

CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI. Edizione 2024

Delibera del Consiglio SNPA n. 259/24 del 07.11.2024



Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici

Edizione 2024

Curatore

Michele Munafò (ISPRA)

Autori

Ines Marinosci (ISPRA), Giovanni Desiderio (ARTA Abruzzo), Gaetano Caricato (ARPA Basilicata), Luigi Dattola (ARPA Calabria), Gianluca Ragone (ARPA Campania), Monica Carati (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Alessandro Galuppo (ARPA Molise), Patrizia Lavarra (ARPA Puglia), Fulvio Raviola (ARPA Piemonte), Elisabetta Benedetti (ARPA Sardegna), Domenico Galvano (ARPA Sicilia), Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Raffaella Canepel (Provincia di Trento), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Federico Grosso (ARPA Valle d'Aosta), Ialina Vinci (ARPA Veneto). Francesca Assennato, Luca Congedo, Benedetta Cucca, Marco d'Antona, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Lorella Mariani, Annalisa Minelli, Michele Munafò, Nicola Riitano, Andrea Strollo (ISPRA), Giulia Cecili, Valentina Falanga (Università del Molise), Angela Cimini, Alessia D'Agata, Alessandra Ordanini, Lorenzo Rotella (Sapienza, Università di Roma), Andrea Padovan, Giorgio Zanvetto (APPA Bolzano), Giorgio Tecilla (APPA Trento)

Fotointerpretazione, classificazione, produzione cartografia, elaborazione dati

Annagrazia Calò, Luca Congedo, Benedetta Cucca, Marco d'Antona, Stefano De Corso, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Veronica Fioramonti, Tania Luti, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Annalisa Minelli, Marco Montella, Michele Munafò, Francesca Pretto, Nicola Riitano, Antonio Scaramella, Andrea Strollo (ISPRA), Giovanni Desiderio, Roberto Luis Di Cesare (ARTA Abruzzo), Valeria Carlucci, Giuseppe Miraglia (ARPA Basilicata), Luigi Dattola, Francesco Fullone (ARPA Calabria), Giuseppina Annunziata, Jolanda Autorino Maria Daro, Diego Guglielmelli, Pasquale Iorio, Elio Luce, Michele Misso, Luigi Montanino, Gianluca Ragone, Elio Rivera, Raimondo Romano, Giovanni Stellato, Raffaele Tortorella (ARPA Campania), Bianca Maria Billi, Margherita Cantini, Monica Carati, Daniela Corradini, Valerio Desiato, Sara Masi, Niccolò Montalti, Roberta Monti, Gabriele Piazzoli, Alessandro Pirola (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Gabriele Del Gaizo, Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari, Cinzia Picetti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri, Martina Grifoni, Dario Lombardi, Vito Sacchetti (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli, Walter Vacca (ARPA Marche), Gianluca Macoretta (ARPA Molise), Teo Ferrero, Luca Forestello, Tommaso Niccoli, Gabriele Nicolò, Cristina Prola (ARPA Piemonte), Giacomo Campanella, Pietro Ciasca, Rosita D'Onghia, Roberto Greco, Marco Flaccomio, Patrizia Lavarra, Vincenzo Lobasso, Gerardo Pezzano (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni (ARPA Sardegna), Luca Di Cristofaro, Domenico Galvano, Stefano Pannucci, Paolo Gioia, Silvano Mastrodonato, Vincenzo Rateni, Federico Vincifori (ARPA Sicilia), Stefania Biagini, Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Federico Grosso (ARPA Valle d'Aosta), Elisabetta Bacchin, Andrea Dalla Rosa, Antea De Monte, Stefano Fogarin, Adriano Garlato, Silvia Obber, Francesca Pocaterra, Francesca Ragazzi, Ialina Vinci, Paola Zamarchi (ARPA Veneto), Andrea Padovan, Stefano Paoli, (Provincia Autonoma di Bolzano), Ruggero Bonisoli, Monica Laudadio (Osservatorio del paesaggio trentino Provincia Autonoma di Trento), Giulia Cecili, Valentina Falanga (Università del Molise), Angela Cimini, Alessia D'Agata, Giacomo Guidotti, Silvia Mastrofini, Gabriele Montesanto, Alessandra Ordanini, Federico Pochini, Lorenzo Rotella (Sapienza, Università di Roma), Edoardo Baradello, Federica Ceraso (Università di Padova)

Comitato scientifico

Filiberto Altobelli (CREA), Andrea Arcidiacono (Politecnico di Milano, INU, CRCS), Maria Brovelli (Politecnico di Milano, CNR), Gherardo Chirici (Università di Firenze), Patrizia Colletta (Esperta Consiglio Superiore LL.PP.), Davide Geneletti (Università di Trento), Fausto Manes (Sapienza Università di Roma), Marco Marchetti (Università del Molise), Davide Marino (Università del Molise), Marco Morabito (CNR), Michele Munafò (ISPRA), Beniamino Murgante (Università della Basilicata), Anna Laura Palazzo (Università Roma Tre), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Luca Salvati (Sapienza Università di Roma), Tiziano Tempesta (Università di Padova), Fabio Terribile (Università di Napoli Federico II), Francesco Zullo (Università dell'Aquila)

Grafica di copertina

Sonia Popponesi (ISPRA)

Foto di copertina

Silvia Rapisarda, "Sotto la lanterna" – quartiere Sampierdarena, Genova, ottobre 2024

Dati e cartografia (in licenza CC BY 4.0 IT)

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

<http://www.consumosuolo.it>

<https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati>

Ufficio stampa ISPRA

Alessandra Lasco - Tel: 320 4306684

Cristina Pacciani - Tel: 329 0054756

stampa@isprambiente.it



Roma, 3 dicembre 2024

Riproduzione autorizzata citando la fonte - © Report ambientali SNPA, 43/2024 - ISBN 978-88-448-1234-8

INTRODUZIONE

Il **suolo** è lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi e rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua, ospitando gran parte della biosfera. È una risorsa vitale, limitata, non rinnovabile e insostituibile.

Un suolo sano costituisce la base essenziale dell'economia, della società e dell'ambiente, in quanto produce alimenti, accresce la nostra resilienza ai cambiamenti climatici, agli eventi meteorologici estremi, alla siccità e alle inondazioni e favorisce il nostro benessere. Riesce inoltre a immagazzinare carbonio, ha una maggiore capacità di assorbire, conservare e filtrare l'acqua e fornisce servizi vitali come alimenti sicuri e nutrienti e biomassa per i settori non alimentari della bioeconomia.

