la considerevole quantità di aree artificiali e costruzioni presenti in zone del territorio con pericolosità alta (oltre 7,4%) e molto alta (oltre 4,8%). Inoltre, in entrambe queste fasce di territorio la superficie artificiale è aumentata di circa 0,08% e 0,06% rispettivamente per la pericolosità alta e molto alta.

Tabella 25 - Percentuale delle classi di copertura del suolo 2017 rispetto alle aree a pericolosità sismica.

Classi di copertura	Pericolosità sismica	
	Alta	Molto alta
Superfici artificiali e costruzioni	7,45	4,83
Superfici naturali non vegetate	0,68	0,58
Alberi	50,37	62,42
Arbusti	3,38	2,49
Vegetazione erbacea	37,29	29,25
Acque e zone umide	0,83	0,43

Tabella 26 - Variazione percentuale delle classi di copertura del suolo dal 2012 al 2017 rispetto alle aree a pericolosità sismica.

Classi di copertura	Pericolosità sismica	
	Alta	Molto alta
Superfici artificiali e costruzioni	0,08	0,06
Superfici naturali non vegetate	-0,01	-0,01
Alberi	2,11	2,95
Arbusti	-0,56	-0,56
Vegetazione erbacea	-1,62	-2,44
Acque e zone umide	-0,01	-0,01

5.3 Uso del suolo

5.3.1 Analisi cartografica degli ambiti urbani, agricoli e naturali

L'uso del territorio secondo la nuova cartografia ISPRA è stato suddiviso nelle tre classi di primo livello (urbano, agricolo e naturale)¹¹ e nelle sei sottoclassi che integrano anche la copertura artificiale e non artificiale (artificiale in ambito urbano, non artificiale in ambito urbano, artificiale in ambito agricolo, non artificiale in ambito agricolo, artificiale in ambito naturale e non artificiale in ambito naturale). Sono presentate di seguito le superfici e le percentuali complessive al 2017 (Tabella 27; Figura 8) e le superfici

¹¹ La tre classi di *uso* al primo livello riportate in questo paragrafo, a differenza di quelle di *copertura* (riportate nel paragrafo 5.2), risentono dei limiti in termini di risoluzione geometrica dei dati Corine Land Cover e della minima unità cartografata pari a 25 ettari (si veda il paragrafo 5.3.2). Per tale motivo si preferisce parlare di "ambiti" di *uso del suolo prevalente*. Per una stima più accurata delle superfici di *uso del suolo* a livello nazionale e regionale ci si può riferire al paragrafo 5.3.3.

nei diversi ambiti suddivise, in base alla copertura, nelle sei sottoclassi, con il confronto tra il 2012 e il 2017 (Tabella 28). A livello nazionale, la superficie maggiore tra le classi di uso del suolo si riconduce all'ambito agricolo, con 15.509.775 ettari, seguita dall'ambito naturale con 12.975.448 ettari e dall'ambito urbano con 1.654.502 ettari, indicando la vocazione agricola italiana e la grande estensione di superfici naturali, soprattutto nelle aree montuose alpine e appenniniche.

In ambito agricolo e naturale le superfici non artificiali occupano le superfici maggiori, con 14.467.707 ettari in ambito agricolo e 12.735.356 ettari in ambito naturale, mentre le superfici artificiali in queste due classi occupano 1.042.068 ettari per l'agricolo e 240.092 per l'ambito naturale; in ambito urbano si trova invece la situazione inversa, con una maggiore estensione delle superfici artificiali (1.024.267 ettari) e 630.235 ettari di superficie non artificiale.

La differenza percentuale tra il 2012 e il 2017 mostra che è stato perso lo 0,17% delle aree ad uso agricolo. La perdita si è concentrata nelle aree agricole a copertura non artificiale (-0,26%) mentre, allo stesso tempo, si è assistito a una crescita di aree artificiali in ambito agricolo (+1,06%). In ambito urbano e naturale la differenza tra il 2012 e il 2017 è invece positiva, con una crescita dello 0,64% dell'ambito urbano e dello 0,12% di quello naturale. Osservando la tipologia di superficie nelle due classi, le aree non artificiali in ambito urbano sono diminuite dello 0,11%, mentre le aree non artificiali in ambito naturale sono aumentate dello 0,10%; infine le aree artificiali sono cresciute in entrambi gli ambiti (1,11% in ambito urbano e 1,15% in ambito naturale). I cambiamenti si sono quindi registrati complessivamente con una perdita di suolo non artificiale negli ambiti più antropizzati e un guadagno di superfici artificiali in tutte le classi analizzate. La tendenza mostra inoltre un progressivo abbandono delle attività agricole, che vengono convertite ad uso urbano o soggette a una progressiva rinaturalizzazione.

Tabella 27 - Ambiti di uso del suolo prevalente (ettari e percentuale) in Italia nel 2017, suddiviso nelle tre classi. Fonte: carta nazionale di uso del suolo ISPRA.

	Superficie (ha)	Superficie (%)	Differenza 2012-2017 (%)
Urbano	1.654.502	5,49	0,64
Agricolo	15.509.775	51,46	-0,17
Naturale	12.975.448	43,05	0,12

Tabella 28 - Ambiti di uso del suolo prevalente (ettari e percentuale) in Italia nel 2017, suddiviso in aree non artificiali e artificiali. Fonte: carta nazionale di uso del suolo ISPRA.

	Superficie (ha)	Superficie (%)	Differenza 2012-2017 (%)
Aree non artificiali			
in ambito urbano	630.235	2,26	-0,11
in ambito agricolo	14.467.707	51,98	-0,26
in ambito naturale	12.735.356	45,76	0,10
Aree artificiali			
in ambito urbano	1.024.267	44,41	1,11
in ambito agricolo	1.042.068	45,18	1,06
in ambito naturale	240.092	10,41	1,15

Le sei sottoclassi dei tre ambiti principali sono così suddivise: le aree dell'ambito agricolo, sono costituite da suolo non artificiale per il 48% della superficie nazionale e da suolo artificiale per il 3,5%; l'ambito naturale è costituito per il 42,3% da suolo non artificiale e per lo 0,8% da suolo artificiale; il suolo artificiale in ambito urbano occupa il 3,4% della superficie totale e il suolo non artificiale copre il 2,1% delle aree inserite in ambito urbano (Figura 8).

Analizzando la suddivisione delle tre classi principali di uso del suolo a livello regionale in termini assoluti (Tabella 29) si osserva che le Regioni con il maggiore uso del suolo in ambito urbano sono la Lombardia, con 277.424 ettari (11,62% della superficie regionale) e il Veneto (169.595 ettari, 9,25%

della superficie regionale), mentre quelle in cui l'ambito urbano è meno esteso sono la Valle d'Aosta, con 4.666 ettari (1,43% della superficie regionale) e il Molise con 8.172 ettari (1,84%).

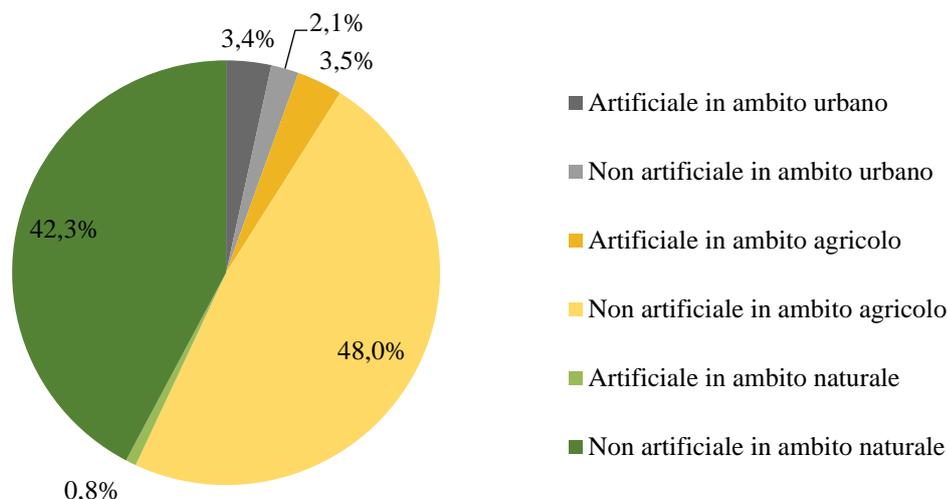


Figura 8 - Ambiti di uso del suolo prevalente (percentuale) in Italia nel 2017, suddiviso in aree non artificiali e artificiali. Fonte: carta nazionale di uso del suolo ISPRA.

Tabella 29 - Ambiti di uso del suolo prevalente (ettari) su base regionale nel 2017. Fonte: carta nazionale di uso del suolo ISPRA.

Regione	Urbano (ha)	Agricolo (ha)	Naturale (ha)	Urbano (%)	Agricolo (%)	Naturale (%)
Piemonte	135.836	1.083.960	1.320.267	5,35	42,67	51,98
Valle d'Aosta	4.666	25.044	296.493	1,43	7,68	90,89
Lombardia	277.424	1.112.721	997.707	11,62	46,60	41,78
Trentino-Alto Adige	29.336	170.247	1.160.912	2,16	12,51	85,33
Veneto	169.595	1.018.659	645.402	9,25	55,55	35,20
Friuli-Venezia Giulia	62.345	297.733	431.056	7,88	37,63	54,49
Liguria	27.527	90.987	423.466	5,08	16,79	78,13
Emilia-Romagna	125.117	1.496.034	624.139	5,57	66,63	27,80
Toscana	111.910	1.021.348	1.165.487	4,87	44,43	50,70
Umbria	30.079	426.251	389.087	3,56	50,42	46,02
Marche	44.804	596.693	296.771	4,78	63,60	31,63
Lazio	111.603	964.540	644.177	6,49	56,07	37,45
Abruzzo	32.784	479.554	567.402	3,04	44,41	52,55
Molise	8.172	272.284	163.560	1,84	61,32	36,84
Campania	102.493	744.026	513.392	7,54	54,71	37,75
Puglia	105.958	1.554.817	274.665	5,47	80,33	14,19
Basilicata	15.876	567.356	415.922	1,59	56,78	41,63
Calabria	56.408	722.036	729.834	3,74	47,87	48,39
Sicilia	130.480	1.757.860	683.591	5,07	68,35	26,58
Sardegna	72.088	1.107.623	1.232.120	2,99	45,92	51,09
Italia	1.654.502	15.509.775	12.975.448	5,49	51,46	43,05

L'ambito agricolo occupa una vasta superficie in numerose Regioni, prima fra tutte la Sicilia con 1.757.860 ettari (68,35% della superficie regionale), seguita dalla Puglia e dall'Emilia-Romagna in cui occupa rispettivamente l'80,33% e il 66,63% della superficie regionale (1.554.817 e 1.496.034 ettari), dal Piemonte (1.083.960 ettari, 42,67%), dalla Lombardia (1.112.721 ettari, 46,60%), dal Veneto (1.018.659 ettari, 55,55%) e dalla Toscana (1.021.348 ettari, 44,43%). In Valle d'Aosta e in Liguria invece le superfici in ambito agricolo occupano la superficie minore, con 25.044 ettari in Valle d'Aosta e 90.987 ettari in Liguria.

In Toscana, Piemonte e Lombardia anche l'ambito naturale occupa un'ampia area, con 1.165.487 ettari in Toscana, 1.320.267 ettari in Piemonte e 997.707 ettari in Lombardia; in Trentino Alto-Adige e in Sardegna le superfici in ambito naturale coprono 1.160.912 ettari e 1.232.120 ettari.

Se si rapporta invece l'uso del suolo percentuale al valore medio nazionale i due ambiti prevalenti sono l'agricolo e in naturale: la maggior parte delle Regioni non si discosta di molto dalla media nazionale in entrambi gli ambiti, fatta eccezione per la Puglia, in cui l'ambito agricolo si discosta di 28,87 punti percentuali dal valore italiano e la Valle d'Aosta, il Trentino Alto-Adige e la Liguria, in cui l'ambito naturale si discosta rispettivamente di 47,84 punti percentuali, 42,28 punti percentuali e 35,08 punti percentuali.

Tabella 30 - Ambiti di uso del suolo prevalente (ettari) su base regionale nel 2017, suddiviso in aree non artificiali e artificiali nelle tre classi. Fonte: carte nazionali di uso e di copertura del suolo ISPRA.

Regione	Artificiale in ambito urbano	Non artificiale in ambito urbano	Artificiale in ambito agricolo	Non artificiale in ambito agricolo	Artificiale in ambito naturale	Non artificiale in ambito naturale
Piemonte	85.584	50.253	73.315	1.010.645	15.451	1.304.816
Valle d'Aosta	2.726	1.940	3.123	21.921	3.659	292.833
Lombardia	183.114	94.310	105.740	1.006.982	21.272	976.435
Trentino-Alto Adige	17.967	11.370	20.177	150.070	23.692	1.137.220
Veneto	113.094	56.501	98.948	919.711	14.488	630.914
Friuli-Venezia Giulia	37.381	24.964	24.396	273.337	8.794	422.261
Liguria	16.812	10.714	14.656	76.331	13.514	409.951
Emilia-Romagna	85.602	39.515	118.619	1.377.415	17.647	606.492
Toscana	65.557	46.353	67.930	953.419	29.814	1.135.673
Umbria	16.672	13.407	25.182	401.069	5.772	383.315
Marche	27.622	17.182	34.499	562.194	5.440	291.331
Lazio	63.486	48.117	71.893	892.648	9.205	634.972
Abruzzo	18.951	13.832	29.481	450.072	6.453	560.949
Molise	4.224	3.948	11.173	261.111	2.638	160.921
Campania	66.481	36.012	65.168	678.858	9.274	504.118
Puglia	68.270	37.688	87.893	1.466.925	5.843	268.823
Basilicata	8.017	7.860	20.285	547.071	5.621	410.301
Calabria	31.160	25.248	37.297	684.739	9.672	720.162
Sicilia	75.563	54.916	94.179	1.663.681	15.411	668.181
Sardegna	35.983	36.106	38.114	1.069.508	16.432	1.215.687
Italia	1.024.267	630.235	1.042.068	14.467.707	240.092	12.735.356

La Tabella 30, la Tabella 31 e la Figura 9 contengono i valori regionali delle tre classi di uso del suolo suddiviso nelle sei sottoclassi. Analizzando i valori in percentuale e in termini assoluti:

- in Lombardia le superfici artificiali in ambito urbano occupano il 7,67% della superficie della regione (183.114 ettari) e quelle non artificiali il 3,95% (94.310 ettari); in Veneto la superficie artificiale costituisce il 6,17% e quella non artificiale il 3,08% della superficie regionale

(113.094 ettari e 56.501 ettari); in Valle d'Aosta l'ambito urbano è composto dallo 0,84% (2.276 ettari) di suolo artificiale e dallo 0,59% (1.940 ettari) di suolo non artificiale; infine in Molise lo 0,95% dell'area urbana è occupato da superfici artificiali e lo 0,89% da superfici non artificiali;

- nell'ambito agricolo il suolo artificiale in Sicilia occupa 3,66% della superficie regionale (94.179 ettari) e il suolo non artificiale occupa il 64,69% (1.663.681 ettari); in Puglia e in Emilia-Romagna il suolo artificiale occupa rispettivamente il 4,54% e il 5,28% della superficie regionale, mentre il suolo non artificiale è pari al 75,79% e 61,35%; la superficie artificiale in Piemonte occupa il 2,89% (73.315 ettari), in Lombardia il 4,43% (105.740 ettari), in Veneto il 5,40% (98.948 ettari) e in Toscana il 2,96% (67.930 ettari); le superfici non artificiali invece coprono il 39,79% della superficie piemontese, il 42,17% di quella lombarda, il 50,16% di quella veneta e il 41,48% di quella toscana. In Valle d'Aosta la superficie artificiale in ambito agricolo è dello 0,96% della superficie regionale (3.123 ettari), mentre quella non artificiale è del 6,72% (21.921 ettari) e in Liguria invece le superfici artificiali occupano il 2,70% della superficie regionale e quelle non artificiali il 14,08%;
- come detto in precedenza l'ambito naturale, come quello agricolo, copre una vasta area in Toscana, Piemonte e Lombardia; in queste Regioni le aree artificiali occupano rispettivamente l'1,30%, 0,61% e 0,89% della superficie regionale e quelle non artificiali il 49,40%, il 51,37% e il 40,89%. In Trentino Alto-Adige le superfici artificiali in ambito naturale coprono l'1,74% della superficie regionale (23.692 ettari) mentre quelle non artificiali occupano l'83,59% della superficie regionale (1.137.220 ettari); infine in Sardegna le aree artificiali costituiscono lo 0,68% della superficie regionale e quelle non artificiali il 50,41%.

Tabella 31 - Ambiti di uso del suolo prevalente (percentuale) su base regionale nel 2017, suddiviso in aree non artificiali e artificiali nelle tre classi. Fonte: carte nazionali di uso e di copertura del suolo ISPRA.

Regione	Artificiale in ambito urbano	Non artificiale in ambito urbano	Artificiale in ambito agricolo	Non artificiale in ambito agricolo	Artificiale in ambito naturale	Non artificiale in ambito naturale
Piemonte	3,37	1,98	2,89	39,79	0,61	51,37
Valle d'Aosta	0,84	0,59	0,96	6,72	1,12	89,77
Lombardia	7,67	3,95	4,43	42,17	0,89	40,89
Trentino-Alto Adige	1,32	0,84	1,48	11,03	1,74	83,59
Veneto	6,17	3,08	5,40	50,16	0,79	34,41
Friuli-Venezia Giulia	4,73	3,16	3,08	34,55	1,11	53,37
Liguria	3,10	1,98	2,70	14,08	2,49	75,64
Emilia-Romagna	3,81	1,76	5,28	61,35	0,79	27,01
Toscana	2,85	2,02	2,96	41,48	1,30	49,40
Umbria	1,97	1,59	2,98	47,44	0,68	45,34
Marche	2,94	1,83	3,68	59,92	0,58	31,05
Lazio	3,69	2,80	4,18	51,89	0,54	36,91
Abruzzo	1,76	1,28	2,73	41,68	0,60	51,95
Molise	0,95	0,89	2,52	58,81	0,59	36,24
Campania	4,89	2,65	4,79	49,92	0,68	37,07
Puglia	3,53	1,95	4,54	75,79	0,30	13,89
Basilicata	0,80	0,79	2,03	54,75	0,56	41,06
Calabria	2,07	1,67	2,47	45,40	0,64	47,75
Sicilia	2,94	2,14	3,66	64,69	0,60	25,98
Sardegna	1,49	1,50	1,58	44,34	0,68	50,41
Italia	3,40	2,09	3,46	48,00	0,80	42,25

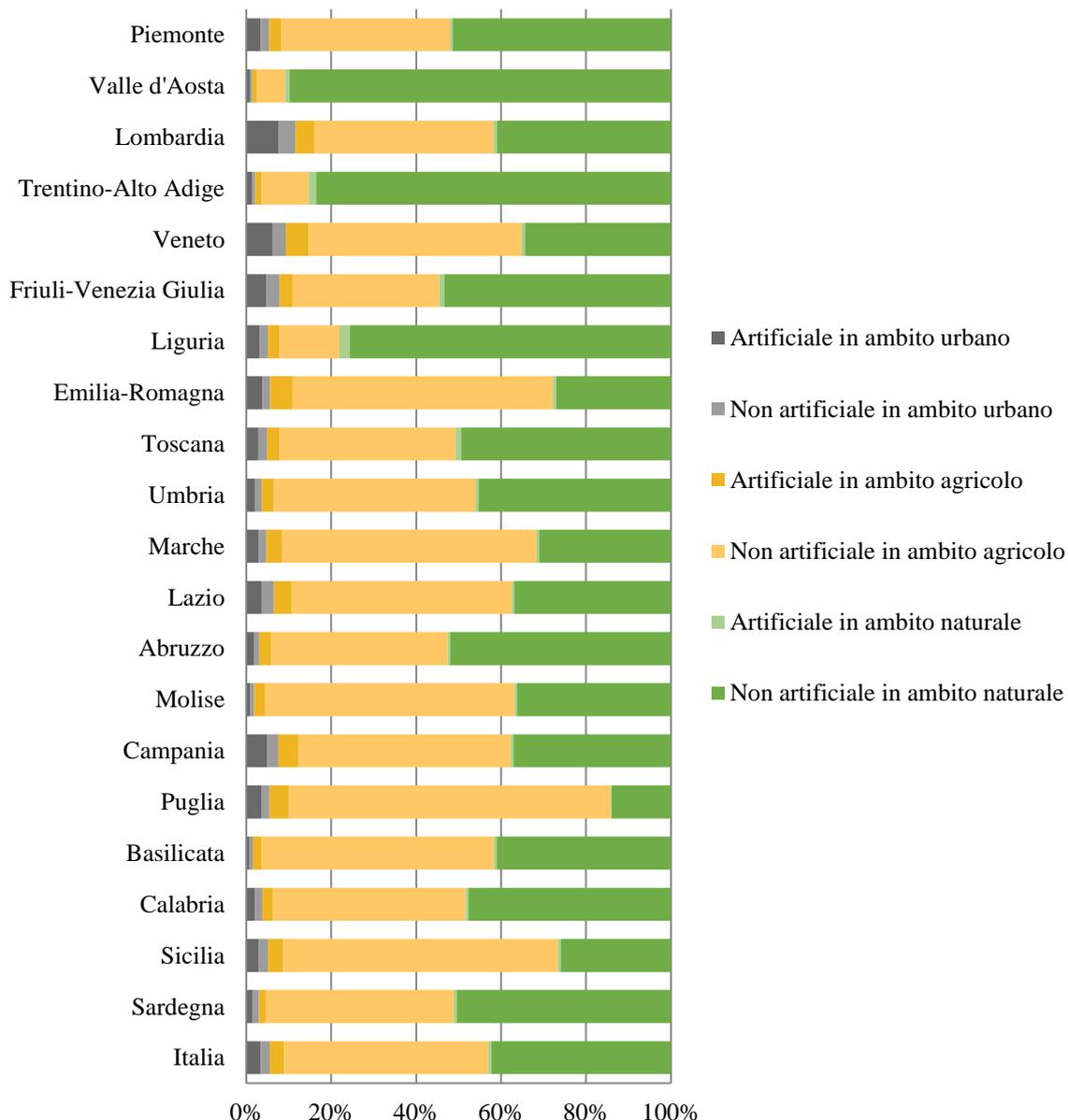


Figura 9 - Uso del suolo in Italia al 2017, suddiviso nelle sei sottoclassi: Fonte: carte nazionali di uso e di copertura del suolo ISPRA.

5.3.2 I dati Corine Land Cover

La produzione dei dati Corine Land Cover (CLC), assicurata oggi nell'ambito dell'area tematica *Land* del programma *Copernicus*, è un'iniziativa avviata nel 1985 a livello europeo. Per l'Italia i dati sono prodotti da ISPRA che, per l'aggiornamento del 2018¹², ha coordinato un partenariato nell'ambito del progetto *Italian NRCs LC Copernicus supporting activities for the period 2017-2021*, finanziato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente, a cui hanno partecipato ARPA Campania, ARPA Calabria, ARPA Emilia Romagna, ARPA Friuli Venezia Giulia, ARPA Piemonte, ARPA Puglia, ARPA Sicilia, ARPA Toscana, ARPA Veneto, ARPA Valle D'Aosta e Università del Molise.