Le funzioni ecologiche che un suolo di buona qualità è in grado di assicurare garantiscono, oltre al loro valore intrinseco, anche un valore economico e sociale attraverso la fornitura di **servizi ecosistemici** di approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime, etc.); di regolazione e mantenimento (regolazione del clima, sequestro e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e regolazione degli elementi della fertilità, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, riserva genetica, conservazione della biodiversità, etc.) e culturali (servizi ricreativi e culturali, funzioni etiche e spirituali, paesaggio, patrimonio naturale, etc.).

Il **consumo di suolo** è un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio. Il consumo di suolo è definito come la variazione in determinato periodo di tempo da una copertura non artificiale (**suolo non consumato**) a una copertura artificiale del suolo (**suolo consumato**), distinguendo il consumo di suolo permanente (dovuto alla presenza di una copertura artificiale permanente con conseguente impermeabilizzazione del suolo) e il consumo di suolo reversibile (dovuto alla presenza di una copertura artificiale reversibile con distruzione del suolo o perdita delle sue funzioni). Il **consumo di suolo netto** è valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali dovuto a interventi di demolizione, de-impermeabilizzazione, ripristino e rinaturalizzazione. L'**impermeabilizzazione** o sigillatura del suolo (*soil sealing*) può avvenire oltre che con il consumo permanente di un suolo naturale anche con il passaggio dallo stato reversibile a quello permanente (ad esempio con una nuova copertura in asfalto o cemento). La legge 28 giugno 2016, n. 132 affida al Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) con il coordinamento dell'ISPRA l'attività di monitoraggio del consumo di suolo, che si concretizza nella produzione e nell'aggiornamento annuale della cartografia di riferimento e nell'elaborazione di indicatori ambientali e territoriali sull'evoluzione del consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana.

IL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA

Il **consumo di suolo** continua a trasformare il nostro territorio con velocità elevate. Nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato altri 72,5 km² (Tabella 1), ovvero, in media, circa 20 ettari al giorno. Un incremento del suolo consumato inferiore rispetto al dato dello scorso anno ma che si conferma al di sopra della media dell'ultimo decennio (2012-2022), pari a 68,7 km² annuali. Il nostro Paese, nell'ultimo anno, ha perso suolo al ritmo di 2,3 metri quadrati ogni secondo. Una crescita delle superfici artificiali solo in piccola parte compensata dal ripristino di aree naturali, pari a poco più di 8 km², dovuti al passaggio da suolo consumato a suolo non consumato (nella maggior parte dei casi grazie al recupero di aree di cantiere o di superfici che erano state già classificate come consumo di suolo reversibile e, solo in piccolissima parte, per azioni di deimpermeabilizzazione). Un valore ancora del tutto insufficiente per raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo netto, che, negli ultimi dodici mesi, è invece risultato pari a 64,4 km² (17,6 ettari al giorno, più di 2 m² al secondo i valori stimati al netto dei ripristini).



L'**impermeabilizzazione** è cresciuta, complessivamente, di 26,2 km², mentre la crescita netta delle superfici artificiali dell'ultimo anno equivale a una **densità di consumo di suolo** di 2,41 m² per ogni ettaro di territorio italiano che scende a 2,14 m²/ha al netto dei ripristini (Tabella 2). L'indicatore di densità del consumo di suolo annuale viene utilizzato nel documento come indicatore principale di confronto tra unità amministrative o ambiti territoriali con superfici di riferimento diverse. Inoltre, altri 4,6 km² sono stati coperti da serre permanenti e da altre forme di copertura del suolo che non sono, con l'attuale sistema di classificazione, considerate come consumo di suolo permanente o reversibile ma del quale è opportuno tenere traccia per valutare eventuali impatti minori sul suolo. L'incremento percentuale del suolo consumato rispetto al 2022 è stato dello 0,34% che scende allo 0,33 al netto della quota di ripristino (Tabella 2).

Tabella 1. Stime nazionali del consumo di suolo, del ripristino e dell'impermeabilizzazione annuali (2022-2023)

Consumo di suolo (km ²)	72,54
Ripristino (km ²)	8,15
Consumo di suolo netto (km ²)	64,39
Consumo di suolo permanente (km ²)	13,79
Impermeabilizzazione di aree già consumate reversibilmente (km ²)	12,44
Impermeabilizzazione complessiva (km ²)	26,23
Altre coperture del suolo non considerate consumo (km ²)	4,61
Nuove aree consumate di dimensioni inferiori ai 1.000 m ² (km ²)	4,50

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 2. Densità di consumo di suolo annuale e incremento percentuale di suolo consumato (2022-2023)

Densità del consumo di suolo (m ² /ha)	2,41
Consumo di suolo (incremento %)	0,34
Densità del consumo di suolo netto (m ² /ha)	2,14
Consumo di suolo netto (incremento %)	0,33

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA



Il **suolo consumato** copre il 7,16% del territorio (7,26% al netto della superficie dei corpi idrici permanenti) con valori in crescita continua (Figura 1). Aggiungendo le altre coperture non considerate e le aree più piccole di 1.000 m², il totale sale al 7,63% del territorio nazionale. Numeri che assumono una dimensione maggiore alla luce dell'effettivo suolo utile al consumo (abbreviato in suolo utile): quella parte di territorio residua e "consumabile" ottenuta escludendo le aree a elevato rischio idraulico e di frana, quelle vincolate perché protette e quelle in cui le condizioni geomorfologiche non consentono la posa di nuovi insediamenti. La percentuale all'interno del suolo utile sale e supera il 10% (Tabella 3, Tabella 4).

Tabella 3. Stima del suolo consumato (2023) in km² a livello nazionale

Suolo consumato - superficie a copertura artificiale (km ²)	21.578
Altre coperture non considerate (km ²)	659
Aree di superficie inferiore ai 1.000 m ² (km ²)	768
Suolo consumato su suolo utile (km ²)	18.783

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 4. Stime nazionale del suolo consumato in percentuale

Suolo consumato - superficie a copertura artificiale (%)	7,16
Altre coperture non considerate (%)	0,22
Aree con superficie inferiore ai 1.000 m ² (%)	0,25
Suolo consumato - copertura artificiale (% esclusi i corpi idrici)	7,26
Suolo consumato (% all'interno del suolo utile)	10,16

Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

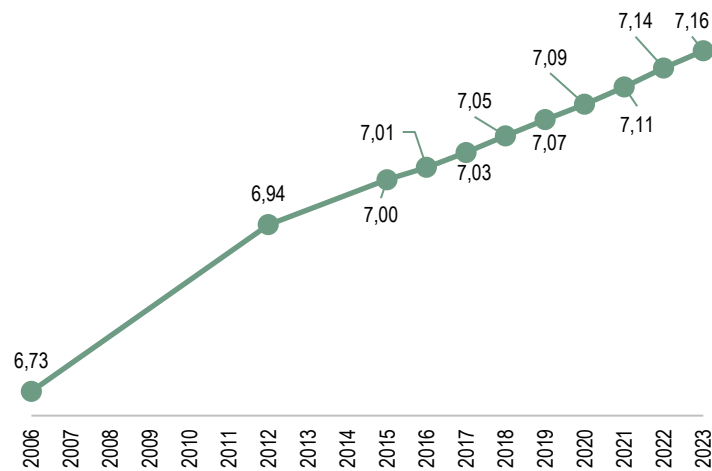


Figura 1. Stima del suolo consumato (2006-2023) in percentuale a livello nazionale. Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA



La relazione tra il consumo di suolo e le dinamiche della popolazione conferma che il legame tra la demografia e i processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione non è diretto e si assiste a una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in molti casi di decrescita, della popolazione residente. Anche a causa della flessione demografica, il **suolo consumato pro-capite** aumenta ancora dal 2022 al 2023 di 1,3 m²/ab e di 17,5 m²/ab dal 2006. In Figura 2 si può osservare il *trend* in crescita a livello nazionale. Si passa, infatti, dai circa 348 m²/ab nel 2006 e nel 2012 ai 365,7 m²/ab nel 2023. Dal 2012 al 2018 il suolo consumato per abitante è aumentato di 6,6 m²/ab mentre nell'ultimo quinquennio di 10,9 m²/ab.

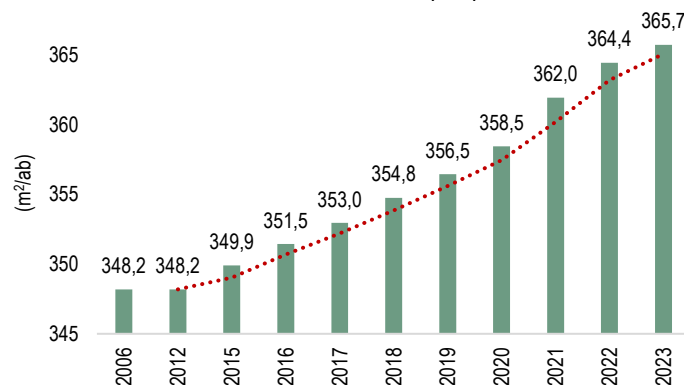


Figura 2. Suolo consumato pro capite a livello nazionale per anno (in tratteggiato rosso la media mobile (periodo: 2)). Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA



Ogni italiano, in media, ha consumato **1,09 m²** di suolo naturale nell'ultimo anno di monitoraggio (2022-2023)*

*Il consumo di suolo netto pro capite è il rapporto tra l'aumento del territorio occupato da coperture artificiali (al netto del territorio ri-naturalizzato) e il numero di abitanti.

IL CONSUMO DI SUOLO NELLE REGIONI

In 15 regioni il suolo consumato stimato al 2023 supera il 5%, con l'Abruzzo ultima regione a superare la soglia appena citata. I valori percentuali più elevati rimangono quelli della Lombardia (12,19%), del Veneto (11,86%) e della Campania (10,57%). Alle prime tre, seguono Emilia-Romagna, Puglia, Lazio, Friuli-Venezia Giulia e Liguria, con valori sopra la media nazionale e compresi tra il 7 e il 9% (Figura 3). La Valle d'Aosta rimane la regione con la percentuale più bassa (2,16%). Naturalmente va considerata sia la diversa morfologia regionale sia la storica e peculiare evoluzione del territorio nell'interpretare la rilevanza dei valori riscontrati. Il confronto tra ripartizioni geografiche conferma i valori più alti di suolo consumato per le due ripartizioni del Nord, peraltro le uniche sopra il valore percentuale nazionale. La Lombardia detiene il primato anche in termini assoluti, con oltre 290mila ettari del suo territorio coperto artificialmente (il 13,5% delle aree artificiali italiane è in questa regione), contro gli appena 7.000 ettari della Valle d'Aosta (Tabella 5).

Gli incrementi maggiori, espressi in ettari, per l'ultimo anno si sono verificati nelle regioni Veneto (+891), Emilia-Romagna (+815), Lombardia (+780), Campania (+643) e Piemonte (+553). Solo Valle d'Aosta (+17 ha) e Liguria (+28 ha) ha contenuto il suo consumo al di sotto di 50 ettari, mentre il Molise, supera di poco la soglia appena citata.

I ripristini sono in gran parte dovuti alla rinaturalizzazione di aree di cantiere, fenomeno che ha riguardato superfici nell'ordine di grandezza delle decine di ettari (si veda ad esempio il caso del Molise, che fa registrare un consumo di suolo annuale netto negativo, dovuto, per la maggior parte, al ripristino in seguito alla posa di metanodotti), o il caso del Veneto, con 282 ettari ripristinati, anche questi dovuti in gran parte alla chiusura di cantieri di metanodotti e di altre opere.

Una misura dell'efficacia del consumo di suolo in relazione alle esigenze demografiche è offerta da diversi indicatori (Tabella 6). In termini di **suolo consumato pro capite**, i valori regionali più alti risentono della bassa densità abitativa tipica di alcune regioni. Il Molise presenta storicamente il valore più alto (602 m²/ab) quasi 10 m² in più per ogni abitante rispetto allo scorso anno e di molto superiore al valore nazionale (365 m²/ab) che è salito di 3 m², seguita da Basilicata (596 m²/ab) e Valle d'Aosta (572 m²/ab). Lazio, Campania, Liguria Sicilia e Lombardia presentano i valori più bassi e al di sotto del valore nazionale. Limitandosi alla crescita annuale, risaltano anche in questo caso i valori elevati della Sardegna (2,92 m²/ab), quasi il triplo del dato nazionale sul consumo di suolo pro capite (1,23 m²/ab) e già negli anni passati prima regione in questa classifica. Anche la Liguria conferma le tendenze della serie storica, registrando il valore più basso (0,18 m²/ab). L'indicatore di consumo di suolo marginale evidenzia che, in un periodo storico di eccezionale decrescita della popolazione, dovuto in parte alla recessione demografica e in parte all'eccedenza di mortalità causata dalla pandemia negli anni interessati, regioni con valori alti di consumo di suolo e decrescita demografica restituiscono i valori (negativi)