I dati CLC hanno limiti significativi in termini di risoluzione spaziale¹³ e sono ormai superati su questo da altri fonti informative, quali quelle utilizzate per la carta nazionale di copertura (si veda il paragrafo 5.2), tuttavia hanno un'ottima risoluzione tematica, con un sistema di classificazione gerarchico con 44

¹² I dati del CLC2018 si riferiscono all'anno 2017.

¹³ Scala nominale pari a 1:100.000, *Minimum Mapping Unit* (MMU) pari a 25 ettari per le classi di copertura e pari a 5 ettari per i cambiamenti di classe tra una rilevazione e la successiva.

classi su tre livelli (in Italia con alcuni approfondimenti al quarto livello). Inoltre, sono gli unici dati che garantiscono un quadro europeo e nazionale completo, omogeneo e con una serie temporale che assicura quasi trent'anni di informazioni (1990, 2000, 2006, 2012, 2018).

L'analisi dei dati CLC2018 mostra a livello nazionale la prevalenza della classe dei 'seminativi in aree non irrigue' (classe 2.1.1) che copre il 26% di tutto il territorio, seguita dalla classe 3.1.1 dei 'boschi di latifoglie' che raggiunge il 19%. A seguire si osservano i 'sistemi culturali e particellari complessi' (classe 2.4.2) e le 'aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti' (classe 2.4.3) entrambe presenti sul 7% del territorio. Decisamente di minore estensione è invece la classe 3.1.2 dei 'boschi di conifere' (intorno al 4%), come pure i 'boschi misti di conifere e latifoglie', che occupano il 3,2% della superficie nazionale. Relativamente alle superfici artificiali, le 'zone residenziali a tessuto discontinuo e rado' sono presenti sul 3,4% del territorio mentre le 'zone residenziali a tessuto continuo' sullo 0,5%. Le 'zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea' rappresentata dalle classi 3.2.1, 3.2.3 e 3.2.4 si attestano su valori intorno al 2-3%, come le 'aree con vegetazione rada'.

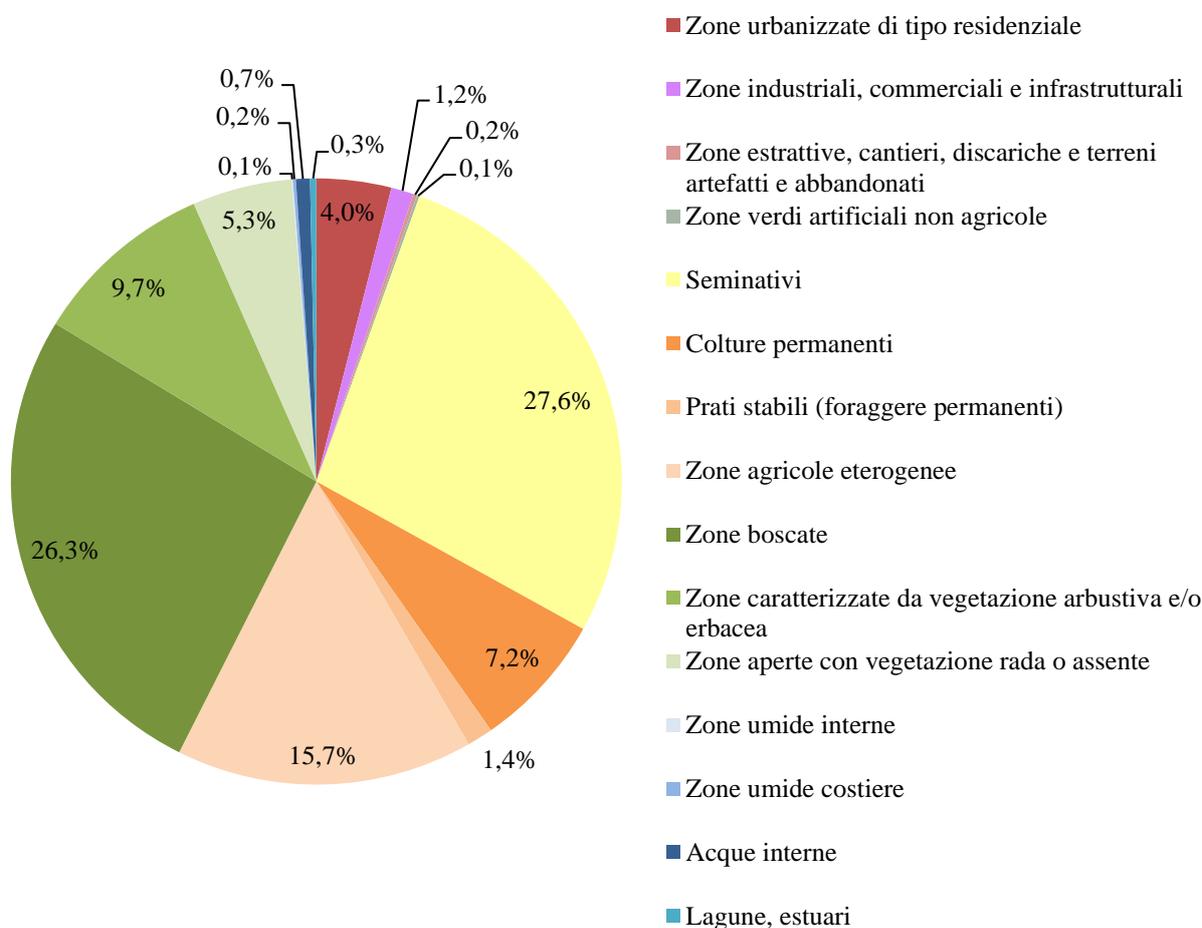


Figura 10 - Percentuale della copertura delle classi al II livello del Corine Land Cover 2018 sul territorio italiano. Fonte: ISPRA.

Rispetto ai dati europei, in Italia, viene utilizzato un sistema di classificazione del Corine Land Cover di quarto livello, che aggiunge alcune classi di maggior dettaglio (la legenda completa è riportata nel capitolo 7).

L'analisi di queste classi rileva che la classe con copertura maggiore è quella delle 'colture intensive' (classe 2.1.1.1) che rappresenta il 24% del territorio nazionale, seguita dalla classe dei 'boschi a prevalenza di querce caducifoglie' (classe 3.1.1.2) che copre poco meno del 7%. Al terzo posto si trova la classe di copertura 'boschi a prevalenza di faggio' (classe 3.1.1.5) con una presenza del 3,2%. Le classi identificate al quarto livello relative alle altre latifoglie (a prevalenza di querce e altre latifoglie

sempreverdi, a prevalenza di altre latifoglie autoctone e a prevalenza di castagno, classe 3.1.1.1), così come il quarto livello delle ‘zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea’ (praterie continue e discontinue e la macchia bassa) si attestano su valori intorno al 2,5%. Le diverse classi al quarto livello delle conifere coprono una superficie più ridotta del territorio nazionale (circa il 4%), di cui circa la metà in boschi a prevalenza di abeti.

A livello regionale le ‘colture intensive’ si ripartiscono su superfici che coprono valori intorno al 39% del territorio in Emilia Romagna e Marche, dal 31 al 35% in Veneto, Lombardia, Puglia, Molise e Sicilia, le altre regioni hanno invece valori che vanno dal 12 al 29% ad eccezione di Abruzzo (circa 8%) e Trentino Alto Adige, Val d’Aosta e Liguria che presentano superfici di entità trascurabile. Per quanto riguarda invece i ‘boschi a prevalenza di querce caducifoglie’, Umbria, Molise, Basilicata e Toscana hanno la copertura maggiore con valori rispettivamente di 24, 20, 18 e 17% sul territorio regionale. Marche, Emilia Romagna, Lazio, Campania, Abruzzo, Calabria e Liguria presentano invece valori che oscillano dal 9 al 12%. I ‘boschi a prevalenza di faggio’ occupano superfici che vanno dal 17 al 24% della superficie regionale in Umbria, Molise, Basilicata e Toscana, mentre valori leggermente inferiori (9-12%) sono presenti nelle Marche, Emilia Romagna, Abruzzo, Campania, Calabria e Liguria.

La classe 3.1.1.1. (boschi a prevalenza di querce, leccio e sughere), che a livello nazionale copre il 2,4% del territorio, in Sardegna occupa il 12% del territorio regionale, mentre è distribuita con percentuali dal 2 al 5 in Toscana, Calabria, Campania, Umbria, Basilicata e Lazio. I boschi misti a prevalenza di latifoglie mesofile e mesotermofile quali acero-frassino, carpino nero-orniello (classe 3.1.1.3), sono presenti con percentuali comprese tra il 4 e il 7 in Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Liguria, Lazio, Piemonte e Umbria. Il 2,7% di territorio nazionale è coperto da boschi a prevalenza di castagno (classe 3.1.1.4). La Liguria ne possiede circa il 24%, seguita da Toscana, Piemonte, Campania e Calabria con valori tra il 4 e l’8%.

Le ‘praterie continue’ occupano poco meno dell’11% in Abruzzo e del 5% in Trentino Alto Adige, mentre nelle altre regioni i valori sono decisamente inferiori. Lo stesso dicasi per le ‘praterie discontinue’ che coprono il 15% della Val d’Aosta, percentuali dal 4 al 6 in Piemonte, Trentino Alto Adige e Sicilia e valori inferiori nel resto del territorio. Tra le diverse classi di conifere che a livello nazionale occupano una superficie inferiore al 2%, i boschi a prevalenza di pini mediterranei e cipressi (classe 3.1.2.1) e di oro-mediterranei e montani (classe 3.1.2.2) sono distribuiti a livello regionale all’incirca con le stesse percentuali, al contrario dei boschi di abete (classe 3.1.2.3) che rappresentano il 24% del territorio del Trentino Alto Adige e sono presenti con valori che vanno dal 3 al 5% in Val d’Aosta, Veneto, Lombardia e Friuli Venezia Giulia. I boschi a prevalenza di larice e/o pino cembro (classe 3.1.2.3) occupano invece l’8% della Val d’Aosta e il 7% del Trentino Alto Adige.



Figura 11 - Corine Land Cover al IV livello, 2017 (la legenda è riportata a pag. 50). Fonte: ISPRA.

5.3.3 Stime delle superfici attraverso l'Inventario dell'uso delle terre

L'Inventario dell'Uso delle Terre d'Italia (IUTI) è un inventario a supporto del Registro nazionale dei serbatoi di carbonio agroforestali messo a punto nel 2010 da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e aggiornato agli anni più recenti a cura di ISPRA e dell'Università degli Studi del Molise. Il sistema di classificazione gerarchico utilizzato in IUTI ha come base le 6 categorie d'uso delle terre definite per Gpg-Lulucf (*Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*), integrata con sottocategorie di secondo e terzo livello, per un totale di 9 classi (Marchetti *et al.*, 2012), successivamente integrate per specifici approfondimenti tematici rispetto, ad esempio, al comparto agricolo. Dal sistema originario di campionamento che prevedeva la fotointerpretazione di 1,2 milioni di punti su tutto il territorio nazionale al 1990, 2000 e 2008, è stato successivamente sviluppato un sistema di sottocampionamento che ha consentito, a fronte di una riduzione di circa 100 volte dello sforzo campionario, di poter ottenere stime comunque accurate e affidabili a scala nazionale (Pagliarella *et al.*, 2016). Di conseguenza, il dato IUTI è stato aggiornato al 2013 e 2016 con un notevole risparmio in termini di costi e tempi di realizzazione, pur conservando una buona accuratezza statistica.

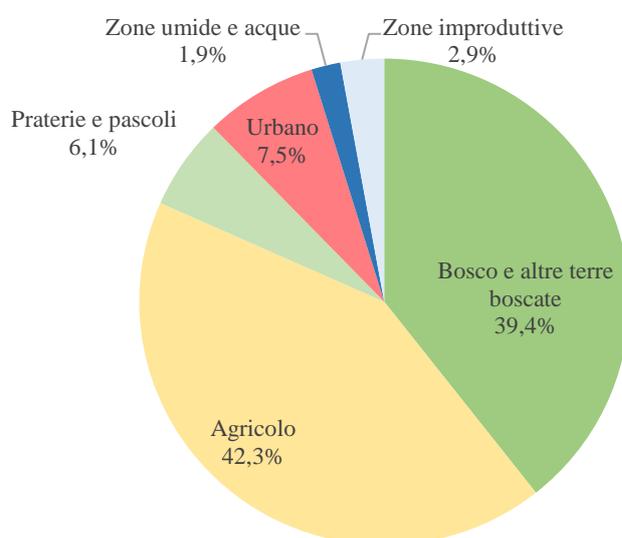


Figura 12 - Ripartizione della superficie nazionale in classi di uso del suolo al 2016. Fonte: ISPRA e Università del Molise.

I dati IUTI al 2016 mostrano un Paese in cui la matrice agricola, che un tempo dominava il paesaggio, ha progressivamente lasciato il posto agli spazi seminaturali e naturali. Basti pensare che la superficie occupata dalle colture annuali (seminativi, prati stabili e risaie), pari a circa 9,8 milioni di ettari, quasi eguaglia quella occupate dal bosco senza considerare le altre terre boscate (come gli arbusteti). Infatti, se alle superfici coperte da boschi si aggiungono quelle delle altre terre boscate, pascoli e prati-pascoli, riconducibili a ecosistemi naturali e seminaturali corrispondenti alla classe “*grasslands*” (*sensu* IPCC), si raggiunge una superficie di circa 13,7 milioni di ettari (45,5% della superficie nazionale), quindi circa un milione di ha in più rispetto alle superfici agricole comprendenti le colture permanenti (oliveti, vigneti, frutteti e arboricoltura da legno). D'altra parte, tale situazione è facilmente intuibile pensando che il coefficiente di boscosità del paese (dato dall'insieme della classe bosco e altre terre boscate) è ormai prossimo al 40% (11,8 milioni di ettari), tra i più alti dell'Unione Europea. Le superfici urbane al 2016, invece, ammontano a circa 2,3 milioni di ettari. Le zone umide e acque e le zone improduttive con vegetazione rada o assente coprono complessivamente circa 1,4 milioni di ettari.

In termini relativi, le Regioni con il più alto coefficiente di boscosità (bosco e altre terre boscate) risultano la Liguria, il Trentino Alto Adige e la Sardegna (80,8%, 62,3% e 55,6%, rispettivamente) mentre all'opposto si trovano Puglia e Sicilia (10,5% e 20,7%, rispettivamente; Figura 13). Guardando ai dati assoluti, però, le regioni con superficie forestale più estesa sono la Sardegna, la Toscana e il Piemonte (1,3, 1,2 e 1 milione di ettari circa, rispettivamente).

Di contro, le Regioni con superficie agricola più estesa sia in termini relativi che assoluti, comprensiva di terreni occupati da colture temporanee e permanenti (da frutto e da legno), praterie e pascoli, risultano la Puglia e la Sicilia (79,2% e 70,2%, rispettivamente), mentre Liguria, Trentino Alto Adige e Valle

d'Aosta risultano quelle con superficie agricola relativa meno consistente (13,8%, 19,5% e 20,3%, rispettivamente; Figura 14). Per quanto riguarda la componente edificata, Lombardia e Veneto mostrano le superfici relative maggiori coperte da tessuto urbano e aree infrastrutturate (13,1% e 12%, rispettivamente), mentre tra quelle meno intaccate dal fenomeno si trovano Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige (2,3% e 2,4%, rispettivamente; Figura 15).

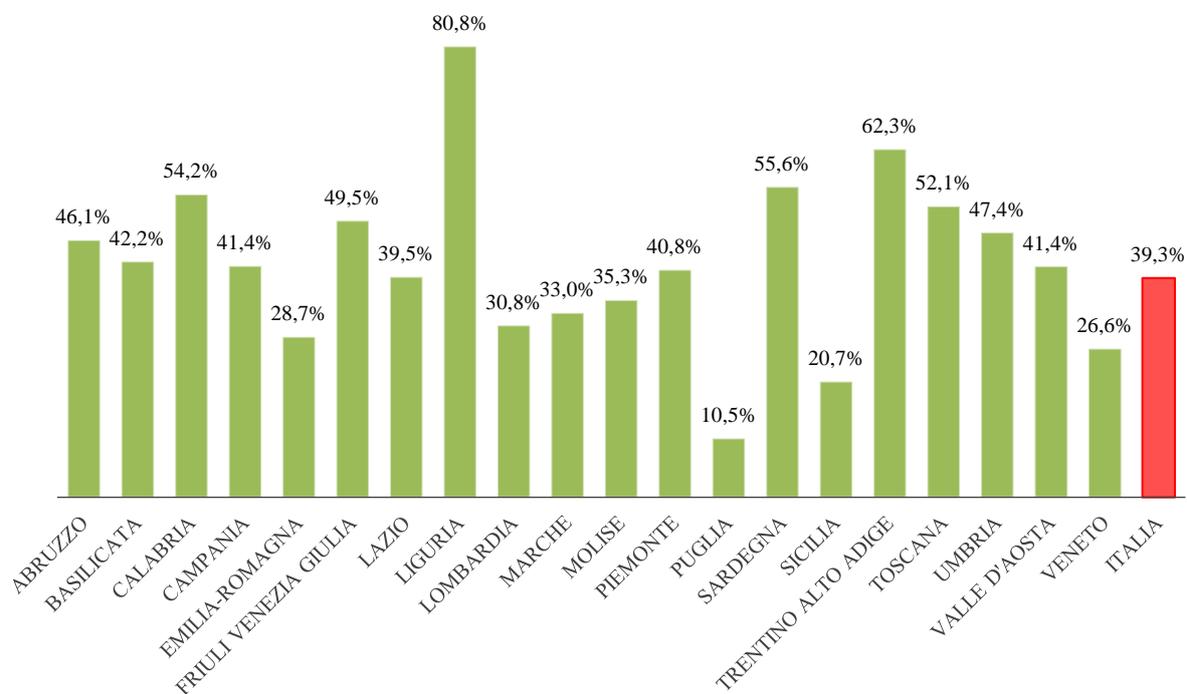


Figura 13 - Grado di copertura della superficie forestale (bosco e altre terre boscate) rispetto alla superficie totale dell'ambito amministrativo di riferimento al 2016. Fonte: ISPRA e Università del Molise.

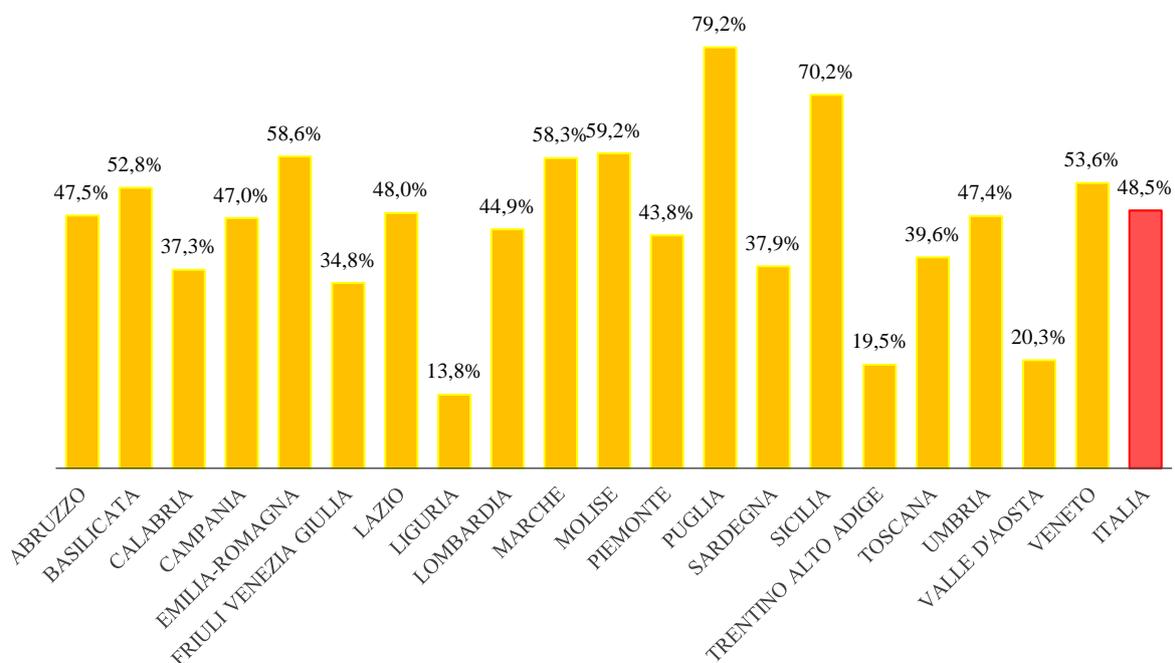


Figura 14 - Grado di copertura della superficie agricola (colture annuali, permanenti, praterie e pascoli) rispetto alla superficie totale dell'ambito amministrativo di riferimento al 2016. Fonte: ISPRA e Università del Molise.

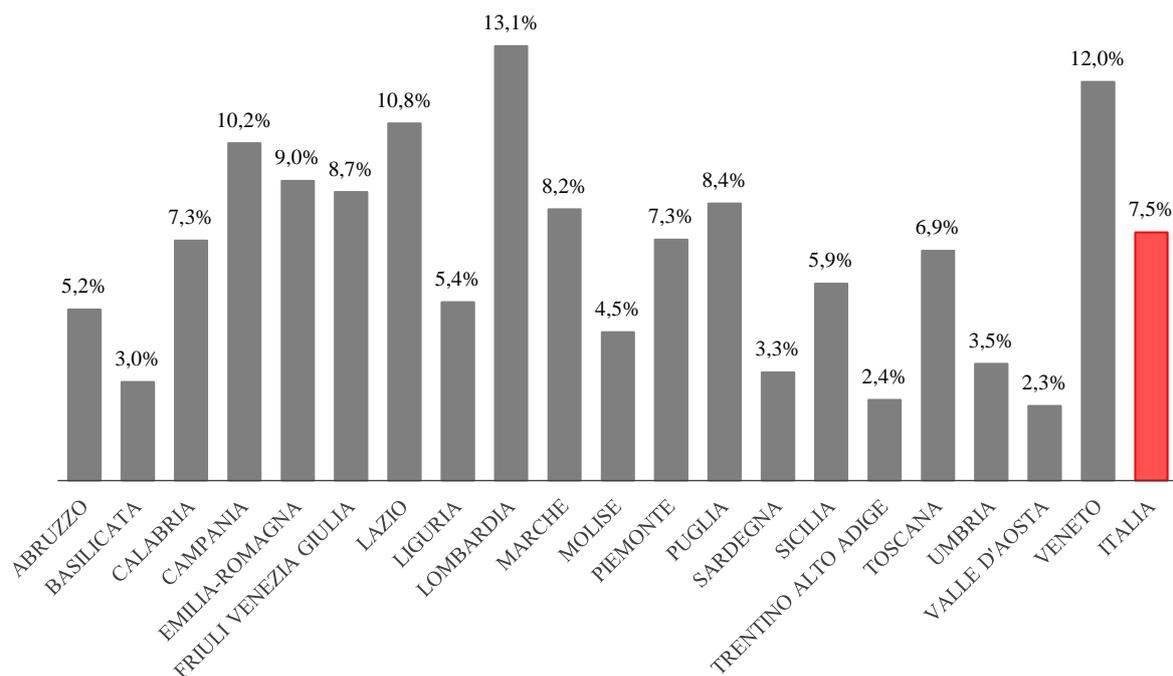


Figura 15 - Grado di copertura della superficie urbana rispetto alla superficie totale dell'ambito amministrativo di riferimento al 2016. Fonte: ISPRA e Università del Molise.