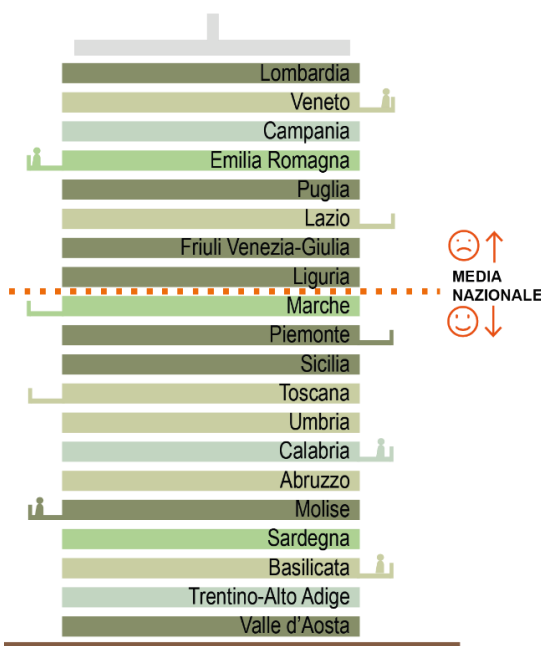


Figura 3. Confronto tra la percentuale per regione di suolo consumato (2023) e la media nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

relativi alla minore sostenibilità. Si tratta ad esempio Friuli-Venezia Giulia e Toscana con valori al di sotto dello zero e oltre il valore nazionale (-1.955 m²/ab) che quest'anno è di molto inferiore al valore dei precedenti anni per via del decremento di popolazione di quasi 33 mila unità, sintomo di consumi di suolo elevati a fronte di decrescite della popolazione. A questa scala di analisi, valori positivi si registrano solamente dove gli abitanti residenti sono in aumento rispetto allo scorso anno. Nel confronto tra il 2022 e il 2023, questa situazione si manifesta in Veneto, Lazio, Emilia-Romagna, Trentino-Alto Adige, Lombardia e Molise. Valori così elevati, così come valori negativi molto bassi in Sicilia e Sardegna, derivano da variazioni demografiche limitate che portano a risultati non particolarmente significativi dell'indicatore. Nei due anni precedenti valori positivi per questo indicatore si erano registrati solo per una regione (Campania nel 2021-2022) a conferma di quanto detto prima sull'influenza preponderante dell'andamento nel rapporto.

Tabella 5. Indicatori di suolo consumato al 2023 e di consumo di suolo e consumo di suolo netto annuali per il periodo 2022-2023

Regione	2023		2022-2023					
	Suolo consumato		Consumo di suolo	Consumo di suolo netto	Consumo di suolo	Consumo di suolo netto	Densità di Consumo di suolo	Densità di Consumo netto
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(%)	(%)	(m ² /ha)	(m ² /ha)
Piemonte	170.769	6,72	553	533	0,33	0,31	2,18	2,10
Valle d'Aosta	7.040	2,16	17	13	0,24	0,18	0,52	0,39
Lombardia	290.979	12,19	780	728	0,27	0,25	3,27	3,05
Liguria	39.570	7,30	28	28	0,07	0,07	0,51	0,51
Nord-Ovest	508.358	8,77	1.378	1.302	0,27	0,26	2,38	2,25
Friuli-Venezia Giulia	63.617	8,03	164	139	0,26	0,22	2,07	1,76
Trentino-Alto Adige	41.118	3,02	135	119	0,33	0,29	0,99	0,88
Emilia-Romagna	200.547	8,91	815	735	0,41	0,37	3,62	3,26
Veneto	217.520	11,86	891	609	0,41	0,28	4,86	3,32
Nord-Est	522.802	8,38	2.005	1.602	0,38	0,31	3,21	2,57
Umbria	44.542	5,27	112	104	0,25	0,23	1,33	1,23
Marche	65.144	6,98	260	216	0,40	0,33	2,79	2,32
Toscana	142.320	6,19	356	337	0,25	0,24	1,55	1,47
Lazio	140.943	8,19	469	428	0,33	0,30	2,73	2,49
Centro	392.949	6,78	1.197	1.087	0,31	0,28	2,06	1,87
Basilicata	32.030	3,21	138	128	0,43	0,40	1,38	1,28
Molise	17.507	3,94	50	-3	0,29	-0,02	1,13	-0,06
Abruzzo	54.314	5,03	179	157	0,33	0,29	1,66	1,45
Calabria	76.680	5,08	142	138	0,19	0,18	0,94	0,92
Puglia	160.004	8,27	539	469	0,34	0,29	2,78	2,42
Campania	143.858	10,57	643	616	0,45	0,43	4,73	4,53
Sud	484.393	6,61	1.690	1.506	0,35	0,31	2,31	2,05
Sardegna	81.261	3,37	462	460	0,57	0,57	1,91	1,91
Sicilia	168.003	6,53	521	483	0,31	0,29	2,03	1,88
Isole	249.264	5,00	983	943	0,40	0,38	1,97	1,89
Italia	2.157.766	7,16	7.254	6.439	0,34	0,30	2,41	2,14

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 6. Consumo di suolo e andamenti demografici regionali

Regione	Suolo consumato pro capite	Suolo consumato pro capite	Consumo di suolo pro capite	Consumo di suolo marginale
	2022	2023	2022-2023	2022-2023
(m ² /ab)				
Piemonte	400	402	1,25	-1.067
Valle d'Aosta	570	572	1,04	-558
Lombardia	292	292	0,73	217
Trentino-Alto Adige	382	382	1,11	334
Veneto	447	449	1,26	3.367
Friuli-Venezia Giulia	531	533	1,16	-3.485
Liguria	262	262	0,18	-175
Emilia-Romagna	452	452	1,66	602
Toscana	388	389	0,92	-2.789
Umbria	517	520	1,22	-434
Marche	437	439	1,46	-759
Lazio	246	246	0,75	758
Abruzzo	424	427	1,23	-472
Molise	599	602	-0,10	19
Campania	255	256	1,10	-414
Puglia	407	409	1,20	-307
Basilicata	590	596	2,38	-356
Calabria	413	415	0,75	-156
Sicilia	347	349	1,00	-250
Sardegna	509	515	2,92	-497
Italia	364	366	1,09	-1.955

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

IL CONSUMO DI SUOLO NEI COMUNI

Nel corso delle rilevazioni nel periodo 2022-2023, i comuni di Uta, Ravenna e Roma hanno registrato i livelli più elevati di **consumo di suolo**. In particolare, Uta, situato in Sardegna nella provincia di Cagliari, risulta il comune con il maggiore incremento annuale, raggiungendo 106 ettari di suolo consumato (Tabella 8). Questo dato appare in linea con le tendenze dello scorso anno, quando Uta si collocava già tra i primi tre comuni per estensione di superfici artificializzate nel periodo 2021-2022. La crescita è in gran parte attribuibile all'installazione di impianti fotovoltaici a terra concentrati nella zona industriale a sud del centro abitato, ma anche a opere di espansione dell'area industriale, comprese strade di accesso e nuovo edificato.