6. Struttura del territorio e metriche di paesaggio

6.1 Composizione e configurazione del paesaggio

Quantificare il paesaggio non è un compito facile perché è un concetto dinamico e complesso. Complesso perché nasce dall'interazione di diversi fattori che hanno varia natura; dinamico perché il paesaggio è inevitabilmente in continuo cambiamento, sia per cause naturali, sia per cause dovute all'azione dell'uomo. Il bisogno di poter studiare il paesaggio in un'ottica di tutela e sostenibilità, vede una sua grande espressione nella *Landscape Ecology*, disciplina che si è evoluta per rispondere al bisogno di informare la pianificazione e i decisori su alcuni dei diversi aspetti del paesaggio in modo da poter operare delle scelte consapevoli sul territorio. La *Landscape Ecology* si concentra su tre importanti caratteristiche del paesaggio: struttura, funzione e cambiamento. Si pone dunque, l'obiettivo di quantificare questi tre aspetti in modo da poter capire la dinamica evolutiva del paesaggio, le sue funzioni e se l'evoluzione inevitabile del paesaggio possa compromettere la sua funzione e in che modo, per intraprendere delle misure di conservazione o di adattamento.

L'analisi riportata in questo Rapporto ha richiesto il calcolo di una serie di metriche di paesaggio che descrivono diversi aspetti di due delle caratteristiche principali del paesaggio: *composizione* e *configurazione*. La composizione del paesaggio si riferisce alla varietà e all'abbondanza dei diversi elementi che ne fanno parte, senza però considerare la loro distribuzione spaziale; anche se le metriche di composizione non sono esplicitamente spaziali, hanno ugualmente delle importanti conseguenze in termini di effetti spaziali. La configurazione del paesaggio riguarda, invece, le caratteristiche spaziali degli elementi, come la loro distribuzione, posizione, orientamento e forma.

È necessario tenere in considerazione, soprattutto quando si devono confrontare paesaggi diversi, che il valore delle metriche può essere influenzato dalle caratteristiche del dato, intese sia come risoluzione spaziale, sia come estensione territoriale e sia come individuazione delle tipologie di copertura del suolo. L'analisi¹⁴ ha permesso di descrivere la configurazione attuale del paesaggio, allo scopo di capire quali relazioni intercorrono tra le diverse classi di copertura del suolo, il loro livello di compattezza o di dispersione e di diversità all'interno della scala di analisi (provinciale).

Gli indicatori sono stati calcolati alla scala di classe e di paesaggio. Al livello di classe, gli indicatori sono integrati al livello superiore delle singole unità di una tipologia di copertura del suolo; cioè rappresentano la quantità e la distribuzione spaziale di una singola tipologia di copertura del suolo all'interno del paesaggio in esame.

Il livello di paesaggio considera invece la distribuzione spaziale all'interno dell'area di studio (mosaico di paesaggio) senza una distinzione tra le varie tipologie di copertura del suolo.

Per descrivere la *composizione* sono stati elaborati i seguenti indicatori:

- *Patch Richness* (PR) descrive il numero delle differenti tipologie di copertura del suolo presenti nel territorio in esame. La sua importanza sta nel fatto che è una prima misura della diversità del paesaggio, in quanto la ricchezza di tipologie di copertura ha importanti implicazioni sulla diversità di piante e animali, nonché sul soddisfacimento dei servizi ecosistemici. Si calcola solo al livello di paesaggio, e assume valori da 1 se il paesaggio ha una sola unità spaziale e quindi una sola tipologia di copertura del suolo. Mentre valori superiori indicano una grande diversificazione, e quindi un mosaico di paesaggio più ricco. Questo potrebbe voler dire che nel paesaggio in oggetto sono presenti molte unità omogenee (dal punto di vista della tipologia di copertura del suolo), e un probabile varietà di tipologie di copertura.
- *Percentage of Landscape* (PLAND), descrive in termini percentuali la composizione di un dato paesaggio. In pratica quantifica l'abbondanza relativa di una determinata tipologia di copertura del suolo all'interno del paesaggio. Il fatto che sia espresso in termini relativi rende questo indicatore confrontabile con paesaggi di diversa estensione. Si calcola solo al livello classe. Assume i valori da 0 a 100; o quando non è presente una nessuna unità spaziale per una data tipologia di copertura del suolo, 100 quando l'intero paesaggio è coincide con una singola unità di una determinata tipologia di copertura del suolo.

Sono, inoltre, stati elaborati i seguenti indicatori di configurazione:

¹⁴ Le analisi sono state eseguite con l'utilizzo del software Fragstats 4.2.

- *Patch Density* (PD) è una misura sulla configurazione spaziale che indica il grado di suddivisione di una determinata classe di tipologia di copertura del suolo, rapportata all'intera estensione del paesaggio. Maggiore è il valore del PD, maggiore è il livello di frammentazione del paesaggio.
- *Mean Patch Size indices* (AREA_AM) esprime la dimensione media degli elementi di un determinato tipo di copertura del suolo in termini di media pesata. La sua importanza è dovuta al fatto che influenza in modo significativo le funzioni del paesaggio. L'indicatore tiene conto della somma del rapporto tra l'area degli elementi di paesaggio di un determinato tipo, e il numero totale di elementi appartenenti a quel determinato tipo. Nella versione AREA_AM l'indicatore è pesato in base all'area totale del tipo di copertura di suolo.
- *Shape* (SHAPE_AM) è una misura della complessità geometrica degli elementi di paesaggio di una determinata categoria di copertura del suolo. La gamma di valori che l'indicatore ha il solo limite inferiore pari a 1 che indica un elemento di forma regolare; all'aumentare del valore, aumenta l'irregolarità della forma.
- *Edge Contrast* (ECON_AM) è un indicatore che misura la lunghezza del bordo condiviso tra due tipi di copertura del suolo in un dato paesaggio. Solitamente il livello di contrasto deve essere definito per ogni applicazione in base ad uno o più attributi di interesse. Bisogna, cioè stabilire, sulla base di criteri dipendenti dall'analisi, un set di pesi che rappresentano il fattore di contrasto tra i tipi che compongono il paesaggio; solitamente il contrasto è basato sulle caratteristiche funzionali (dal punto di vista eco sistemico) tra le varie tipologie. In questo caso il contrasto è stato attribuito sulla base della differenza fisica tra le diverse tipologia di copertura del suolo. L'ECON è una misura di configurazione del paesaggio perché tiene espressamente in considerazione la sistemazione spaziale tra gli elementi del paesaggio. ECON varia all'interno di un intervallo di valori che va da 0 (minimo del contrasto), fino a 100 (massimo contrasto).
- *Patch Compaction* (GYRATE_AM), esprime la distanza media tra le varie celle che compongono una singola unità spaziale della stessa tipologia di copertura del suolo, ragguagliata all'area totale della tipologia di copertura. In pratica è una misura media della dimensione delle diverse unità spaziali di una stessa tipologia. Come indicatore è influenzato dalla forma della singola unità. In termini ecologici può essere interpretato come la distanza che un organismo deve percorrere per spostarsi da un estremo all'altro di una stessa unità spaziale. L'indicatore assume valori da 0 fino all'infinito. Il valore 0 descrive una media di una singola cella per ciascuna unità spaziale.
- *Contagion* (CONTAG) misura il livello in cui i tipi di copertura del suolo tendono a essere aggregati ed è calcolato al livello di paesaggio. L'indicatore assume valori da 0 a 100, dove 0 indica il massimo della disgregazione tra i tipi di paesaggio; viceversa il valore 100 indica il massimo livello di aggregazione.
- *Coesione* (COHESION) indica la tendenza delle tipologie di copertura del suolo ad aggregarsi. Il valore che questo indicatore può assumere è compreso tra 0 e 100; minore è il valore, maggiore è la coesione del paesaggio
- *Indice di aggregazione* (AI), come il precedente indica la tendenza delle tipologie di copertura ad raggrupparsi. Questa volta è espresso come il numero delle volte che due tipologie sono adiacenti. Anche l'AI ha valori compresi tra 0 a 100, dove lo zero è il valore di massima disaggregazione.
- *Simpson Diversity Index* (SIDI) è una misura della diversità delle unità spaziali omogenee. Esprime la probabilità che due punti casuali all'interno dell'area di studio appartengano alla stessa tipologia di copertura. L'indice assume valori tra 0 e 1. Al valore 1 corrisponde la massima diversificazione del paesaggio, ovvero unità spaziali piccole e diverse tra loro come tipologia di copertura. Questo indicatore si calcola solo al livello di paesaggio.

Sono stati analizzati i territori di tutte le province d'Italia¹⁵. Gli indicatori sono calcolati per ciascuna delle tipologie di copertura del suolo che sono presenti nella provincia in oggetto. Al livello provinciale la composizione dei paesaggi si presenta in media con molte province coperte per la maggior parte del

¹⁵ Per esigenze computazionali, la Provincia di Agrigento è stata divisa in due parti: quella interna all'isola siciliana e la parte che riguarda l'isola di Lampedusa.

territorio da zone naturali. La provincia con maggiore superficie coperta da alberi è Savona (PLAND = 83,08%) seguita da Genova (80,76%), Imperia (79,75%) e Massa Carrara (79,75%). La provincia che possiede meno superficie alberata è Rovigo, con appena il 3,80%. Per quanto riguarda la superficie ricoperta da vegetazione erbacea, Cremona presenta il valore più elevato con un PLAND pari al 81,07%. Seguono Mantova con 79,32, Ferrara (77,44) e Lodi (76,04). Ultime in questa classifica, le province di Imperia (9,37%), Genova (7,62%) e Savona (6,91%). Le due classi di vegetazione erbacea o arborea appaiono essere le più estese, in termini percentuali, su quasi tutte le province.

Per quanto riguarda la superficie ricoperta da arbusti, le percentuali maggiori si trovano a Trapani (37,55%), Lampedusa (34,80%) e Cagliari (21,79%), mentre Rovigo (0,08%), Ferrara (0,125%) e Varese (0,17%) presentano delle quote quasi trascurabili per questa tipologia di copertura del suolo. Le superfici naturali non vegetate occupano il 19,91% della superficie della Provincia di Aosta, valore più alto in Italia, seguita da Sondrio (18,74%) e da Bolzano (11,55%). Viceversa, Isernia, Avellino e Perugia hanno una superficie naturale non vegetata praticamente nulla.

Venezia è la Provincia che possiede la percentuale più alta di acque e zone umide (21,85%) seguita da Gorizia (17,34%) e Rovigo (13,03%); Prato, Bari e Teramo sono, al contrario le province con meno superficie occupata da acque e zone umide con una porzione appena sotto lo 0,04%.

Tra tutti i valori dell'indicatore PLAND, il valore più elevato per la tipologia "Superfici artificiali e costruzioni" si trova nella Provincia di Monza (40,92%), quindi inferiore alla metà della superficie provinciale. Segue la Provincia di Napoli con il 34,06%, Milano con il 31,96% e Trieste con il 23,10%. La Provincia con meno superficie artificiale risultano essere Verbano Cusio Ossola e Matera, la cui proporzione di superficie artificiale è pari, rispettivamente al 2,85% e al 2,87%.

Al livello complessivo di paesaggio, tutte le province possiedono le sei tipologie di uso del suolo, eccetto Monza che ne possiede quattro e Trieste, Terni, Ragusa, Prato, Pistoia, Foggia, Firenze, Brindisi, Bari, Asti e Lampedusa (Agrigento).

Una prima misura della frammentazione, all'interno delle diverse tipologie di copertura del suolo è rappresentata dal valore del *Patch Density* (PD). In assoluto, tra tutte le tipologie di tutte le province la tipologia di copertura più frammentata è la copertura di vegetazione erbacea della Provincia di Monza (PD = 12,45), seguita dalla stessa classe, sia per Milano (PD = 80,34), sia Napoli (PD = 66,43). Le tipologie di copertura che presentano il valore del PD minore sono, Viterbo e Perugia per quanto riguarda le superfici naturali non vegetate Avellino e L'Aquila per quanto riguarda le zone umide. In tutte queste province il valore del PD è prossimo allo zero, che indica un tessuto compatto per queste tipologie di copertura di suolo.

Per quanto riguarda le superfici artificiali, il valore più alto di PD si trova nella Provincia di Lecce (PD = 61,20), seguita da Brindisi (50,98) e Napoli (41,06). I valori inferiori per questa classe si trovano in Provincia di Aosta (2,97), Bolzano (6,12) e Trento (6,20).

Al livello di paesaggio, il valore più alto del *Patch Density* si ha sempre per la Provincia di Monza (PD = 184,49, seguita sempre dalle province di Napoli (PD = 134,61) e Milano (PD = 126,61). Questo vorrebbe dire che il territorio di queste province risulta essere piuttosto frammentato, ovvero che le tipologie di copertura non sono compatte, ma sono distribuite in unità relativamente piccole all'interno dell'intero territorio provinciale. Viceversa le province di Aosta, Bolzano e Trento hanno valori del PD rispettivamente di 15,59, 18,24 e 20,39, indicanti un tessuto territoriale più compatto, tra le diverse tipologie di copertura di suolo.

La superficie delle unità omogenee spaziali (AREA_AM) risulta essere massima a Cosenza per la tipologia di copertura degli alberi (AREA_AM = 364.265,22), seguita da Bolzano per la stessa tipologia (AREA_AM = 342.659,52) e da Foggia (AREA_AM = 341.467,75) per la copertura vegetazione erbacea. Unità di estensione molto piccole si trovano a Isernia, dove per le superfici naturali non vegetate si ha un indicatore AREA_AM pari a 0,43, seguita da Trieste per le acque e zone umide (1,28) e Avellino per le superfici naturali non vegetate (AREA_AM = 1,49). Lo stesso andamento è confermato al livello di paesaggio, dove per le province di Cosenza, Bolzano e Foggia l'indicatore vale rispettivamente 246.378,25, 179.358,85 e 222.487,14. Il fatto che la Provincia di Foggia al livello di paesaggio abbia un indice più elevato sta a significare che sulla totalità delle tipologie di copertura, le unità omogenee per copertura sono, in media più estese. Invece, sempre al livello di paesaggio, le province che hanno un'estensione minore per unità omogenee sono Gorizia (AREA_AM = 2.657,50), Rimini (AREA_AM = 4.905,74) e Livorno (AREA_AM = 6.254,64).

Per la tipologia di copertura superfici artificiali il valore massimo dell'indicatore AREA_AM si ha per la Provincia di Aosta (26.881,67), Reggio Emilia (26.311,56) e Brindisi (25.956,02), mentre i valori minori si hanno per Benevento (27.343,82), Mantova (31.203,44) e Biella (45.335,95).

La tendenza ad avere unità omogenee estese, o piccole, è confermata anche dall'indicatore GYRATE_AM, che aggiunge l'informazione sulla connettività interna. Al livello di paesaggio, le stesse province menzionate sopra sono quelle che presentano i valori più elevati di questo indicatore, o quello più basso, indicante una struttura di paesaggio composta da elementi connessi tra loro. Dall'analisi al livello di singole tipologie di copertura del suolo, Bolzano, per la tipologia alberi, ha il GYRATE_AM più elevato, il che può essere interpretato come la tendenza ad avere una connessione maggiore all'interno di questa tipologia di copertura. Seguono Cosenza e Cuneo per lo stesso di copertura con indicatori rispettivamente di 29.036,36 e 27.282,10, Andamento totalmente opposto, per le province di Isernia (GYRATE_AM = 36,02 per superfici naturali non vegetate), Trieste (GYRATE_AM = 56,31 per acque e zone umide) e Avellino (GYRATE_AM = 60,16 per superfici naturali non vegetate).

Per le superfici artificiali si ha che il valore dell'indicatore GYRATE maggiore si ha nella Provincia di Isernia (19.376,63), Verbano Cusio Ossola (18.430,52) e Massa Carrara (1.786,92).

La forma delle unità omogenee, descritta dall'indicatore SHAPE_AM, risulta essere più compatta per le province di Biella e Napoli per la tipologia acque e zone umide (SHAPE_AM = 1,50 e 1,55 rispettivamente), mentre per Isernia la tipologia di copertura che presenta la forma più compatta è quella delle superfici naturali non vegetate (SHAPE_AM = 1,65).

Per la tipologia superfici artificiali e costruzioni, la forma più compatta è quella della Provincia di Agrigento ma solo per la parte riguardante Lampedusa (SHAPE = 7,11), seguita da Enna, dove l'indicatore ha un valore di 13,90, Isernia (SHAPE_AM = 15,60) e Asti (SHAPE_AM = 16,74). In queste province la parte di territorio costruita risulta dunque essere più compatta e con una forma più regolare. Un tessuto meno compatto, cioè con una forma più irregolare sul territorio provinciale risulta essere quello di Pavia (SHAPE_AM = 401,06), Milano (SHAPE_AM = 295,12) e Udine (SHAPE_AM = 285,21). Si noti che questo dato è in accordo con l'indicatore GYRATE, che per le province citate ha il valore più elevato. L'interpretazione congiunta di questi due indicatori per la tipologia di superficie artificiale e costruzioni indica delle forme poco compatte (valori di SHAPE_AM elevati), ma molto connesse tra loro (GYRATE elevato), per Pavia, Milano e Udine, mentre sono compatte e poco connesse tra loro le superfici artificiali per Enna, Isernia e Asti.

Al livello di paesaggio, quindi considerando tutte le tipologie di copertura del suolo, le province meno compatte, secondo lo SHAPE *metric* è quella di Milano (112,93) seguita da Parma (107,51) e Bolzano (103,90). Al contrario, quelle più compatte sono quelle di Carbonia - Iglesias (22,52), Trapani (23,18) e Vercelli (25,60).

La tendenza delle tipologie di coperture a essere aggregate tra loro è data dall'indicatore COHESION, che è prossimo a 100 per la tipologia alberi per le province di Savona, Imperia, Bolzano, Belluno, Rieti e Cosenza. Le tipologie meno aggregate sono le acque e le zone umide per la Provincia di Trieste (77,28), le superfici naturali non vegetate per Isernia (82,97) e nuovamente le zone umide per Imperia (86,41). Le superfici artificiali hanno una maggiore tendenza ad aggregarsi nella Provincia di Milano, dove il COHESION vale 99,97, Monza (99,96) e Varese (99,95), mentre Enna (97,17), Isernia (97,37) e Rieti (97,90) sono le province in cui l'aggregazione delle superfici artificiali è minore.

Al livello di paesaggio, le province che presentano un più alto livello di aggregazione tra le tipologie di copertura sono Savona, Cremona e Genova, mentre le più disaggregate sono Monza, Gorizia e Aosta.

In merito al contrasto tra le diverse tipologie di copertura del suolo, l'indicatore ECON_AM fornisce una misura della quantità di perimetro delle diverse tipologie di coperture che hanno un contrasto più o meno marcato con le tipologie adiacenti. Secondo questo indicatore, la Provincia che con il valore più elevato, cioè di massimo contrasto, è Savona, che per la tipologia di copertura alberi ha un ECON_AM pari a 90,99, seguita da Imperia e Belluno, per la stessa tipologia di copertura e che presentano valori dell'indicatore rispettivamente di 90,95 e 85,02. Questo vuol dire che questa tipologia per le province suddette potrebbe essere limitrofa a tipologie funzionalmente molto diverse, come per esempio le superfici artificiali.

I valori minori di tale indicatore si hanno in Provincia di Trieste per le zone umide (ECON_AM = 50,95), Isernia per le superfici naturali non vegetate (ECON_AM = 68,44) e per le zone umide della Provincia di Imperia (ECON_AM = 65,22). In questo caso il significato è che queste zone hanno un minore perimetro in comune con tipologie di copertura molto diverse.

Nella totalità del paesaggio, vale a dire senza distinzione di tipologie di copertura, il territorio con più adiacenze contrastanti è quello della Provincia di Savona (ECON_AM = 87,43) cui fanno seguito le province di Imperia (ECON_AM = 86,14) e Pistoia (ECON_AM = 86,06). L'andamento opposto si ha per la parte di Agrigento relativa a Lampedusa e Pianosa (ECON_AM = 54,97), Mantova (ECON_AM = 55,59), Cremona (ECON_AM = 55,62) e Padova (ECON_AM = 56,39).

Al livello di paesaggio, la Provincia più uniforme risulta essere quella di Savona (SIDI = 0,30), seguita da Cremona (0,33) e Genova (0,33), mentre le più varie sono Gorizia (0,76), Aosta (0,74) e Trapani (0,70).

Sulla base dei risultati commentati la composizione e struttura del territorio delle province italiane appare abbastanza diversificata, soprattutto per quanto riguarda la configurazione. Cambia tuttavia, a seconda della situazione, la struttura spaziale sia della singola tipologia di copertura, sia del territorio nel suo complesso. Ma cambiano anche le adiacenze tra tipologie di copertura diverse. Per esempio nella Provincia di Avellino le superfici ricoperte da acqua e zone umide hanno un livello di contrasto molto alto, mentre per quella di Pistoia e la tipologia alberi che hanno una lunghezza di contrasto maggiore. Chiaramente i contrasti, per come è stata strutturata l'analisi sono maggiori tra le superfici artificiale e tutte le altre tipologie anche se in misura leggermente diversa, mentre i contrasti tra le diverse superfici naturali sono stati pesati in modo più blando. Quindi il fatto che per le suddette province le zone umide e gli alberi hanno un elevato indice ECON_AM, potrebbe voler dire che hanno un significativo bordo confinante con aree artificiali.

Anche la distribuzione spaziale, intesa come forma e allungamento, in particolare per le superfici artificiali, sul territorio, in particolare per le superfici artificiali, presenta un andamento abbastanza vario tra le diverse province. Come visto in precedenza alcune province non hanno una forma regolare e compatta (SHAPE_AM basso) e allo stesso tempo si allungano sul territorio (GYRATE_AM) alto, come nel caso delle province di Milano e Monza. Contestualmente queste stesse province hanno una forte tendenza a raggrupparsi indicata dagli alti valori del COHESION. Si potrebbe interpretare questo fatto come una grande diffusione di aree artificiali nel territorio provinciale al quale si aggiunge in adiacenza nuova superficie artificiale. Per le altre tipologie di copertura del suolo, la tendenza all'aggregazione e particolarmente marcata per gli alberi e la vegetazione erbacea. Incrociando questo dato con quello sull'area (AREA_AM) si nota che solitamente le zone che hanno una forte tendenza all'aggregazione sono anche quelle che hanno dimensioni maggiori. Per esempio, la Provincia di Savona che ha il valore maggiore per l'indicatore COHESION per gli alberi, ha per la stessa tipologia di copertura un valore elevato dell'AREA_AM. Lo stesso vale per la tipologia vegetazione erbacea per la Provincia di Foggia. In queste situazioni, dove gli indici presentano contemporaneamente questi andamenti, è come se ci fosse un effetto polarizzante che tende a raggruppare la tipologia di copertura in questione.

Analizzate al livello di paesaggio, tutte le province presentano un buon livello di coesione. Infatti l'indicatore assume valori molto elevati. Questa tendenza è confermata anche dal secondo indicatore di aggregazione (AI). Tuttavia, il livello di diversità varia notevolmente assumendo valori dell'indicatore SIDI che vanno da un minimo di 0,30 ad un massimo di 0,76. Relazionando questo dato con il dato sulla dimensione delle superfici (AREA_AM), si ha la conferma che le province con un territorio più diversificato, sono quelle composte da unità spaziali di dimensioni tendenzialmente minori.

In generale, l'andamento della struttura territoriale delle province italiane differisce al livello di analisi delle singole tipologie di copertura del suolo e dei rapporti che intercorrono tra loro, in termini sia di struttura spaziale che di composizione. Spesso, inoltre, all'interno della stessa Provincia si assiste ad andamenti molto differenti tra le diverse coperture del suolo. Queste differenze appaiono smorzate al livello di analisi complessiva del paesaggio, dove le tipologie di copertura vengono analizzate insieme. A questo livello di analisi tutte le province presentano un buon grado di compattezza, ma la diversità varia notevolmente. Infatti, l'indicatore di diversità SIDI assume valori che vanno dallo 0,30 allo 0,76, per via della diversa dimensione delle unità spaziali che compongono il mosaico del paesaggio.

6.2 Frammentazione del territorio

L'espansione urbana e la crescita delle infrastrutture, in particolare quelle lineari come le strade e le ferrovie, causano la frammentazione del territorio, generando riduzione di continuità degli habitat e delle unità di paesaggio

Questo processo di riduzione della connettività ecologica dovuto alla trasformazione di *patch*¹⁶ di territorio in parti di minor estensione e più isolate, contribuisce alla riduzione della funzionalità del suolo di fornire servizi ecosistemici limitando la resilienza ai cambiamenti ambientali.

Per analizzare la frammentazione è stato calcolato l'indice *effective mesh size*¹⁷ (Jaeger, 2000, ISPRA-SNPA, 2018) considerando il ruolo frammentante del suolo consumato. Tale indice è interpretabile come la superficie di territorio accessibile (senza incontrare barriere fisiche) a partire da un qualsiasi punto all'interno dell'unità territoriale di riferimento. L'*effective mesh size* è stato elaborato su una griglia regolare di lato di un chilometro sull'intero territorio nazionale, permettendo di calcolare per ogni cella la densità delle *patch* territoriali (*mesh density* - Seff) cioè il numero di *mesh* per 1.000 km². L'elemento frammentante è la copertura artificiale del suolo ottenuta dalla carta nazionale del consumo di suolo, integrata con i dati vettoriali di *OpenStreetMap* per migliorare l'identificazione delle infrastrutture lineari (strade e ferrovie).

Il livello di frammentazione (*effective mesh density*) è stato valutato tramite 5 classi coerentemente con quanto indicato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente per l'indicatore *Landscape fragmentation indicator effective mesh density* (Seff).

Tabella 32 - Classi di frammentazione relative all'*effective mesh density*. Fonte: ISPRA.

Effective mesh density (n° meshes per 1.000 km²)	Classe di frammentazione
Tra 0 e 1,5	Molto bassa
Tra 1,5 e 10	Bassa
Tra 10 e 50	Media
Tra 50 e 250	Elevata
Oltre 250	Molto elevata

L'indice è stato calcolato per il 2012 e il 2017, ed è stato quindi correlato con la carta di uso del suolo coeva, per analizzare la relazione tra frammentazione nei vari ambiti artificiale, naturale e agricolo. Nel 2012, le classi di frammentazione più critiche (elevata e molto elevata) occupano circa il 51% dell'ambito agricolo (circa 79.000 km²), e circa l'11% dell'ambito naturale (circa 18.000 km²).

Mentre nel 2017, le classi di frammentazione più elevata e molto elevata occupano oltre il 53% dell'ambito agricolo (circa 83.000 km²), e oltre il 12% dell'ambito naturale (circa 19.000 km²). Si nota quindi un generale incremento delle aree a frammentazione più elevata. Se inoltre consideriamo la classe di frammentazione media, nel 2017 la percentuale di superficie in ambito agricolo arriva all'89%, e in ambito naturale al 39%.

Tabella 33 - Distribuzione superficiale in km² delle classi di frammentazione all'interno delle classi di uso del suolo per il 2012. Fonte: ISPRA.

	Frammentazione				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Ambito agricolo	2.368	16.561	57.266	57.335	21.788
Ambito naturale	26.887	43.883	41.079	15.078	2.671

Tabella 34 - Distribuzione percentuale delle classi di frammentazione all'interno delle classi di uso del suolo per il 2012. Fonte: ISPRA.

	Frammentazione				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Ambito agricolo	1,5	10,7	36,9	36,9	14,0
Ambito naturale	17,3	28,3	26,4	9,7	1,7

¹⁶ Aree non consumate prive di elementi artificiali significativi che le frammentano interrompendone la continuità.

¹⁷ Estensione attesa dell'area accessibile a partire da un qualsiasi punto scelto all'interno dell'unità di riferimento (*reporting unit*).

Tabella 35 - Distribuzione superficiale in km² delle classi di frammentazione all'interno delle classi di uso del suolo per il 2017. Fonte: ISPRA.

	Frammentazione				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Ambito agricolo	1.573	15.485	55.192	58.753	24.095
Ambito naturale	25.043	43.949	41.690	16.092	2.979

Tabella 36 - Distribuzione percentuale delle classi di frammentazione all'interno delle classi di uso del suolo per il 2017. Fonte: ISPRA.

	Frammentazione				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Ambito agricolo	1,0	10,0	35,6	37,9	15,5
Ambito naturale	16,1	28,3	26,9	10,4	1,9

Tabella 37 - Differenza tra il 2012 e 2017 della distribuzione superficiale delle classi di frammentazione all'interno delle classi di uso del suolo (in km²). Fonte: ISPRA.

	Frammentazione				
	Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Ambito agricolo	-795,6	-1075,3	-2074,0	1417,4	2306,6
Ambito naturale	-1843,3	66,8	611,0	1014,2	308,6

In termini di differenze tra il 2012 ed il 2017 (Tabella 37), gli incrementi maggiori di superfici con frammentazione elevata o molto elevata sono nell'ambito agricolo (circa 3.700 km²). Tuttavia, anche l'ambito naturale ha subito un notevole incremento della frammentazione se si considera anche la classe media (circa 1.900 km²).

7. Atlante

In questo capitolo sono riportate alcune tavole relative a quattordici aree del nostro territorio e alle quattordici Città Metropolitane. In Figura 16 è riportato il quadro complessivo delle tavole che, per ogni area o Città Metropolitana, riportano un estratto delle immagini satellitari Copernicus Sentinel 2 (in alto), della carta nazionale di copertura del suolo (al centro) e del Corine Land Cover IV livello (in basso).



Figura 16 - Quadro d'unione delle tavole cartografiche.



Figura 17 - Legenda della carta nazionale di copertura del suolo, 2017. Fonte: ISPRA.



Figura 18 - Legenda del Corine Land Cover al IV livello per l'Italia. Fonte: ISPRA.

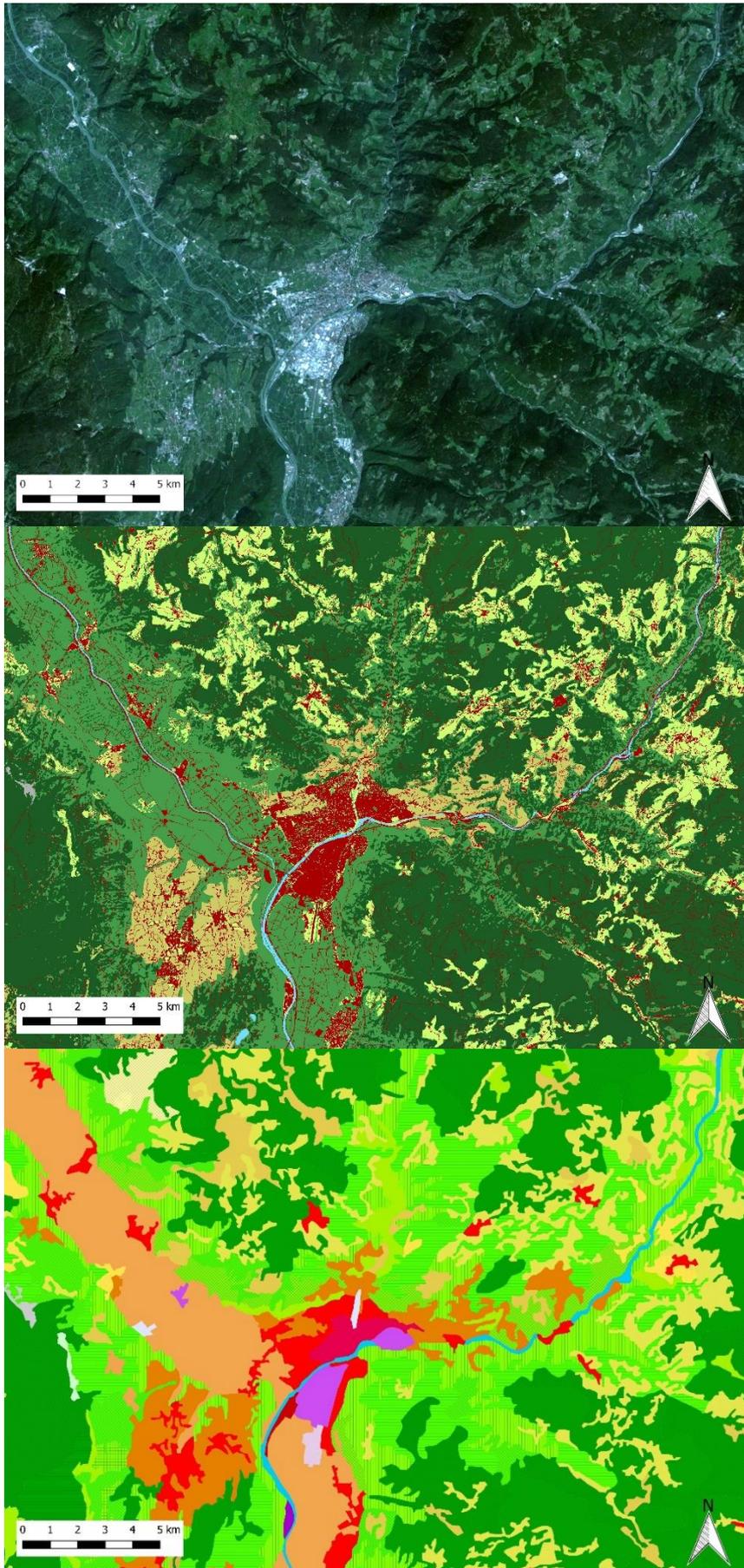


Tavola 1 - Città di Bolzano, Provincia autonoma di Bolzano. Fonte: ISPRA.

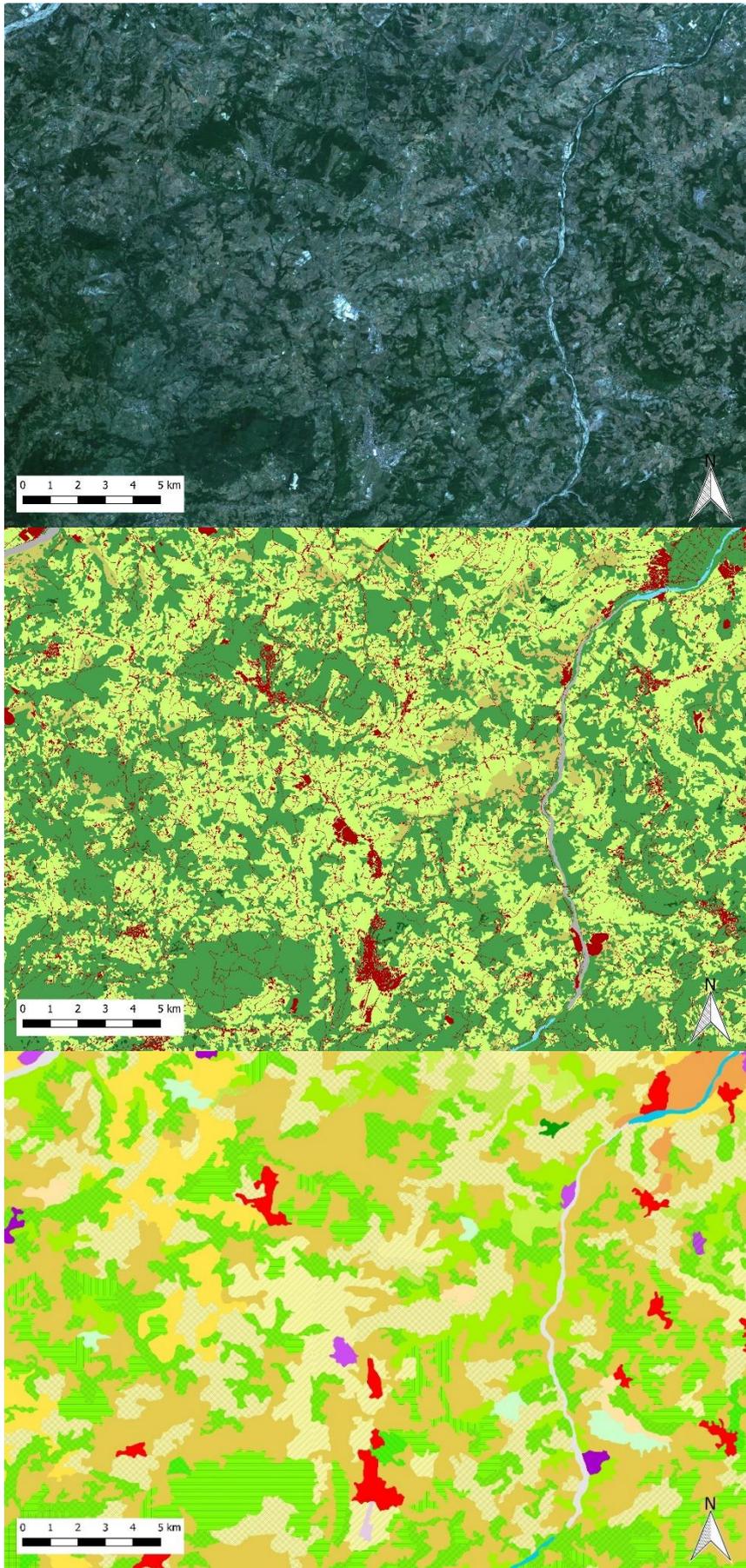


Tavola 2 - Pavullo nel Frignano, provincia di Modena, Regione Emilia - Romagna. Fonte: ISPRA.

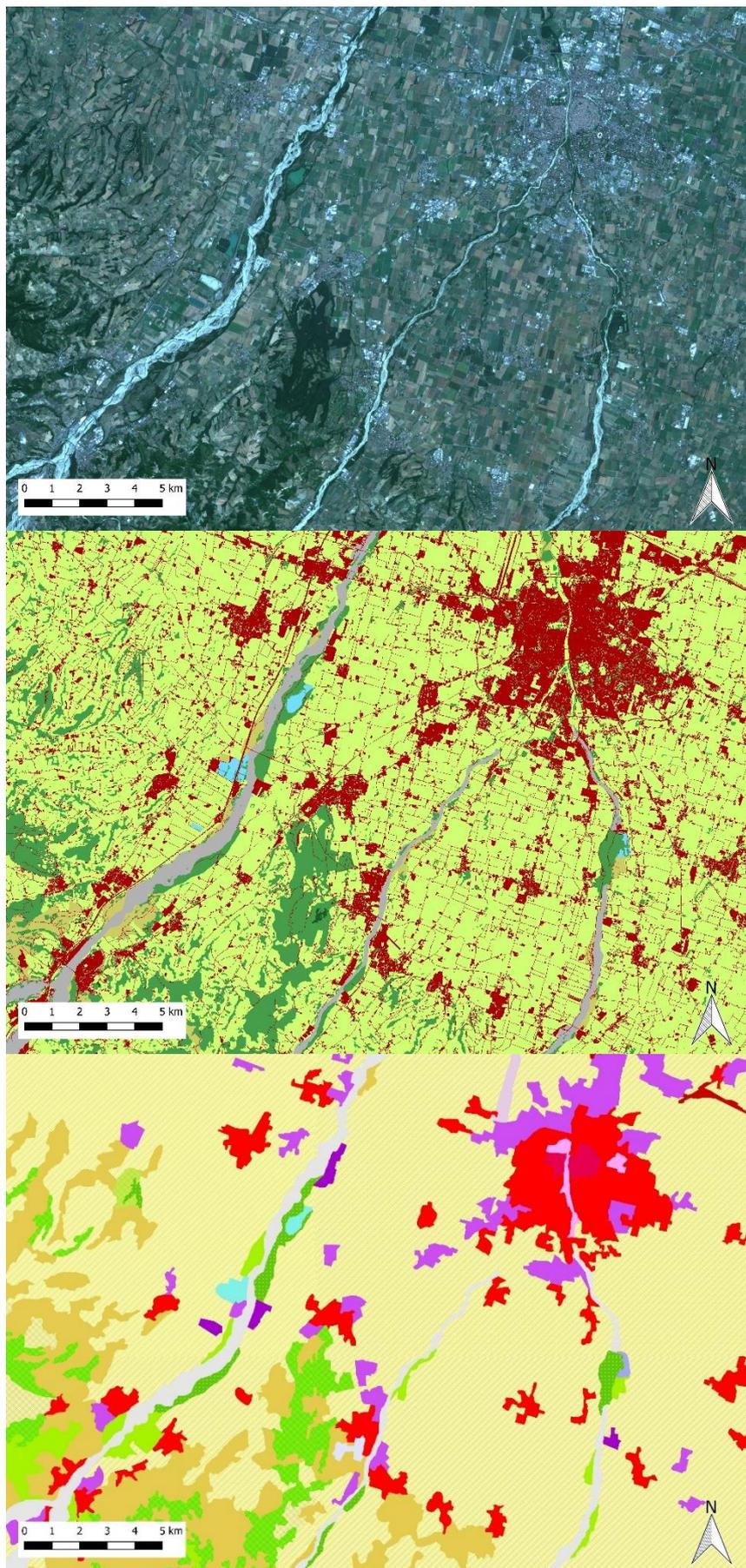


Tavola 3 - Val Baganza e città di Parma, Regione Emilia - Romagna. Fonte: ISPRA.

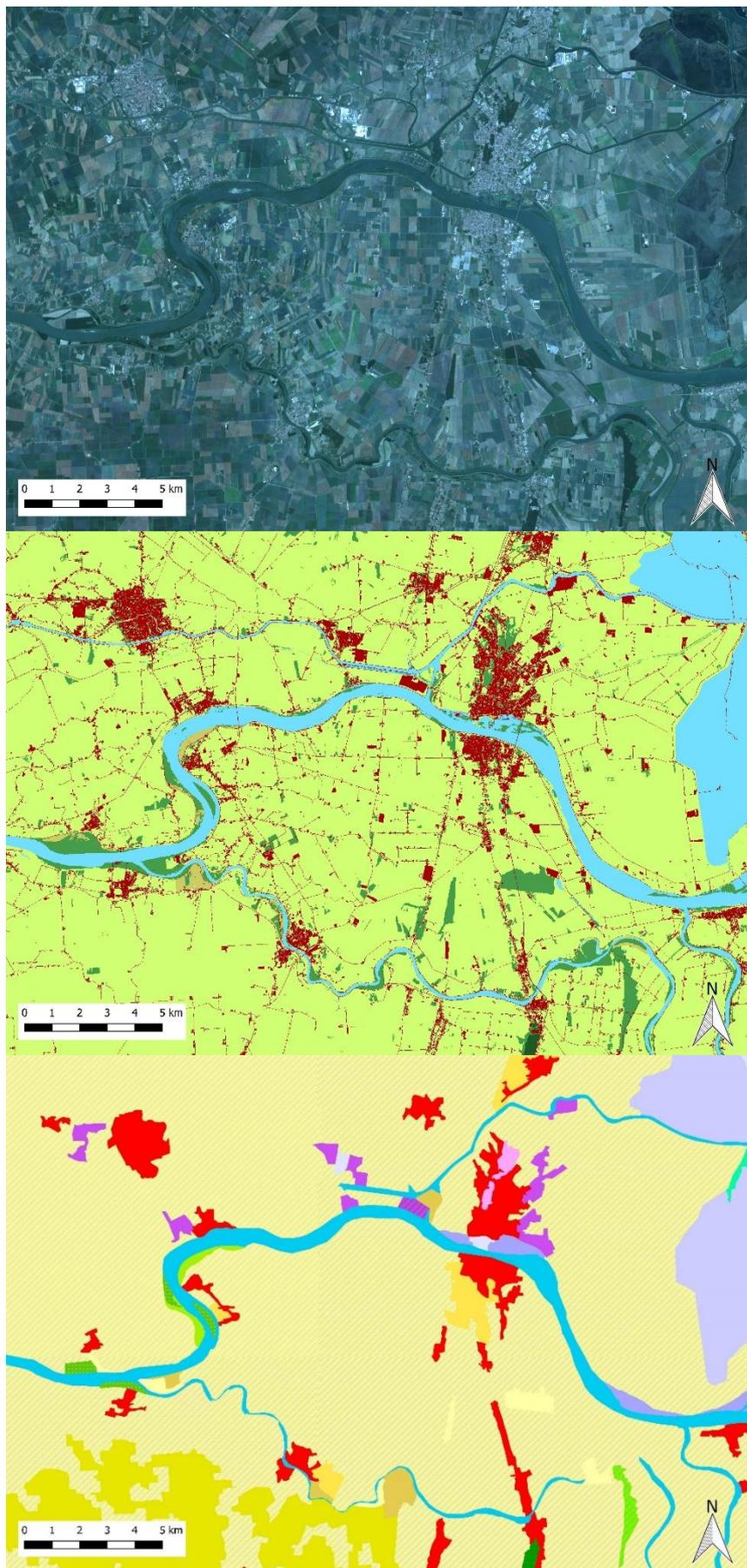


Tavola 4 - Tratto terminale del fiume Po, Provincia di Rovigo, Regione Veneto. Fonte: ISPRA.