Ravenna incrementa la sua superficie consumata di altri 89 ettari, con diverse trasformazioni che hanno interessato la zona portuale, attraverso l'apertura di zone di cantiere per oltre 20 ettari. Da segnalare anche la costruzione di un nuovo quartiere, che occupa, considerando le aree accessorie di pertinenza, una superficie complessiva di 6 ettari. Importante trasformazione anche l'ampliamento della SS16 Adriatica, che ha convertito circa 3,5 ettari di suolo da naturale ad artificiale.

Si conferma anche Roma tra i comuni con il maggiore consumo di suolo con ulteriori 71 ettari, sebbene quest'anno si osservi una significativa riduzione rispetto agli anni precedenti. Gli interventi più rilevanti riguardano l'ampliamento di alcune cave per un totale di circa 8 ettari, la costruzione di un nuovo polo commerciale lungo la via Pontina che occupa circa 2,5 ettari e l'avvio di cantieri stradali legati alla Ryder Cup 2023 nella zona nord-est. Quasi il 50% delle nuove trasformazioni si concentra nella zona sud-ovest della città, confermando una tendenza già riscontrata negli anni precedenti.

Tra gli altri comuni con un elevato consumo di suolo nell'ultimo anno spicca Alessandria, che con un incremento di 62 ettari si discosta dai valori rilevati negli anni precedenti e si avvicina al numero della capitale. Questo aumento è dovuto principalmente alla realizzazione di due grandi poli logistici: uno dedicato all'*e-commerce*, che occupa circa 27 ettari, e un'altra area di cantiere di circa 12 ettari.

Quinto comune per incremento della superficie consumata è Reggio Emilia (+43 ettari), che supera la soglia dei 40 ettari confermando le tendenze dell'ultimo periodo. Le trasformazioni da suolo naturale ad artificiale sono legate principalmente ai cantieri per la realizzazione della SS9 e ai lavori di riqualificazione del parco della Reggia Ducale di Rivalta, con aree temporaneamente consumate e che in previsione verranno rinaturalizzate. Tra i primi dieci comuni con il maggior consumo di suolo, oltre a quelli già menzionati, figurano Verona, Porto Torres, Ferrandina (provincia di Matera), ciascuno con un incremento di circa 37 ettari, seguiti da San Bonifacio (Verona) e Forlì, ciascuno con 36 ettari.

Tra i capoluoghi regionali (Tabella 7), oltre a Roma con 71 ettari di nuovo consumo, si distinguono Cagliari (+26 ettari), Venezia (+23 ettari) e Bologna (+21 ettari), che registrano valori compresi tra 20 e 30 ettari. Seguono Milano (+19 ettari), Bari (+16 ettari), Palermo (+15 ettari), L'Aquila (+12 ettari), Trento (+11 ettari) e Perugia (+10 ettari), tutti con incrementi superiori ai 10 ettari.

Per quanto riguarda la percentuale di suolo consumato rispetto al territorio comunale, spiccano diversi comuni delle regioni Campania, Lombardia e Piemonte, che registrano livelli di artificializzazione per oltre il 55% della superficie urbanizzata. Insieme a questi anche Cattolica (RN), con il 62% di suolo consumato e Isola delle Femmine (PA), con il 55%. Altri comuni che superano la soglia del 50% includono Riccione (52%), Pescara (52%), Gravina di Catania (51%) e Padova (50%).

Tabella 7. Indicatori di consumo di suolo (2022-2023) per i 21 comuni capoluogo di regione e provincia autonoma

Comune Capoluogo	Consumo di suolo 2022-2023	Consumo di suolo 2022-2023	Densità di consumo di suolo 2022-2023
	(ha)	(%)	(m ² /ha)
Torino	7,51	0,09	5,91
Aosta	0,26	0,04	1,23
Genova	1,14	0,02	0,48
Milano	18,91	0,18	10,48
Bolzano	2,79	0,20	5,46
Trento	10,98	0,43	7,03
Venezia	23,33	0,33	11,20
Trieste	0,83	0,03	0,98
Bologna	21,43	0,45	15,32
Ancona	4,82	0,22	3,87
Firenze	3,12	0,07	3,09
Perugia	10,35	0,20	2,32
Roma	71,33	0,23	5,59
Napoli	5,02	0,07	4,23
L'Aquila	12,15	0,47	2,58
Campobasso	3,80	0,34	6,80
Bari	16,57	0,33	14,25
Potenza	2,99	0,16	1,72
Catanzaro	4,22	0,20	3,81
Palermo	14,73	0,23	9,20
Cagliari	25,98	1,21	48,69

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 8. Consumo di suolo annuale in ettari (2022-2023) a livello comunale (primi tre comuni per ogni regione)