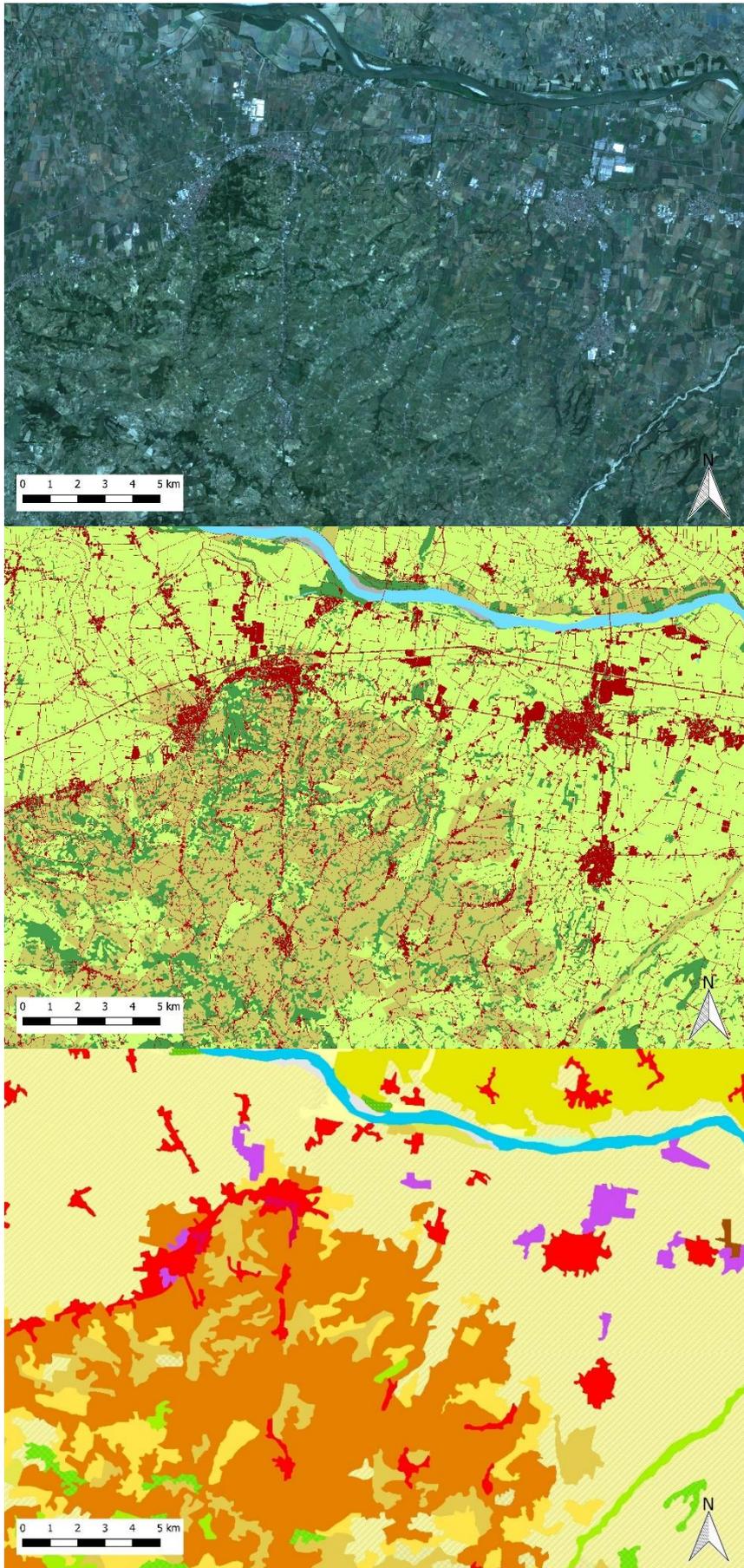


Tavola 5 - Castel San Giovanni, Provincia di Piacenza, Regione Lombardia. Fonte: ISPRA.

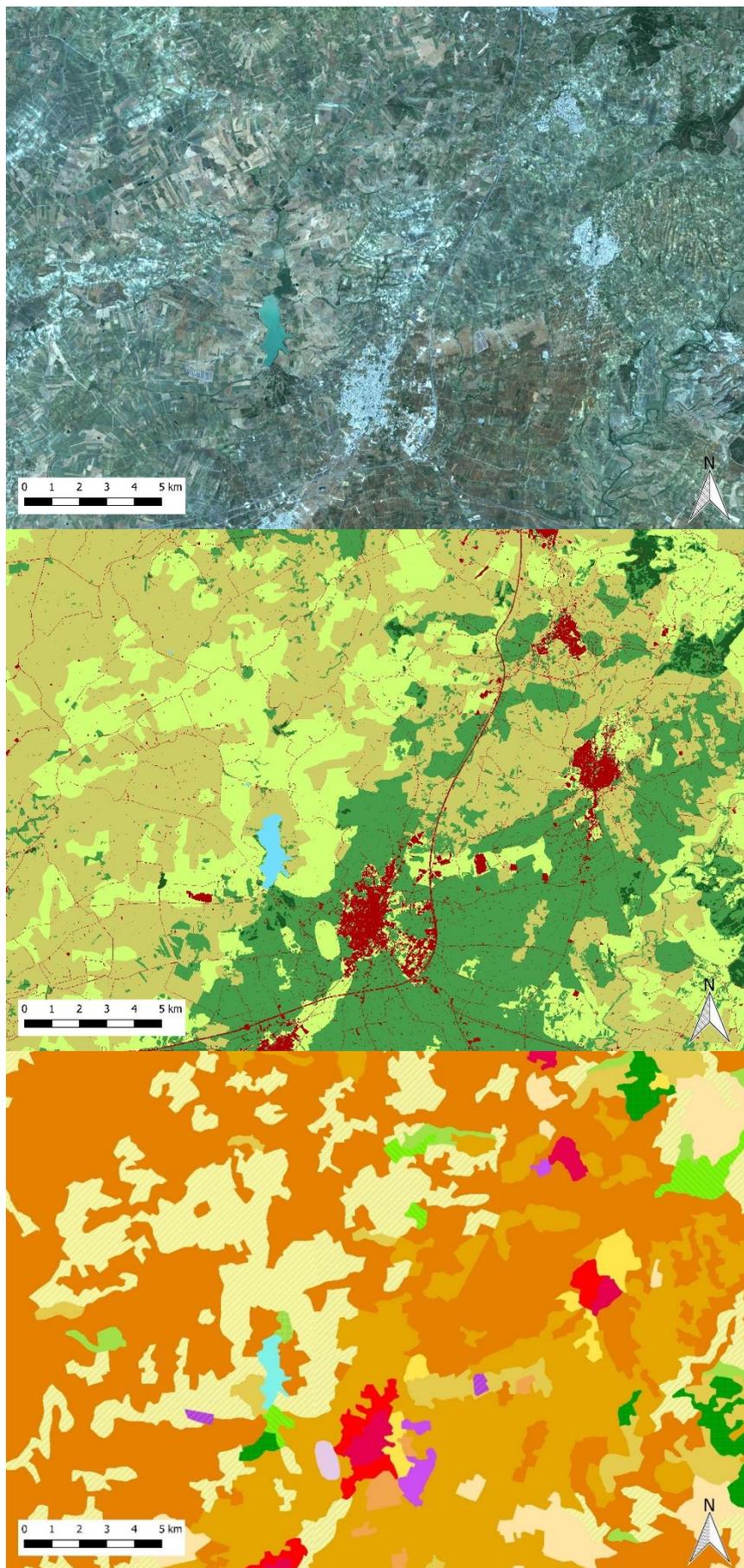


Tavola 6 - Castelvetrano e Partanna, Provincia di Trapani, Regione Sicilia. Fonte: ISPRA.

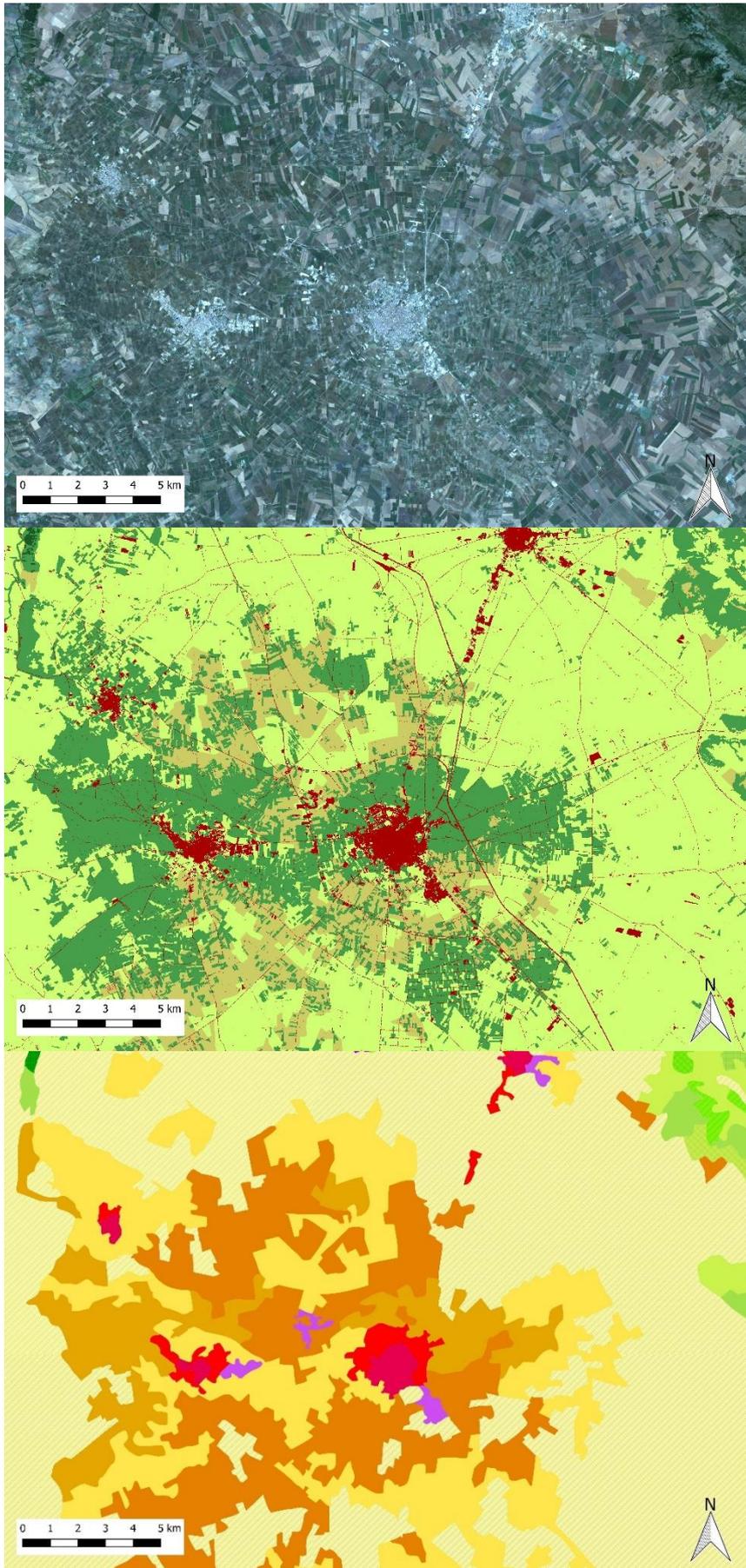


Tavola 7 - San Severo, Provincia di Foggia, Regione Puglia. Fonte: ISPRA.

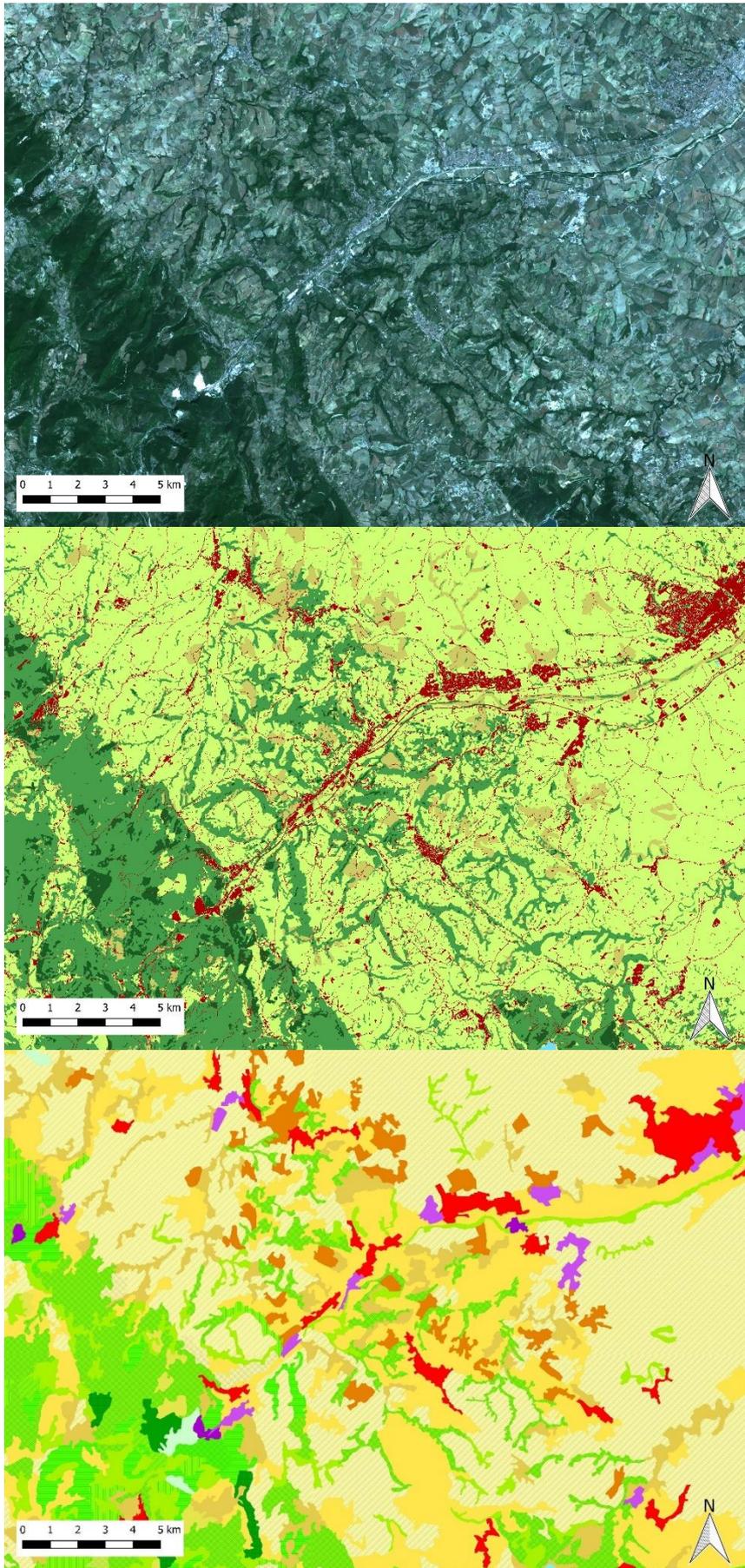


Tavola 8 - Jesi, Provincia di Ancona, Regione Marche. Fonte: ISPRA.

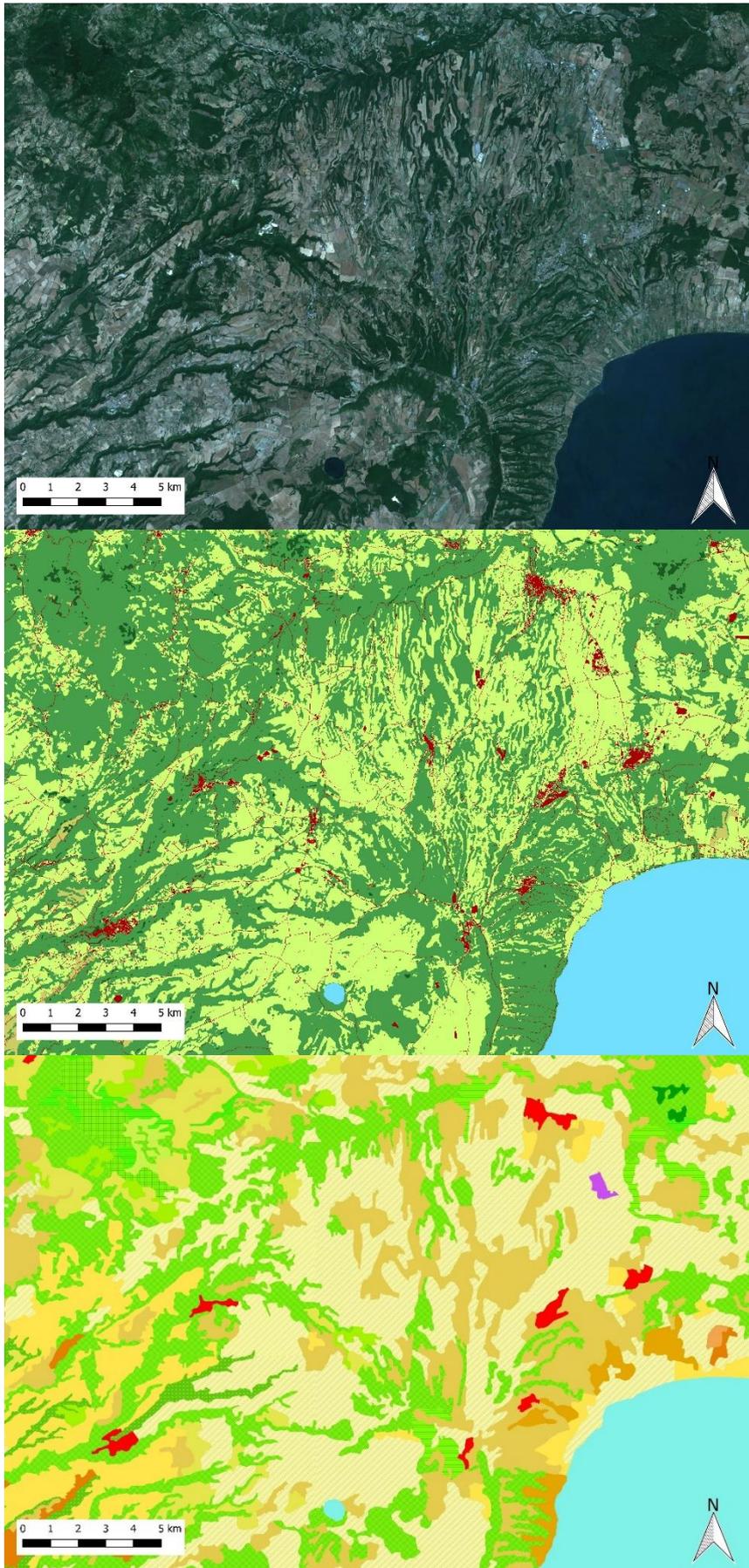


Tavola 9 - Area a nord-ovest del Lago di Bolsena, Provincia di Viterbo, Regione Lazio. Fonte: ISPRA.

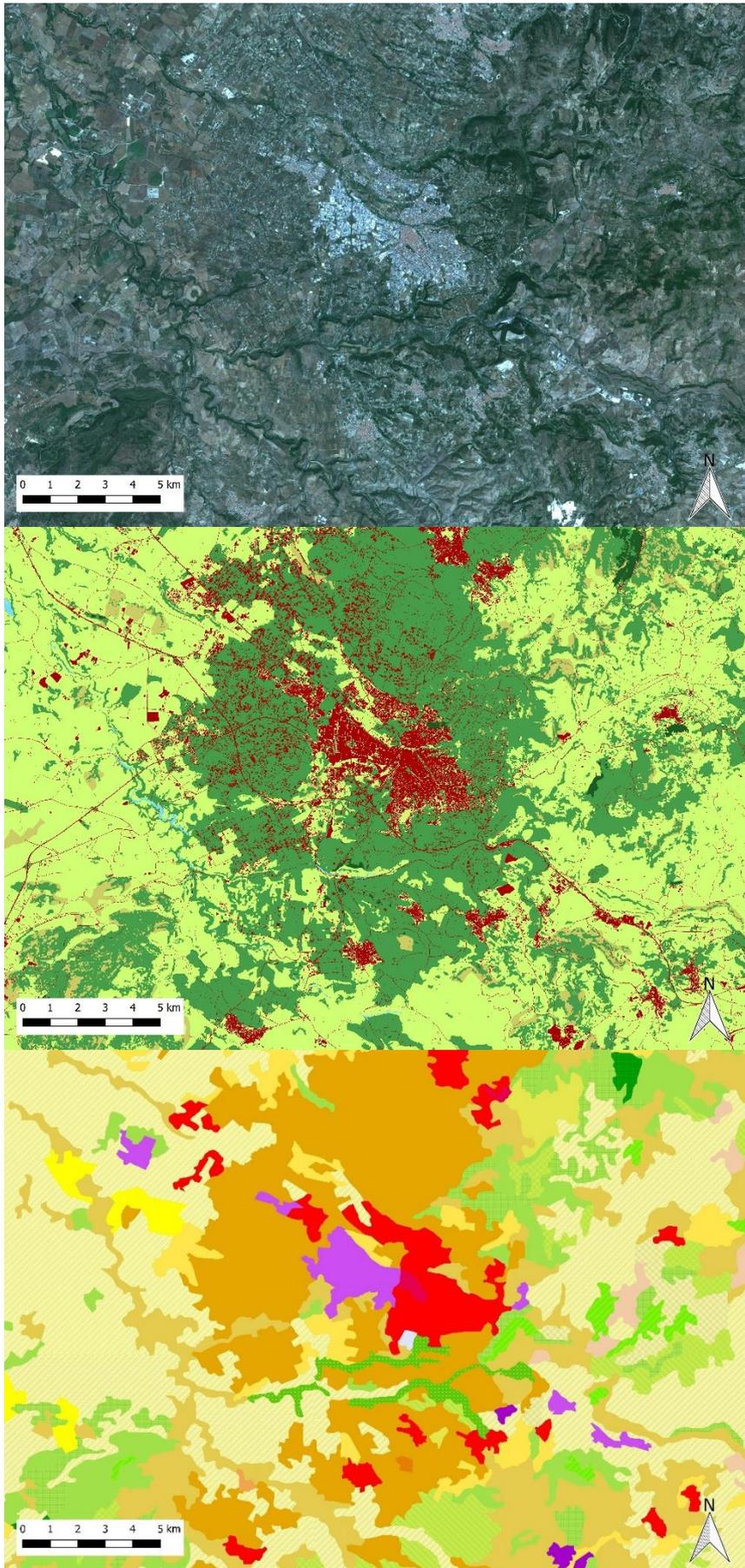


Tavola 10 - Sassari, Regione Sardegna. Fonte: ISPRA.

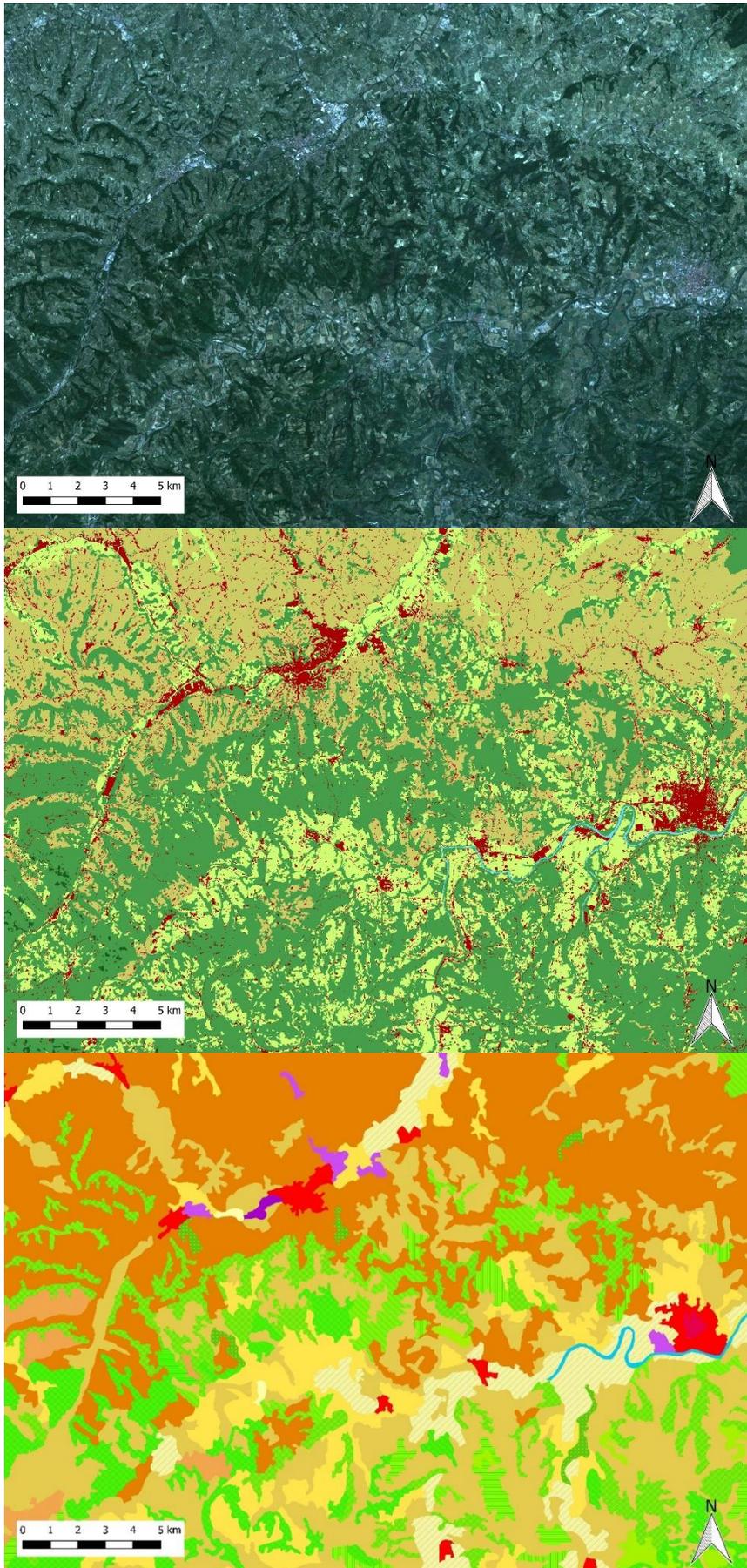


Tavola 11 - Acqui Terme, Provincia di Alessandria, Regione Piemonte. Fonte: ISPRA.