Regione	Comune	Consumo di suolo 2022-2023 (ha)
Piemonte	Alessandria	61,71
	Cameri	26,94
	Tortona	15,25
Valle d'Aosta	Valtournenche	2,62
	Emarèse	2,52
	Saint-Christophe	2,26
Lombardia	Milano	18,91
	Casorate Sempione	13,91
	Segrate	12,08
Trentino-Alto Adige	Trento	10,98
	Novella	6,05
	Bressanone/Brixen	5,93
Veneto	Verona	36,94
	San Bonifacio	36,00
	Montebello Vicentino	35,35
Friuli-Venezia Giulia	Premariacco	26,64
	Codroipo	14,76
	Remanzacco	9,24
Liguria	Vado Ligure	4,99
	Zuccarello	3,08
	Albenga	2,43
Emilia-Romagna	Ravenna	89,06
	Reggio nell'Emilia	43,28
	Forlì	35,72
Toscana	Gambassi Terme	22,76
	Piombino	21,02
	Certaldo	14,33
Umbria	Perugia	10,35
	Terni	7,45
	Gubbio	6,33
Marche	Jesi	25,91
	Camerino	19,76
	Fermo	7,23
Lazio	Roma	71,33
	Guidonia Montecelio	26,17
	Pontinia	25,25
Abruzzo	Sulmona	14,29
	L'Aquila	12,15
	Cepagatti	11,11
Molise	Ripalimosani	4,68
	Petacciato	4,09
	Campobasso	3,80
Campania	Ariano Irpino	30,01
	Nola	28,11
	Marcianise	19,08
Puglia	Lucera	24,59
	Cerignola	22,67
	Ostuni	19,39
Basilicata	Ferrandina	36,52
	Matera	14,20
	Lauria	5,13
Calabria	Amendolara	24,03
	Crotone	13,26
	Villapiana	8,99
Sicilia	Augusta	35,38
	Catania	21,19
	Marsala	15,97
Sardegna	Uta	105,84
	Porto Torres	36,86
	Olbia	31,85