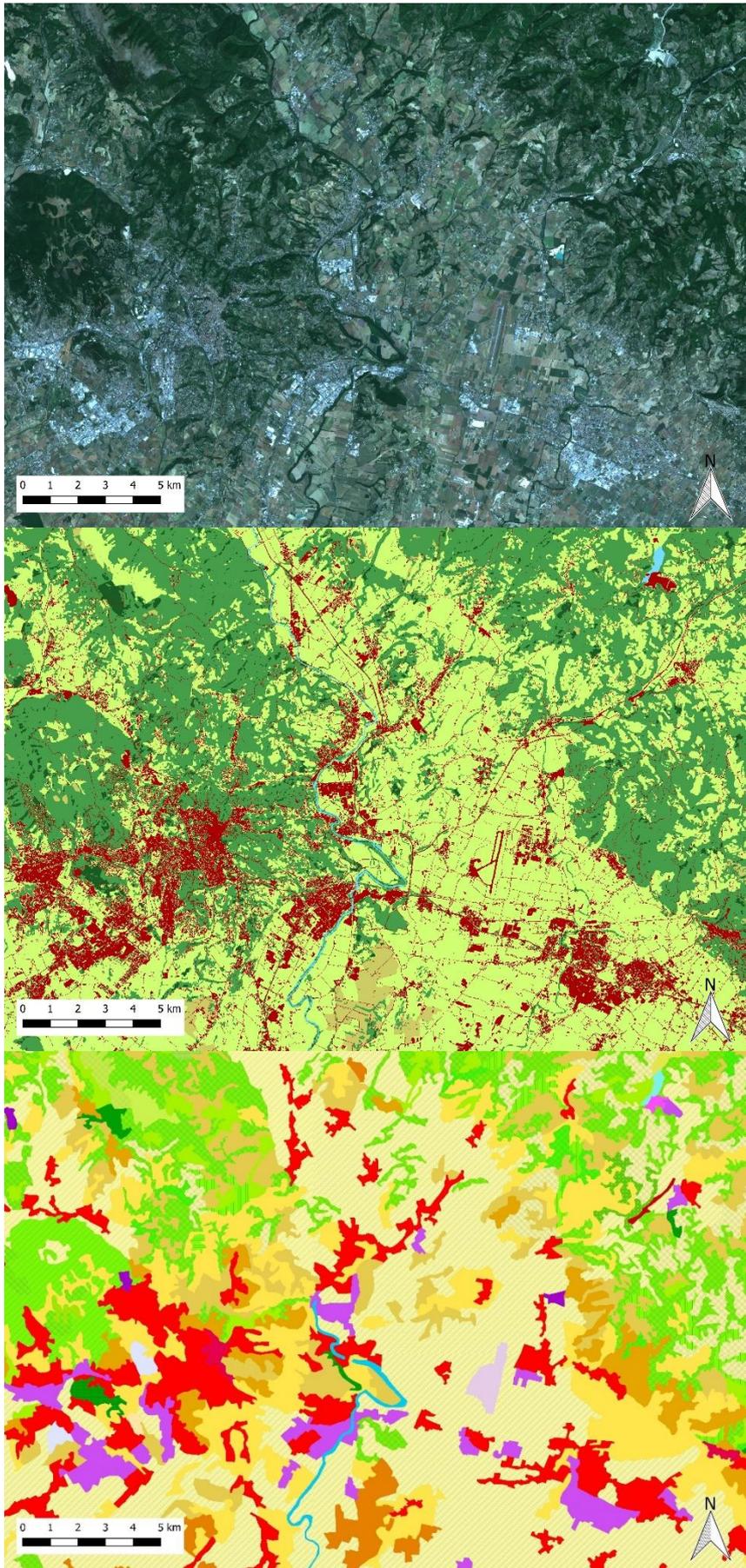


Tavola 12 - Perugia, Regione Umbria. Fonte: ISPRA.

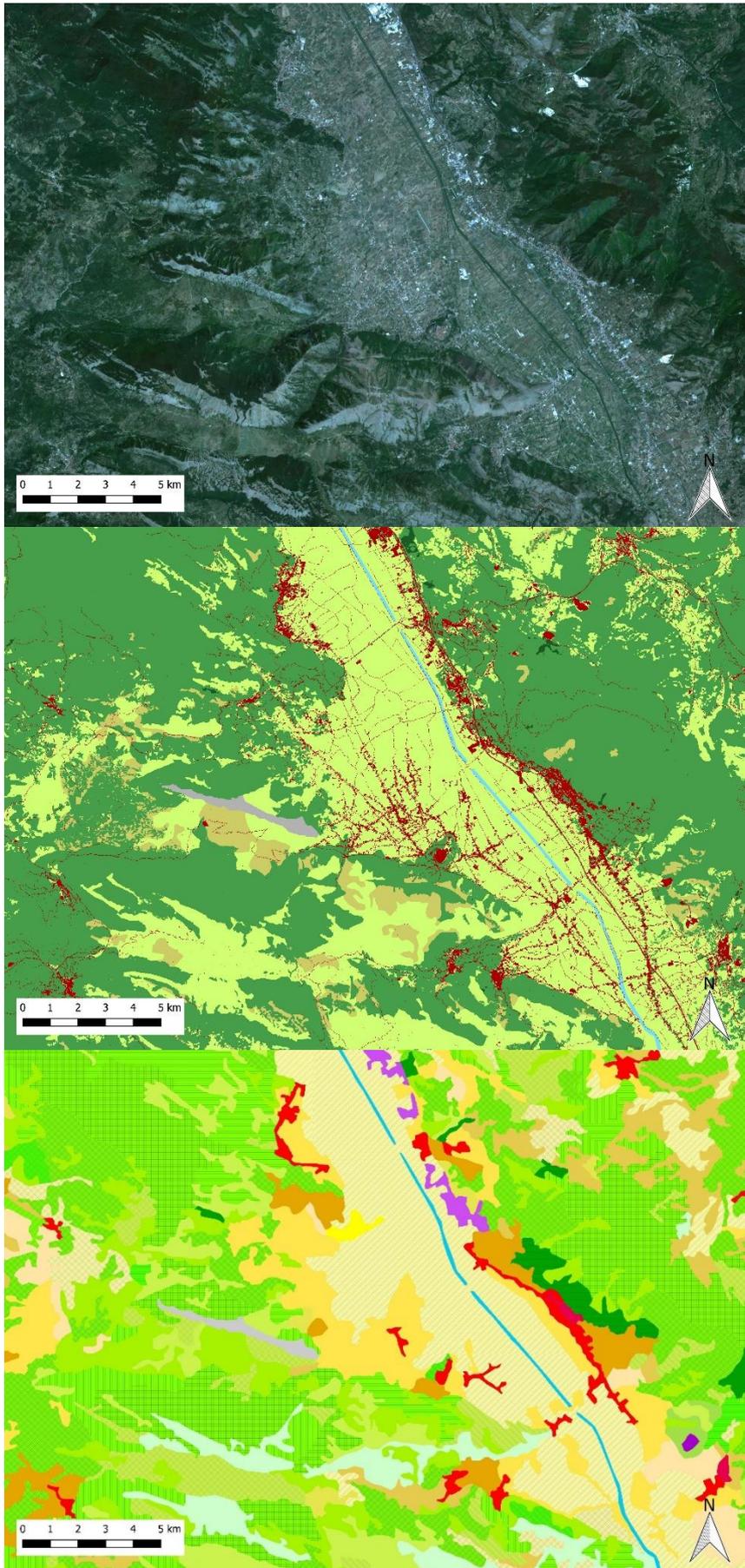


Tavola 13 - Sala Consilina, Provincia di Salerno, Regione Campania. Fonte: ISPRA.

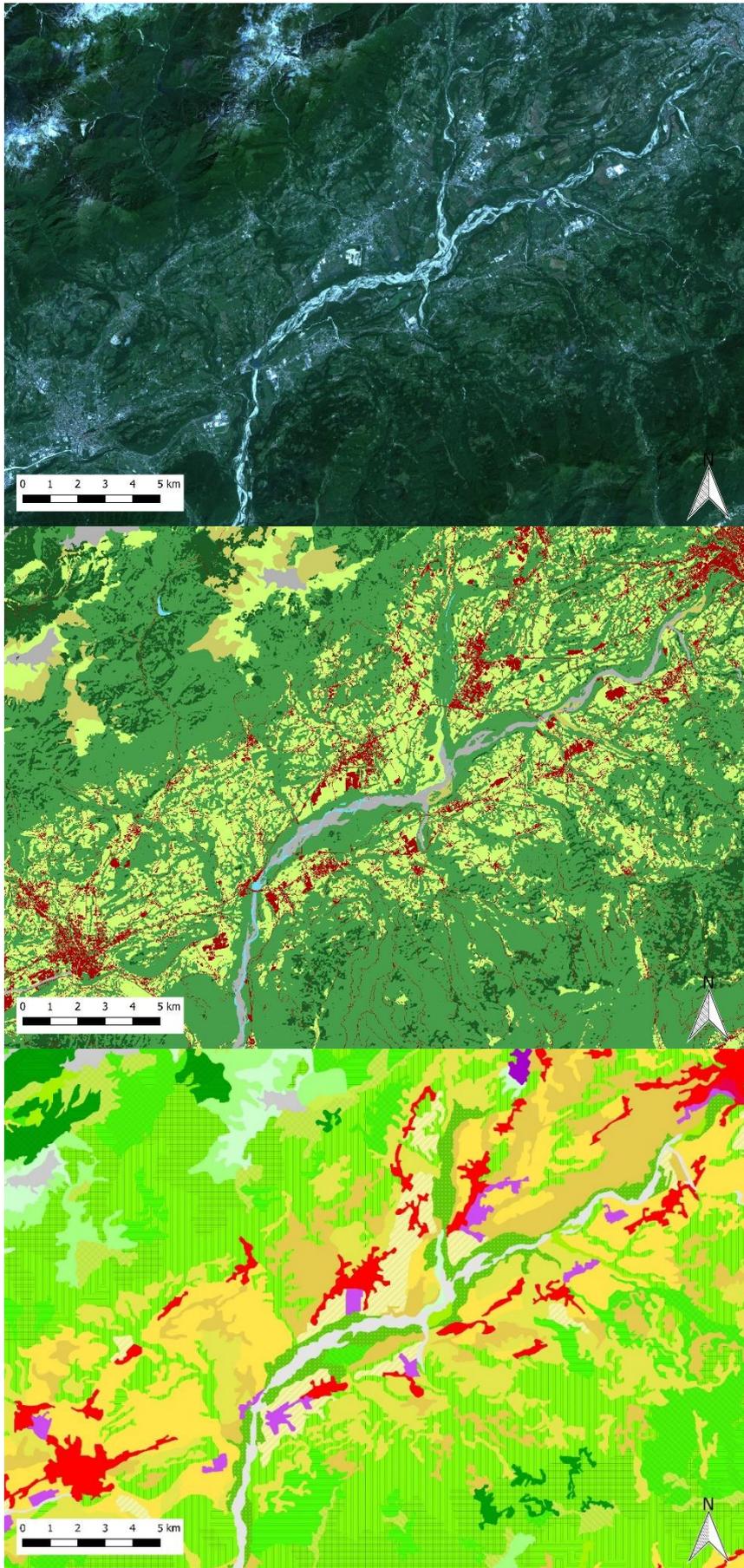


Tavola 14 - Feltre e Belluno, Provincia di Belluno, Regione Veneto. Fonte: ISPRA.

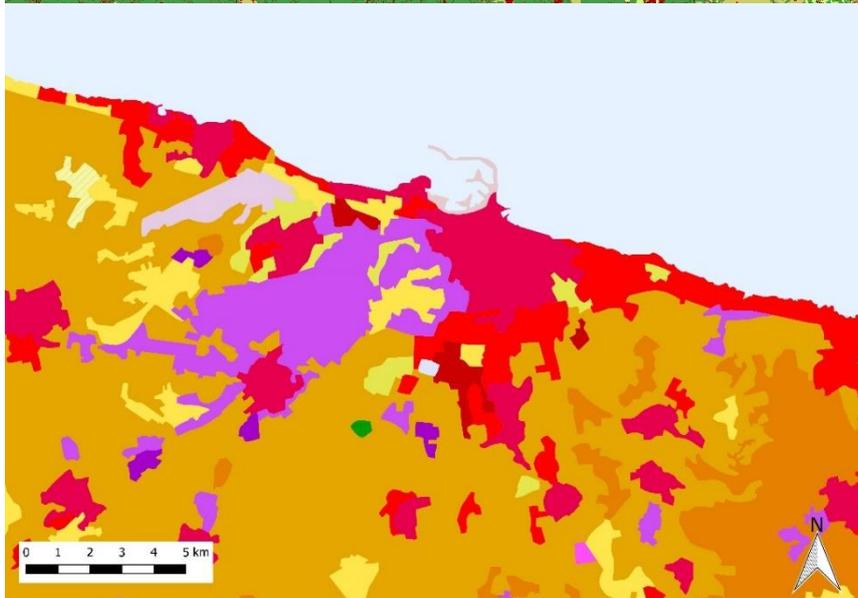
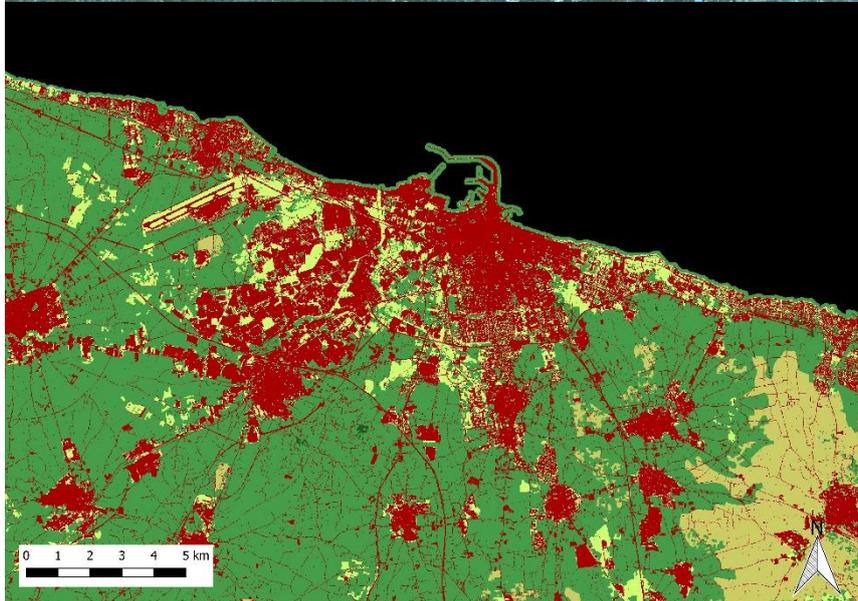


Tavola 15 - Città Metropolitana di Bari, Regione Puglia. Fonte: ISPRA.

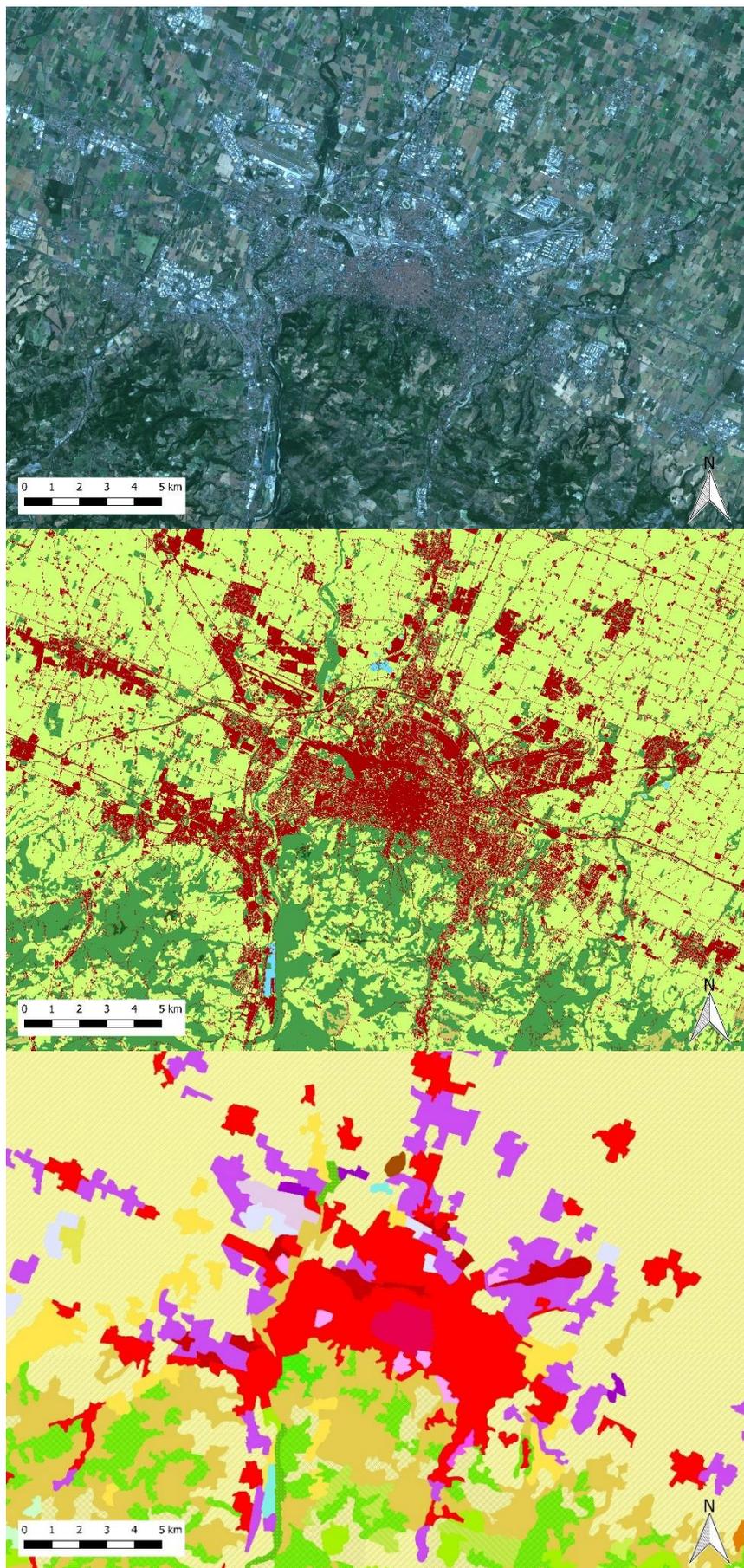


Tavola 16 - Città Metropolitana di Bologna, Regione Emilia - Romagna. Fonte: ISPRA.

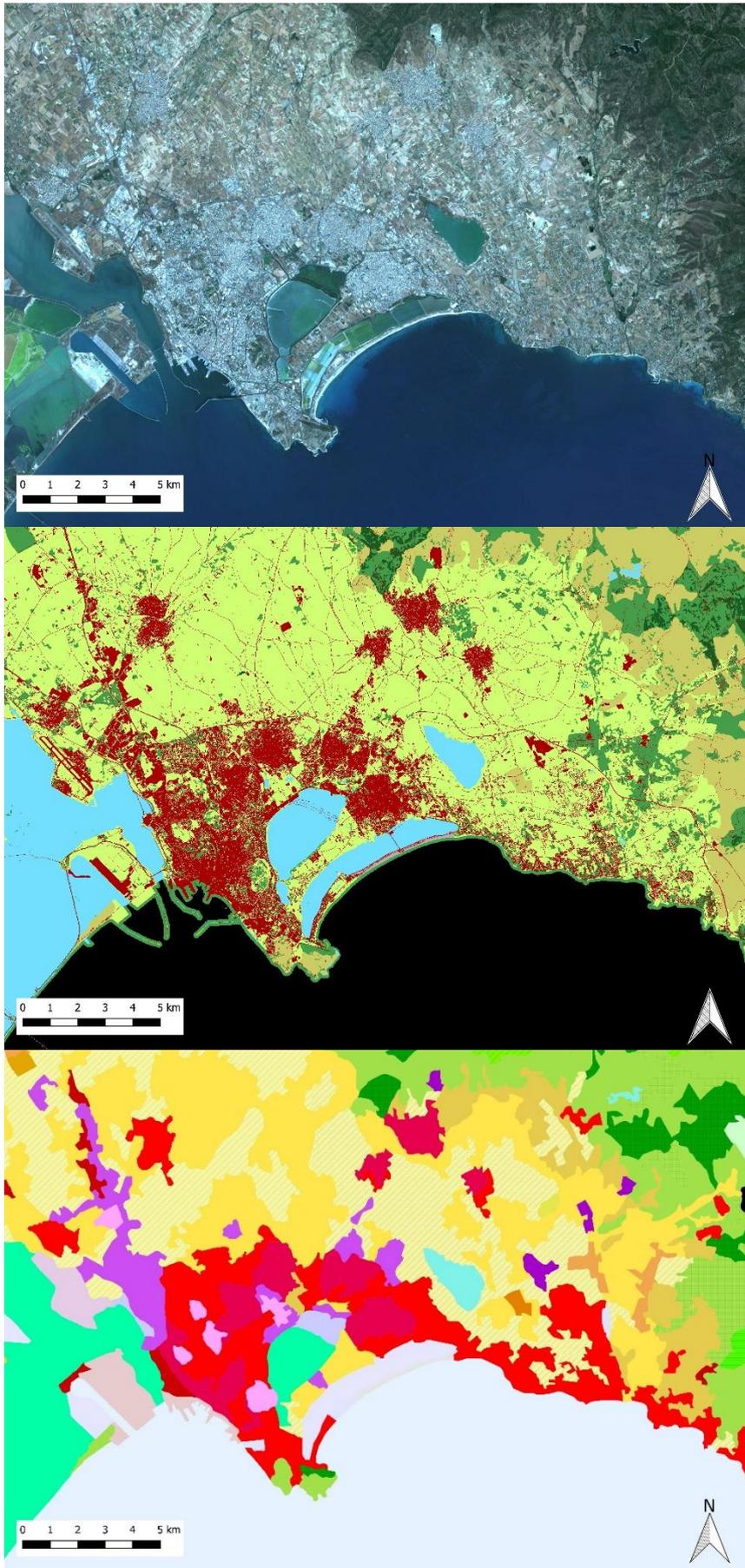


Tavola 17 - Città Metropolitana di Cagliari, Regione Sardegna. Fonte: ISPRA.