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

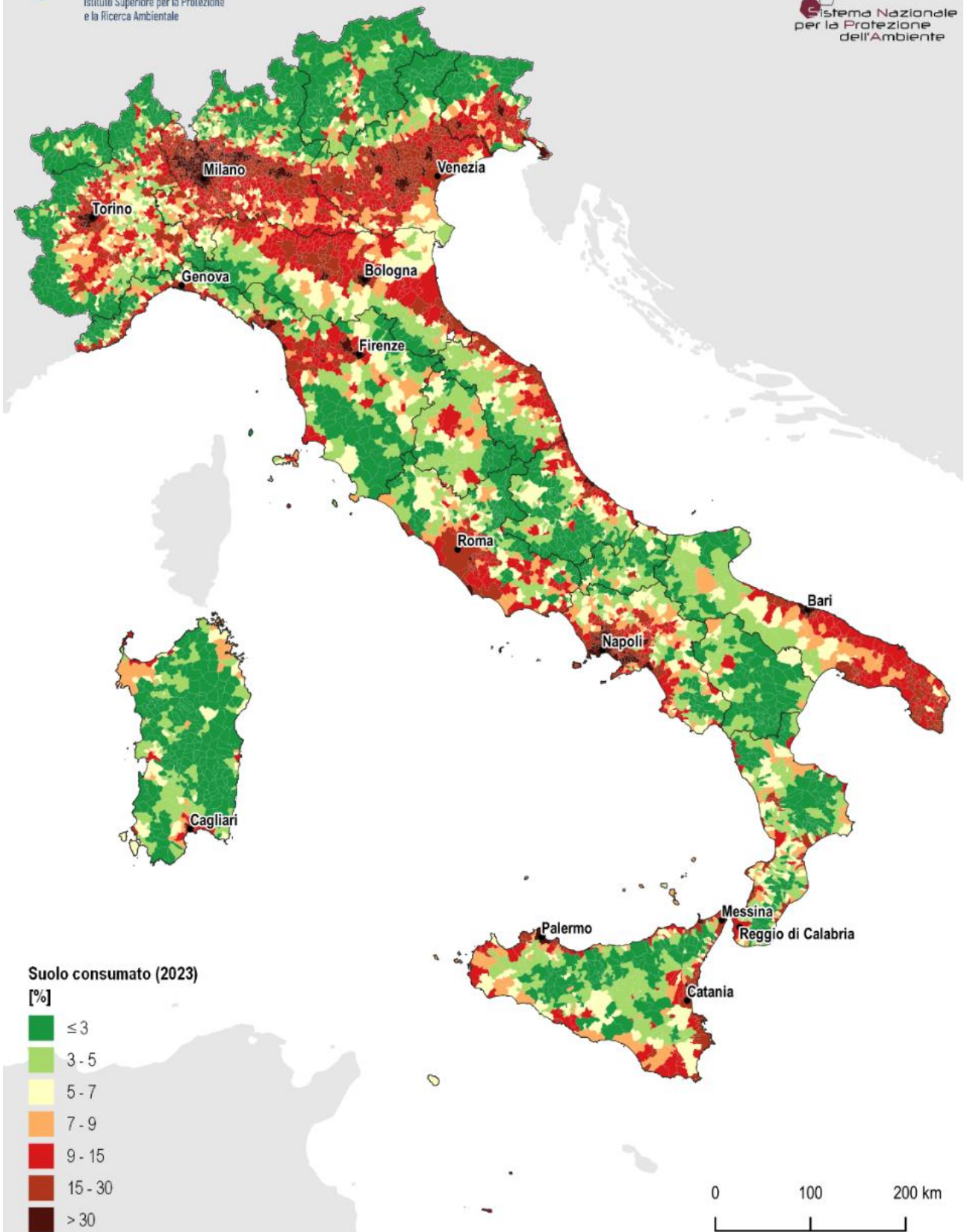


Figura 4. Suolo consumato a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

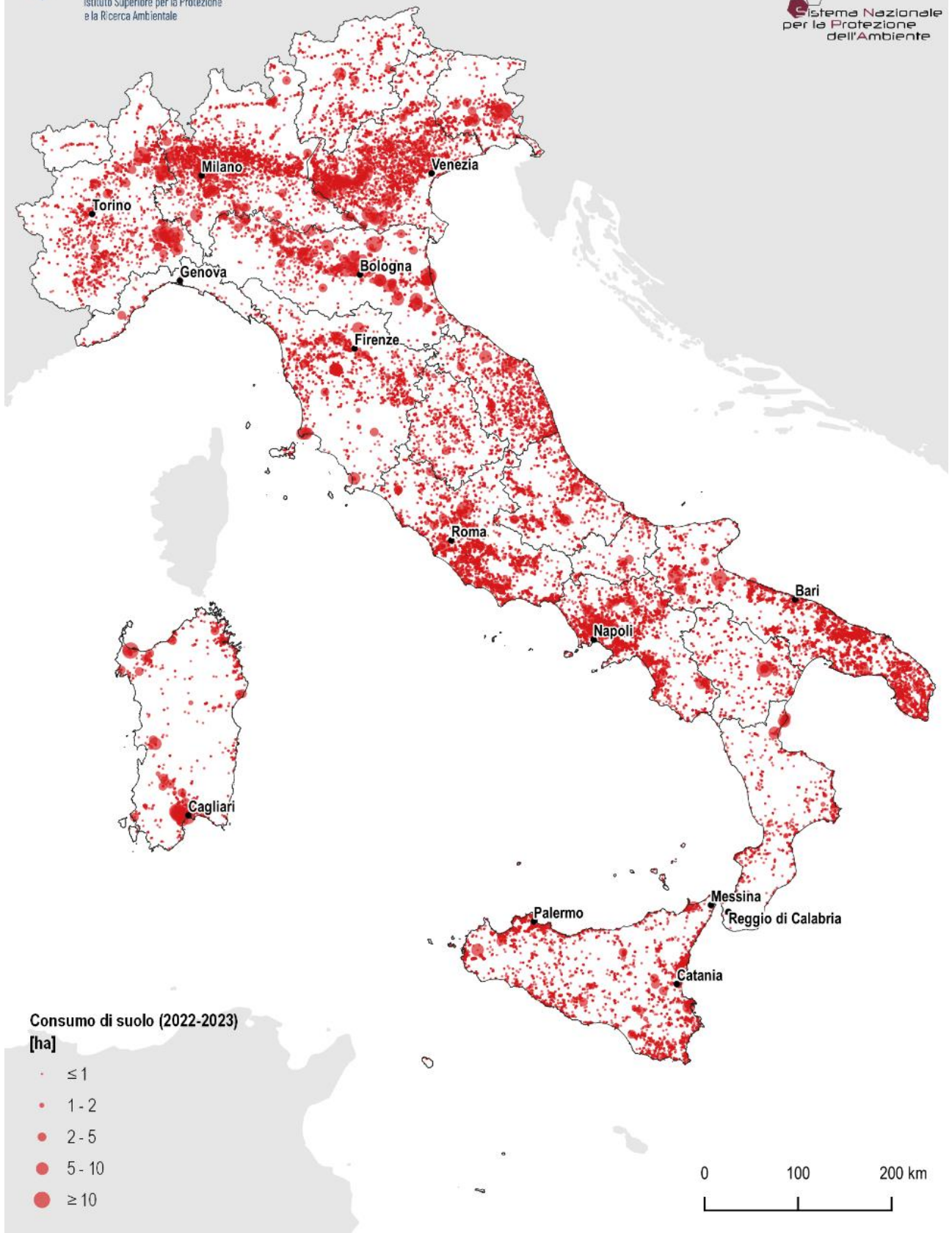


Figura 5. Localizzazione dei singoli interventi che hanno portato a nuovo consumo di suolo rilevati tra il 2022 e il 2023. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

GLI SCENARI FUTURI

Alla luce di questo complesso e articolato sistema di obiettivi, politiche e azioni a diverso livello, è difficile realizzare una valutazione realistica degli scenari di trasformazione del territorio italiano. Di certo, nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale anche nei prossimi anni, si potrebbe stimare il nuovo consumo di suolo, che sarebbe pari a 1.739 km² tra il 2023 e il 2050 e a 451 km² se l'azzeramento fosse anticipato al 2030 (Figura 6). Se invece si dovesse tornare alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, si sfiorerebbero i 3.000 km². Nel caso in cui si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata nel 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di 371 km², prima dell'azzeramento al 2030, o di 910 km², prima dell'azzeramento al 2050. Sono tutti valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero addirittura un saldo negativo del consumo di suolo. Ciò significa che, a partire dal 2030, la "sostenibilità" dello sviluppo richiederebbe un aumento netto delle aree naturali di 362 km² o addirittura di 888 km² che andrebbero recuperati nel caso in cui si volesse anticipare tale obiettivo a partire da subito.

Considerando i costi annuali medi dovuti alla perdita di servizi ecosistemici, sia per la componente legata ai flussi, sia per la componente legata allo stock (cfr. § *La perdita di servizi ecosistemici del suolo*), si può stimare, se fosse confermata la velocità media 2006-2023 anche nei prossimi 7 anni e quindi la crescita dei valori economici dei servizi ecosistemici persi, un costo cumulato complessivo, tra il 2006 e il 2030, compreso tra 173 e 212 miliardi di euro.

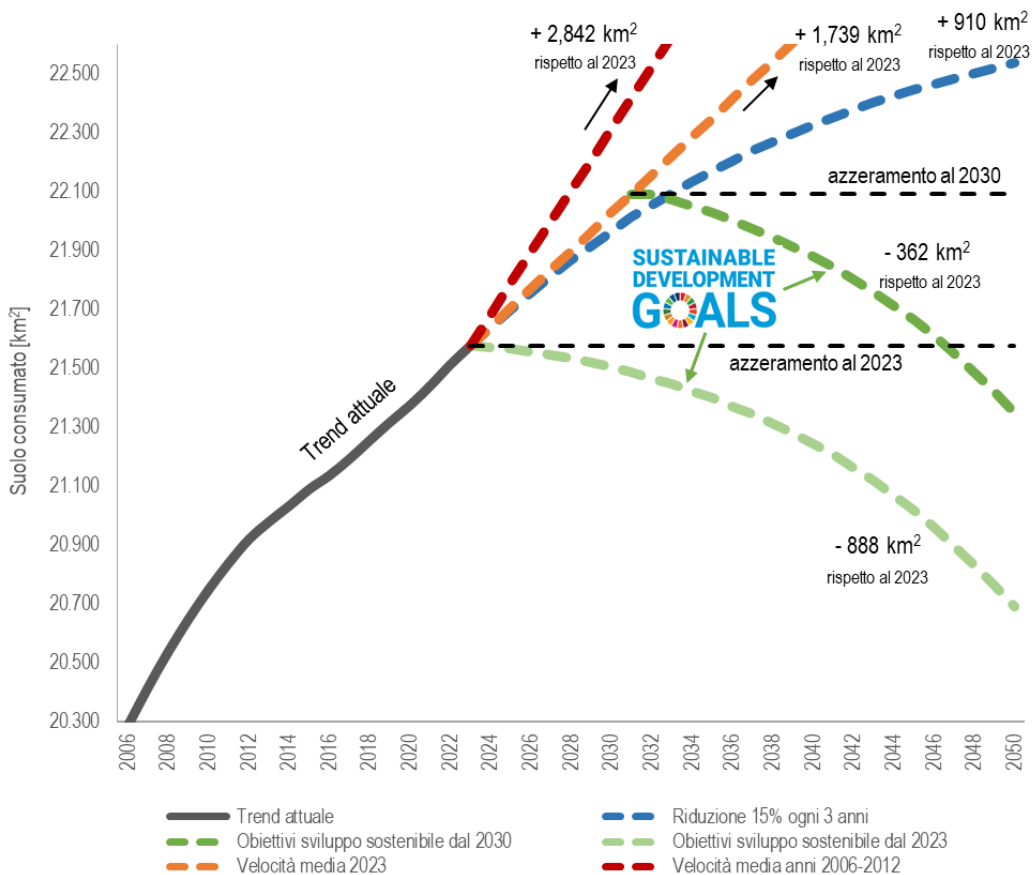


Figura 6. Scenari di consumo di suolo in Italia (km² di suolo consumato a livello nazionale al 2050). Fonte: elaborazione ISPRA