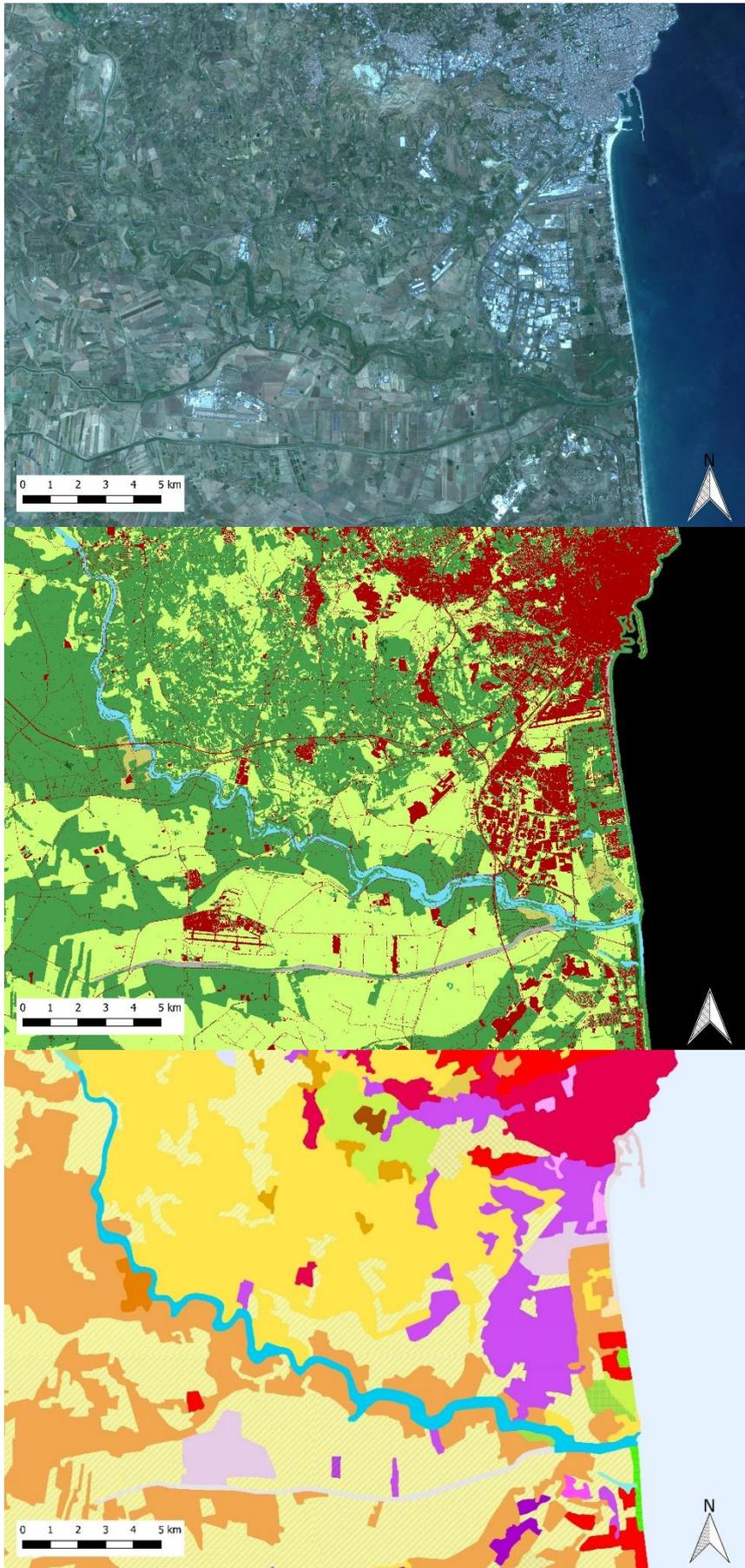


Tavola 18 - Città Metropolitana di Catania, Regione Sicilia. Fonte: ISPRA.

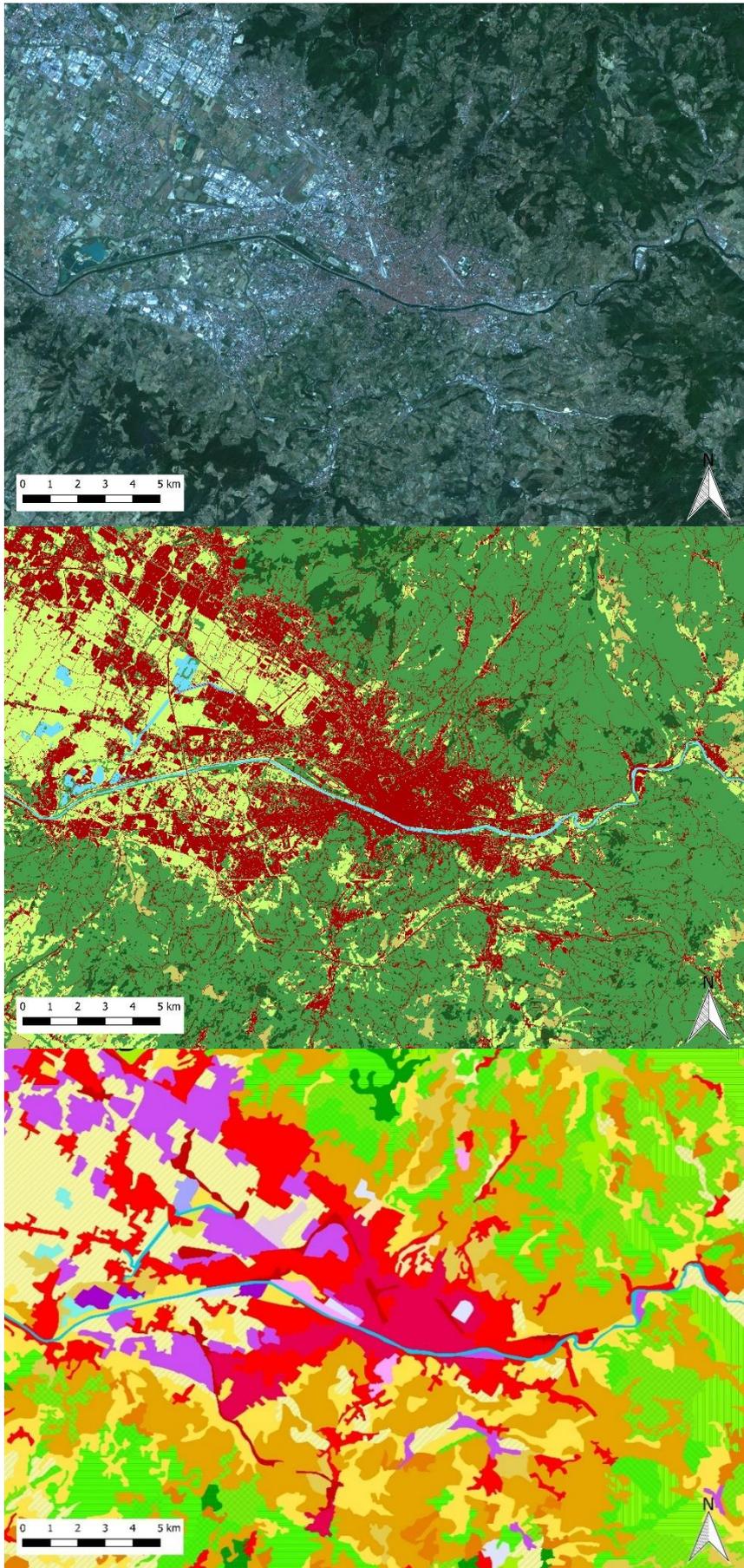


Tavola 19 - Città Metropolitana di Firenze, Regione Toscana. Fonte: ISPRA.

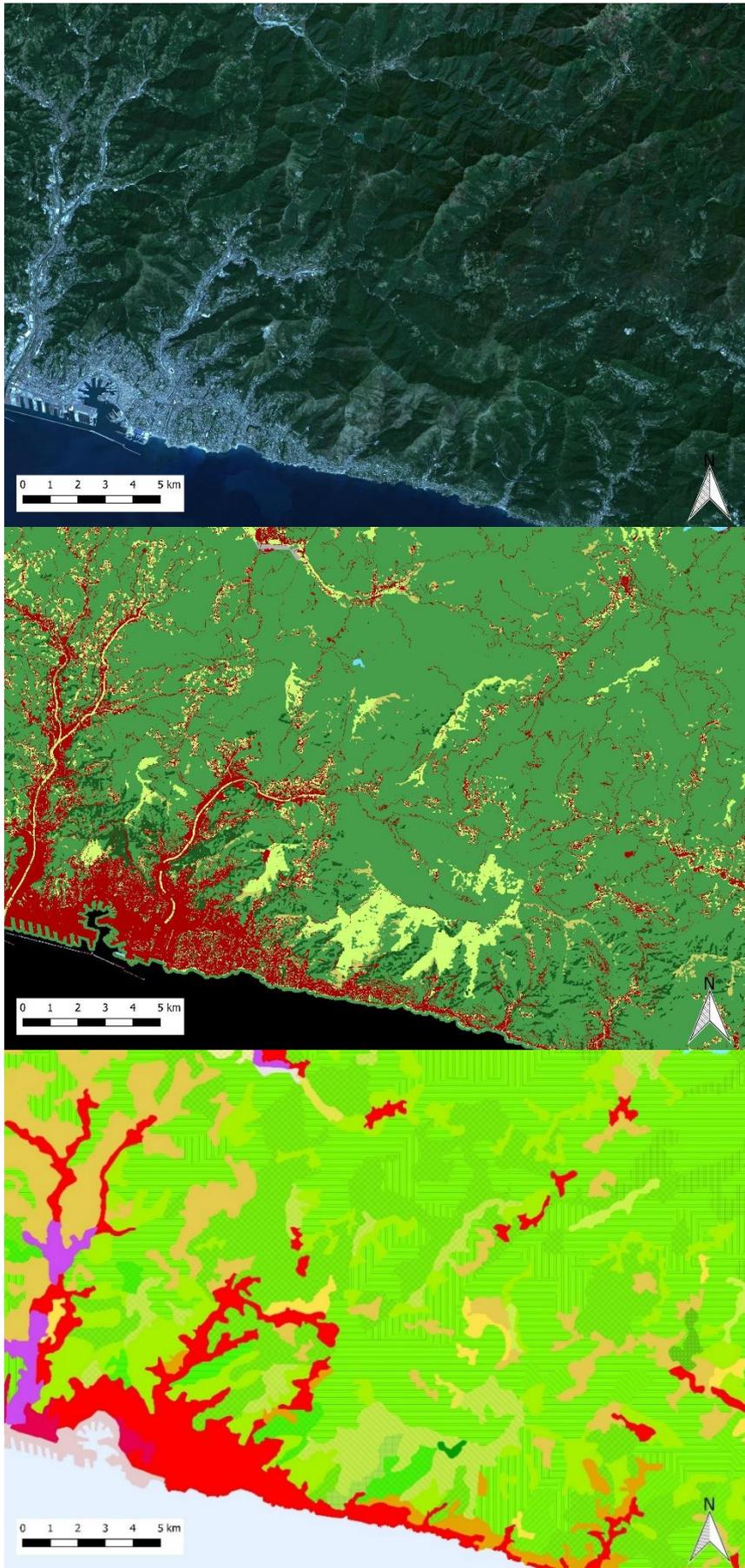


Tavola 20 - Città Metropolitana di Genova, Regione Liguria. Fonte: ISPRA.

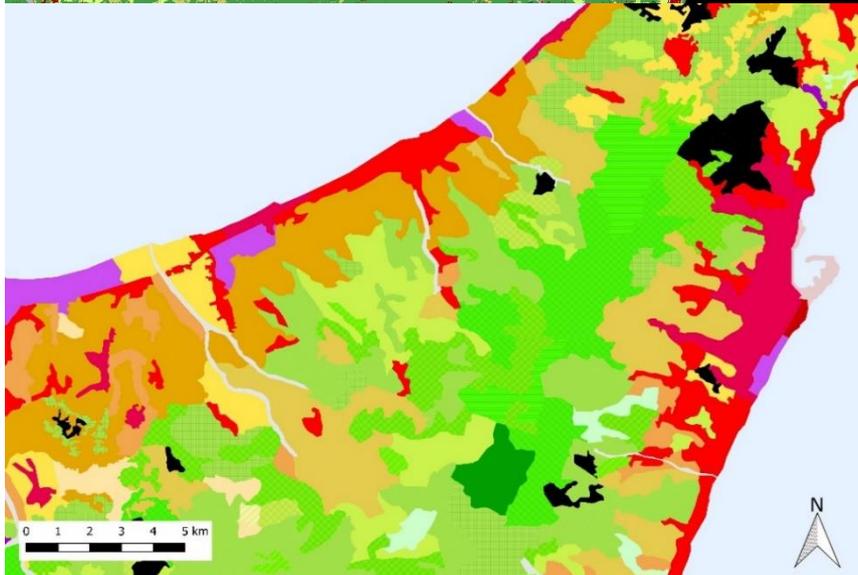
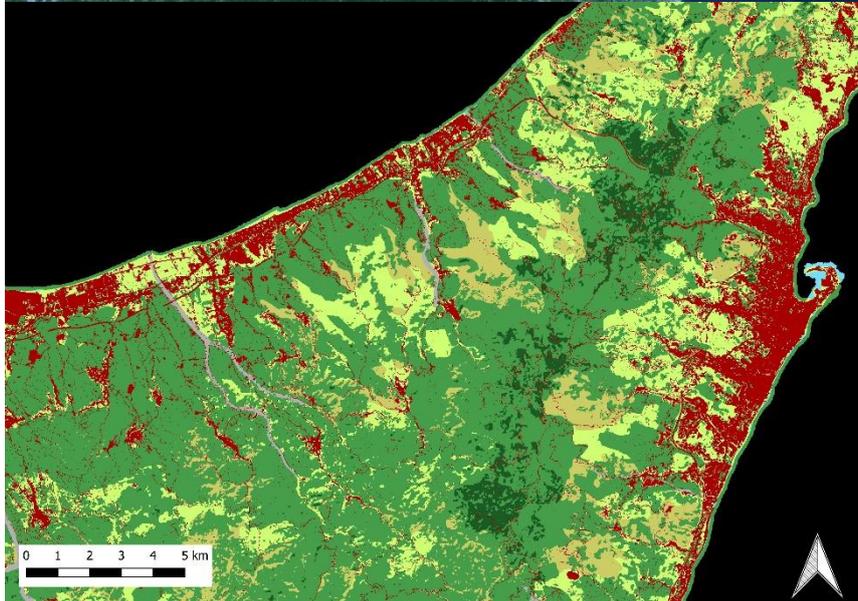


Tavola 21 - Città Metropolitana di Messina, Regione Sicilia. Fonte: ISPRA.

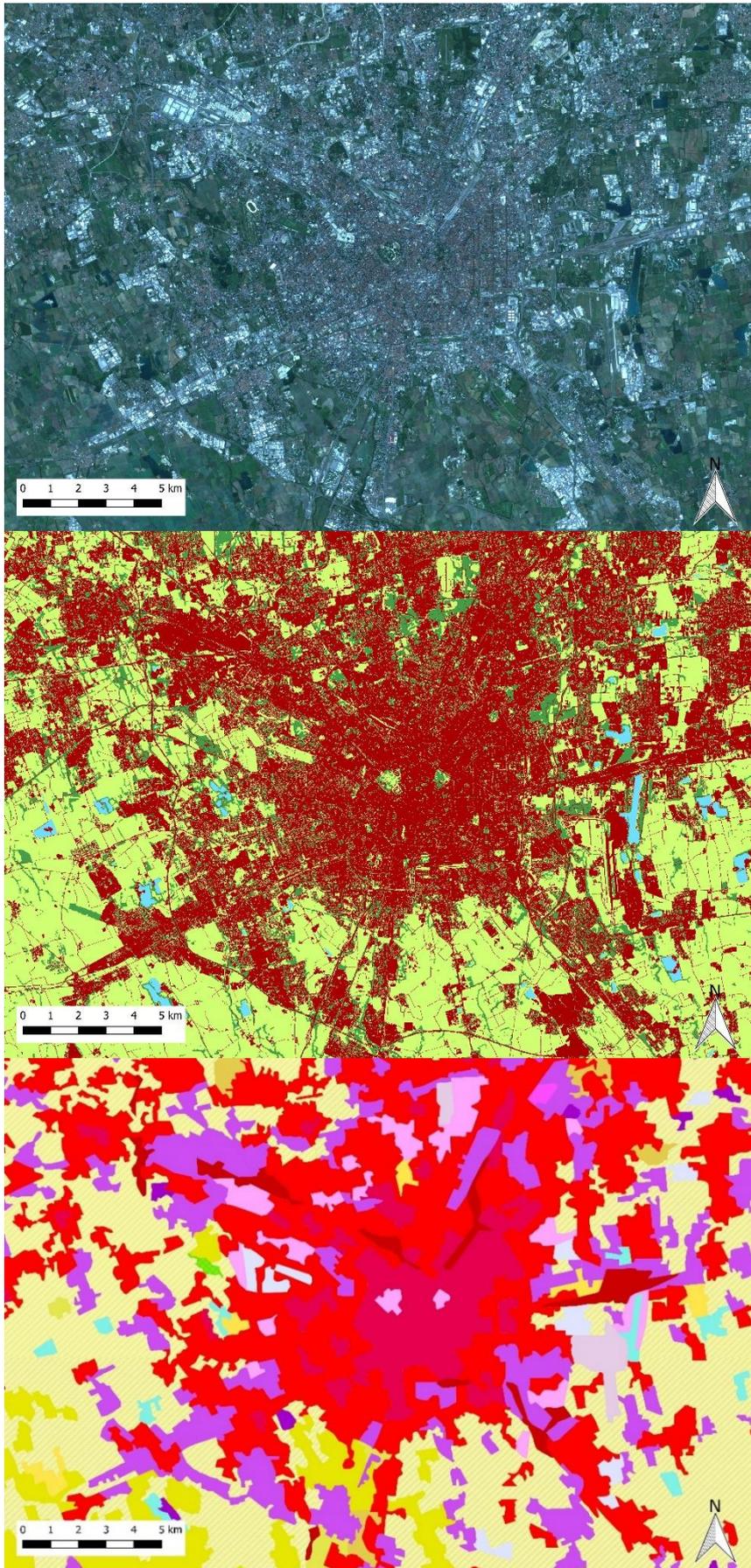


Tavola 22 - Città Metropolitana di Milano, Regione Lombardia. Fonte: ISPRA.

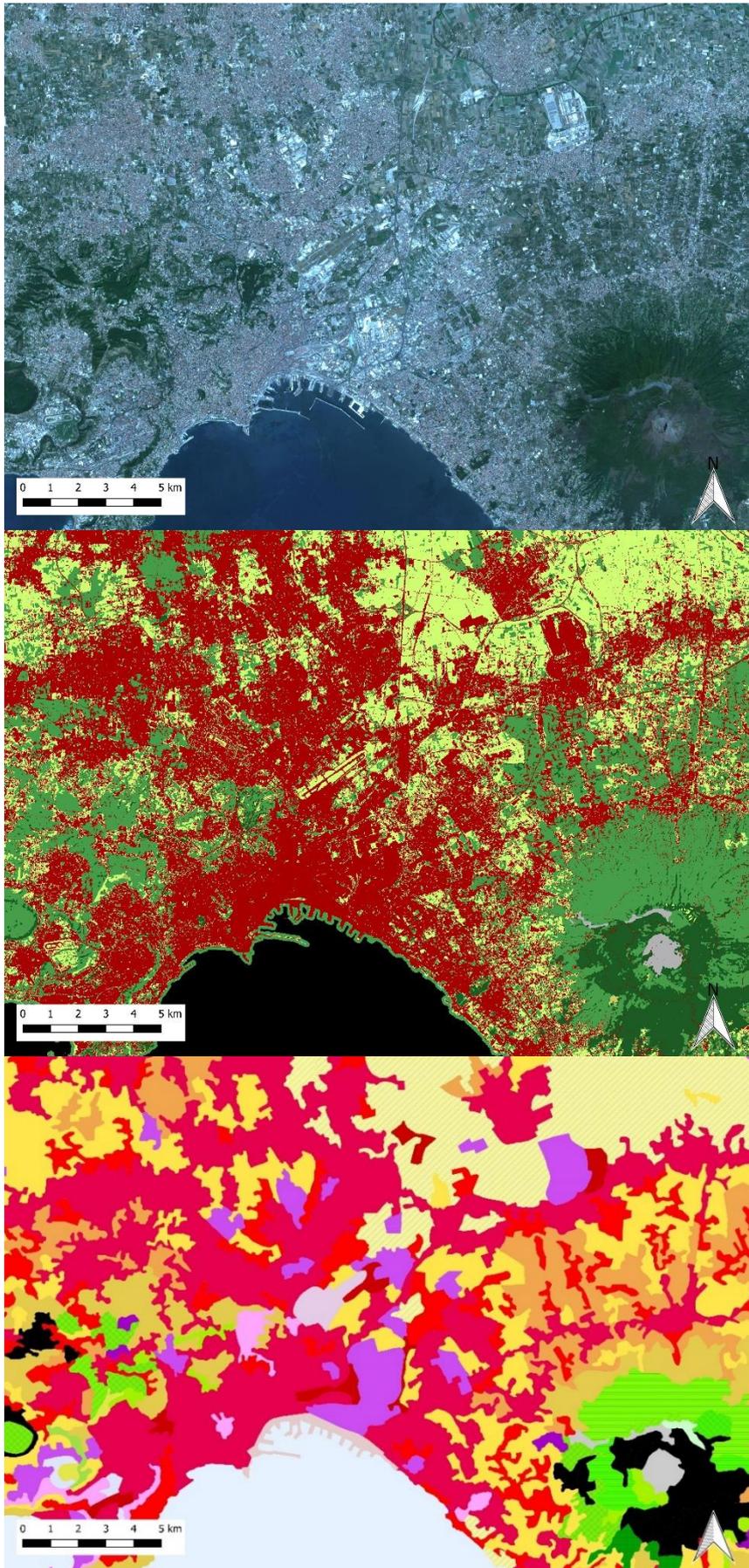


Tavola 23 - Città Metropolitana di Napoli, Regione Campania. Fonte: ISPRA.

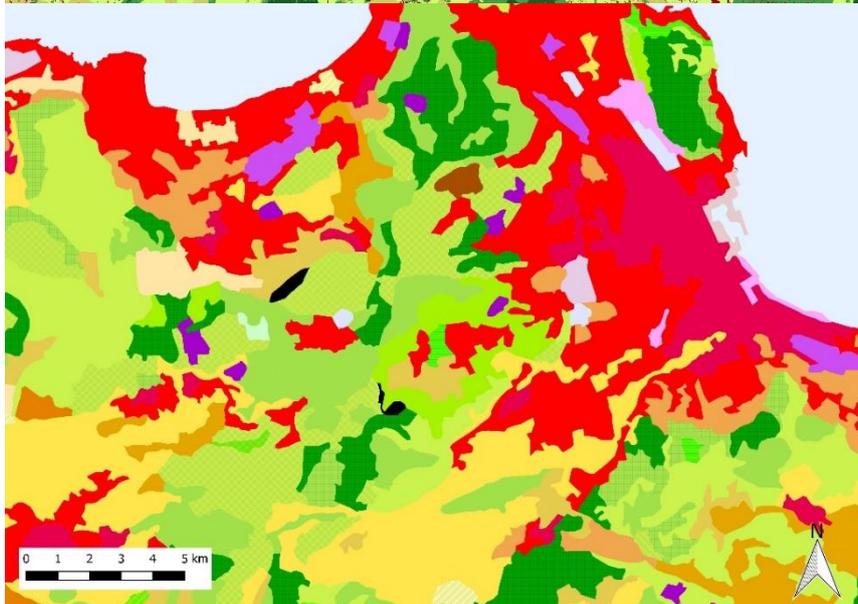
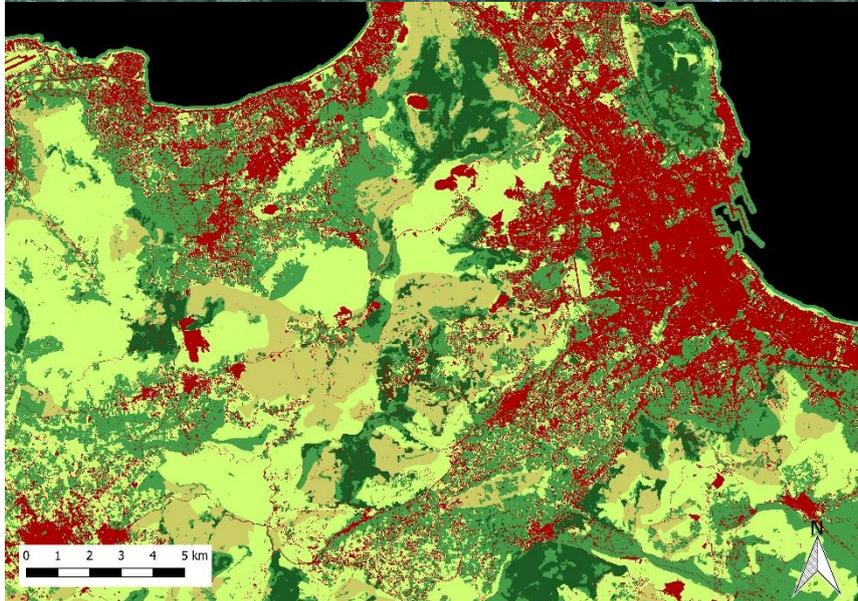


Tavola 24 - Città Metropolitana di Palermo, Regione Sicilia. Fonte: ISPRA.

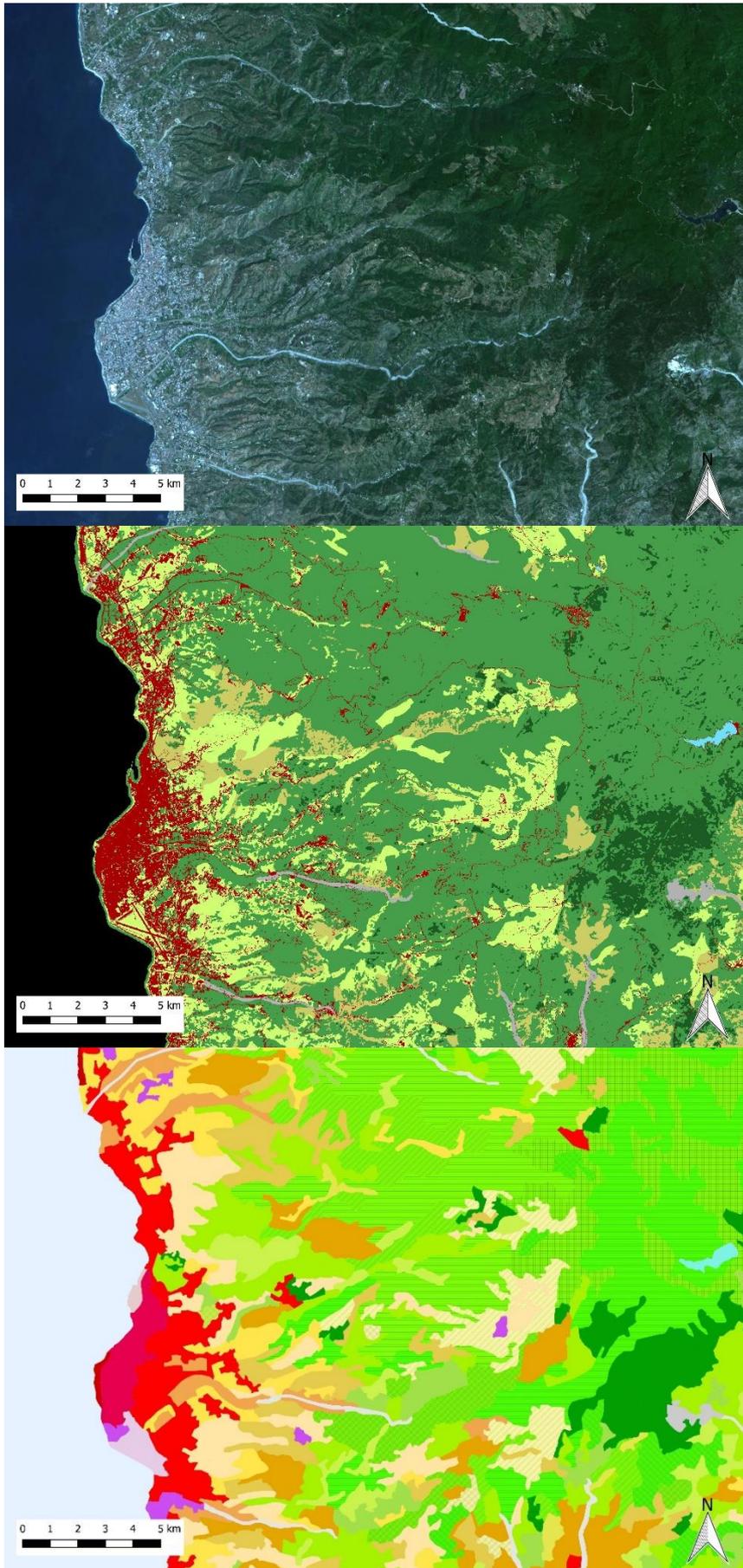


Tavola 25 - Città Metropolitana di Reggio Calabria, Regione Calabria. Fonte: ISPRA.

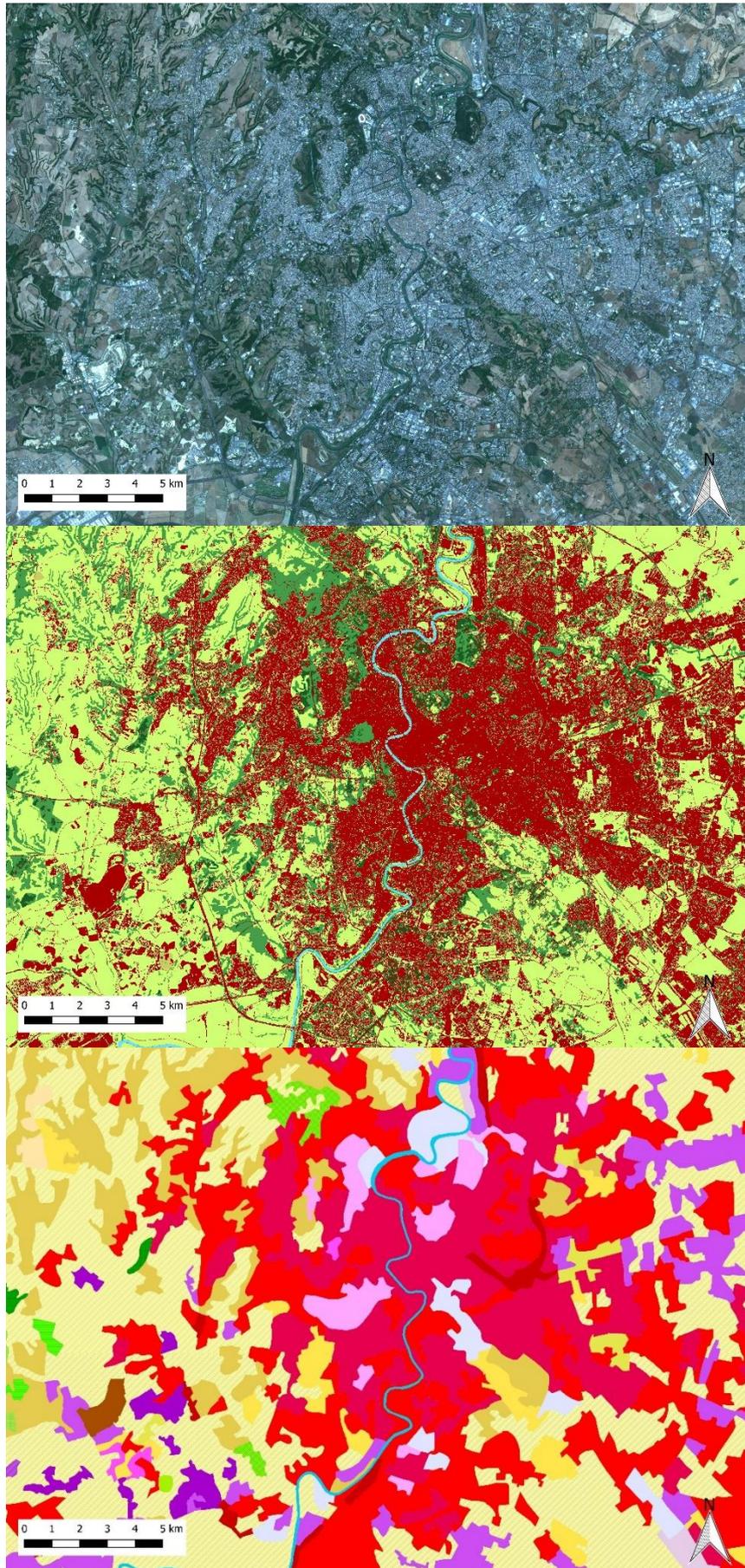


Tavola 26 - Città Metropolitana di Roma Capitale, Regione Lazio. Fonte: ISPRA.

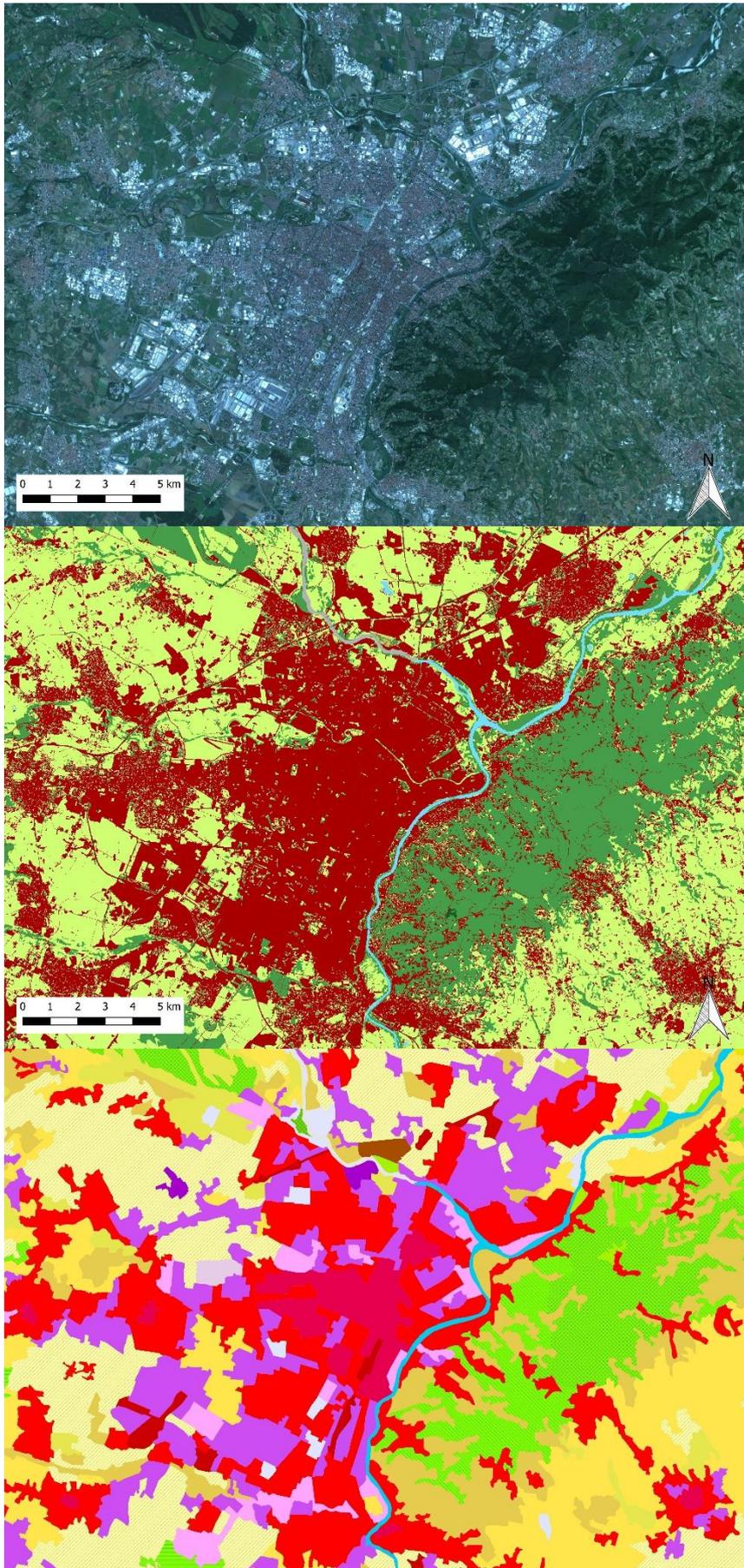


Tavola 27 - Città Metropolitana di Torino, Regione Piemonte. Fonte: ISPRA.

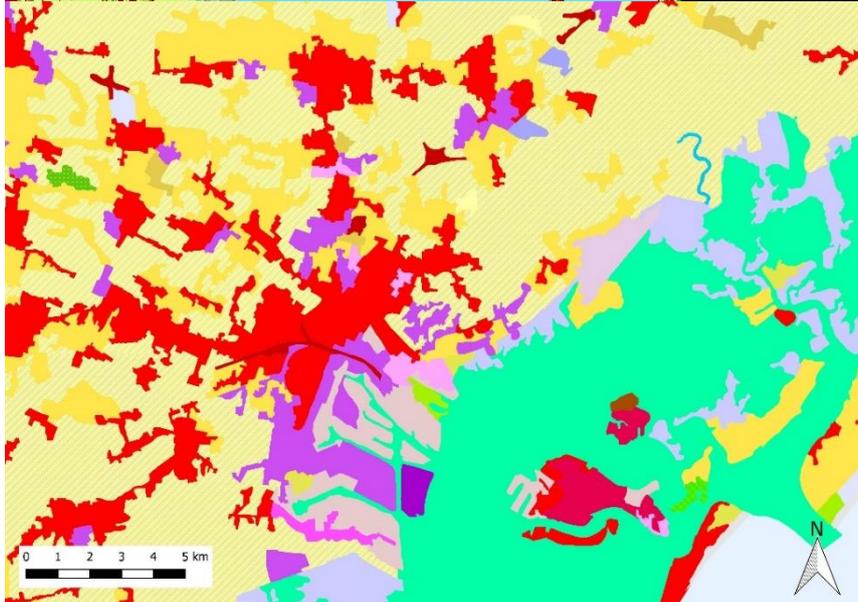
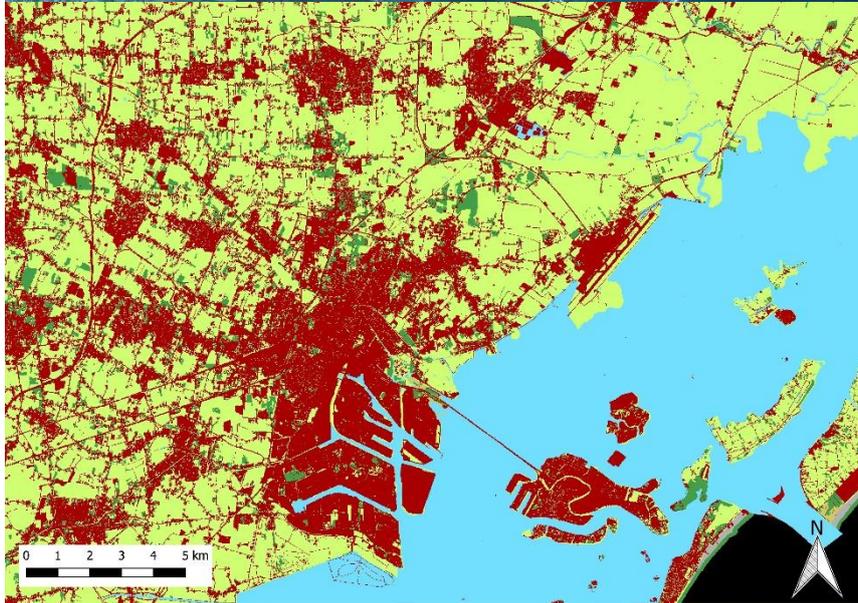


Tavola 28 - Città Metropolitana di Venezia, Regione Veneto. Fonte: ISPRA.

Riferimenti bibliografici

- APAT (2005). La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000. APAT, Roma.
- Camagni, R., M.C. Gibelli e P. Rigamonti (2002). I costi collettivi della città dispersa. Alinea, Firenze.
- CNR-TCI (1956-1968). Carta dell'utilizzazione del suolo d'Italia. Touring Club Italiano, Milano.
- Comitato Capitale Naturale (2018), Secondo Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Roma.
<http://www.minambiente.it/comunicati/il-secondo-rapporto-sullo-stato-del-capitale-naturale-italia>
- Commissione Europea (2006). Strategia tematica per la protezione del suolo, COM(2006) 231. Bruxelles, 22.9.2006.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R. de, Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387.
- EEA (2006). Land accounts for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting. Report No 11/2006.
- EEA (2015). Land systems. European briefings. The European environment. State and outlook 2015. European Environment Agency.
- EEA (2016). The direct and indirect impacts of EU policies on land, EEA Report No 8/2016, European Environment Agency.
- EEA (2017). Landscapes in transition. An account of 25 years of land cover change in Europe, EEA Report n. 10/2017, European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (2018). Land system at European level, EEA Briefing No 10/2018, European Environment Agency.
- Falcucci A., Maiorano L., Boitani L. (2007). Changes in land-use/land-cover patterns in Italy and their implications for biodiversity conservation. *Landscape Ecol* (2007) 22:617-631.
- Indovina, F. (2005). Governare la città con l'urbanistica. Guida agli strumenti di pianificazione urbana e del territorio. Maggioli Editore, Rimini.
- ISPRA (2010). La realizzazione in Italia del Progetto Corine Land Cover 2006. ISPRA, 131/2010, Roma.
- ISPRA (2010b). Analisi dei cambiamenti della copertura ed uso del suolo in Italia nel periodo 2000-2006. ISPRA, Roma.
- ISPRA (2014). Corine Land Cover 2012. ISPRA, Roma.
- ISPRA (2017). Annuario dei dati ambientali - Edizione 2017. 76/2017. ISPRA, Roma.
- ISPRA-SNPA (2018). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2018. ISPRA. Rapporti 288/2018.
- ISPRA (2018). Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2018. ISPRA, Rapporti 287/2018.
- Kremen C., Merenlender A.M. (2018). Landscapes that work for biodiversity and people. *Science* 362.
- Magnaghi, A. (1990). Il territorio dell'abitare. Lo sviluppo locale come alternativa strategica. Franco Angeli, Milano.
- Marchetti, M., Bertani, R., Corona, P., Valentini, R. (2012). Changes of forest coverage and land uses as assessed by the inventory of land uses in Italy. *For. - Riv. di Selvic. ed Ecol. For.* 9, 170-184.
- Marchetti, M., Pazzagli, R., Panunzi, S. (2017). Aree interne. Per una rinascita dei territori rurali e montani. Rubettino Editore, Soveria Mannelli (CZ).
- Marchetti, M., Vizzarri, M., Sallustio, L., di Cristofaro, M., Lasserre, B., Lombardi, F., Giancola, C., Perone, A., Simpatico, A., Santopuoli, G. (2018). Behind forest cover changes: is natural regrowth supporting landscape restoration? Findings from Central Italy. *Plant Biosyst. - An Int. J. Deal. with all Asp. Plant Biol.* 152, 524-535.
- Mattm (2018). Strategia Nazionale Del Verde Urbano, "Foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute e il benessere dei cittadini".
http://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/strategia_verde_urbano.pdf
- Mibact (2018). Carta nazionale del paesaggio. Elementi per una Strategia per il paesaggio italiano. Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo - Osservatorio nazionale per la qualità del paesaggio. Gangemi Editore.

-
- Pagliarella, M.C.C., Sallustio, L., Capobianco, G., Conte, E., Corona, P., Fattorini, L., Marchetti, M. (2016). From one- to two-phase sampling to reduce costs of remote sensing-based estimation of land-cover and land-use proportions and their changes. *Remote Sens. Environ.*
- Pileri, P. (2016), Che cosa c'è sotto. Il suolo, i suoi segreti, le ragioni per difenderlo. *Altreconomia*.
- Sallustio, L., De Toni, A., Strollo, A., Di, M., Gissi, E., Vizzarri, M., Casella, L., Geneletti, D., Munafò, M., Marchetti, M. (2017). Assessing habitat quality in relation to the spatial distribution of protected areas in Italy. *J. Environ. Manage.* 201, 129-137.
- Sallustio, L., Pettenella, D., Merlini, P., Romano, R., Salvati, L., Marchetti, M., Corona, P. (2018). Assessing the economic marginality of agricultural lands in Italy to support land use planning. *Land use policy* 76, 526-534.
- Salzano, E. (2010). *Memorie di un urbanista. L'Italia che ho vissuto*. Corte del Fòntego editore, Venezia.
- SEEA (2003). *Integrated Environmental and Economic Accounting*. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, World Bank.
- Sitzia, T., Campagnaro, T., Kowarik, I., Trentanovi, G. (2016). Using forest management to control invasive alien species: helping implement the new European regulation on invasive alien species. *Biol. Invasions* 18.
- UN (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*, A/RES/70/1, United Nations.
- 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. Human settlements and industrial systems.* 5(5):433-437.
- Weltin, M., Zasada, I., Piorr, A., Debolini, M., Geniaux, G., Moreno Perez, O., Scherer, L., Tudela Marco, L., Schulp, C.J.E. (2018). Conceptualising fields of action for sustainable intensification – A systematic literature review and application to regional case studies. *Agric. Ecosyst. Environ.* 257, 68–80.