LE AREE URBANE

I nuclei urbani principali esercitano una significativa azione attrattiva nei confronti della diffusione delle aree artificializzate. Se da un lato questo si traduce nella tendenza alla saturazione dei vuoti interclusi nel tessuto urbano denso e semidenso, dall'altro i fenomeni di urbanizzazione avvengono con sempre maggiore intensità ai margini della città consolidata e in contesti agricoli e naturali ad elevata valenza ecologica. Tale sfrangiamento dei margini delle aree urbane ne rende complessa la delimitazione e pone dei limiti alla definizione di un criterio univoco per circoscriverle. In questo senso, nell'ambito del monitoraggio annuale del consumo di suolo, ISPRA propone diverse metodologie per la rappresentazione delle aree urbane, tutte basate sulla Carta nazionale del suolo consumato.

Il **grado di artificializzazione** individua tre tipologie di tessuto urbano in base alla densità media delle superfici artificiali in un raggio di 300 metri: artificiale compatto (aree urbane, con densità di costruito $\geq 50\%$), artificiale a media/bassa densità (aree suburbane, con densità tra il 10 e il 50%) e artificiale assente o rado (aree rurali, con densità di costruito $\leq 10\%$). Le tre classi occupano, rispettivamente, il 2,61%, il 14,54% e l'82,84% della superficie nazionale.

ISPRA ha prodotto, inoltre, tre strati, che mettono in relazione l'informazione sulla densità di superfici artificiali con la distribuzione della popolazione. Il **grado di urbanizzazione** considera un sistema di classificazione semplificato, rispetto a quello proposto da Eurostat (aree urbane ad alta densità, a media densità e aree rurali), cui si aggiunge una quarta classe relativa a zone ad alta densità di suolo consumato e bassa densità di popolazione. Il **continuum urbano-rurale** sfrutta al massimo l'elevata risoluzione dei dati di

input nazionali (disponibili in formato raster a risoluzione di 10 metri) per rappresentare il territorio rispetto alle sei classi previste dalla metodologia DEGURBA di Eurostat (cui si aggiunge una settima classe relativa alle aree commerciali e produttive, con bassa densità di popolazione e alta densità di suolo consumato). Il **DEGURBA**, invece, è stato realizzato utilizzando gli strumenti predisposti dal JRC che hanno permesso di convertire, allineare e classificare la griglia di popolazione realizzata con dati nazionali a 10m a quella Eurostat a 1km, ottenendo un prodotto perfettamente analogo a quello dell'Eurostat

ISPRA ha introdotto il *continuum* urbano-rurale e la rappresentazione nazionale del DEGURBA per il 2021 con l'obiettivo di cogliere le specificità territoriali del sistema insediativo italiano e di supportare il monitoraggio degli obiettivi di legge della *Nature Restoration Law* e dei target afferenti all'SDG 11.

Considerando il *continuum* urbano-rurale, al 2021 quasi il 90% del territorio nazionale è classificato come rurale a densità molto bassa (72,3%) e a bassa densità (15,9%) e meno del 3% è occupato da grandi centri urbani e nuclei urbani densi, che però ospitano oltre il 60% della popolazione totale (oltre un terzo, il 36%, risiede nei grandi centri urbani).

A partire dal *continuum* urbano-rurale, sono stati individuati i comuni potenzialmente soggetti agli obblighi della **Nature Restoration Law** che, ai sensi dell'articolo 3, sono quelli classificati come "grandi centri urbani", "centri urbani densi", "nuclei urbani semi-densi" e "suburbano o periurbano". Con riferimento ai dati 2021, tali obblighi potrebbero interessare 3.178 comuni (il 40,2% del totale), nelle cui aree urbane¹ è previsto l'azzeramento della perdita netta di superfici verdi e di copertura arborea a partire dall'entrata in vigore della legge (agosto 2024). I dati rilevati tra il 2022 e il 2023 nell'area urbana di questi comuni mostra, comunque, un incremento di consumo di suolo netto in più dell'80% dei "grandi centri urbani" e in più di tre quarti dei "nuclei urbani densi", il valore sale al 94% e 89,2% se si considera il periodo 2021-2023.

Le **infrastrutture verdi** vengono definite dalla Commissione Europea come una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in un contesto rurale e urbano".

L'indicatore di incidenza di aree verdi² e l'indicatore di superficie vegetata³ sui capoluoghi di regione mostrano valori elevati a Potenza, Perugia e L'Aquila (dove il primo indicatore supera l'80% e il secondo il 65%), con dei minimi a Torino, Cagliari, Napoli e Milano (con valori inferiori al 40% rispetto a entrambi gli indicatori). Cagliari è la città che mostra il maggiore aumento.

La valutazione dell'**accessibilità agli spazi verdi pubblici** nelle aree urbane⁴ delle 14 città metropolitane, svolta a partire da dati *OpenStreetMap*, mostra che meno di un terzo della popolazione che vive in area urbana ha accesso a un'area verde pubblica entro un percorso a piedi inferiore a 300 metri (soglia considerata dalla regola IUCN 3-30-300), con valori al di sotto della media nazionale a Genova e nelle città metropolitane del Sud e delle Isole. La percentuale sale di circa il 10% se si considera una distanza massima di 400 m (soglia considerata dall'SDG 11.7.1). Milano e Bologna sono le uniche città metropolitane che garantiscono a più della metà della popolazione l'accesso ad un'area verde pubblica entro 300 m a piedi, ad esse si aggiungono Torino e Firenze considerando la soglia di 400 m. Confrontando il verde totale presente all'interno dell'area urbana⁵ con la porzione di verde urbano accessibile da parte della popolazione, quest'ultima occupa meno del 10% del totale in quasi tutte le città metropolitane, con l'eccezione di Bologna, Milano, Roma, Firenze e Torino. Analizzando il verde pubblico pro capite, nelle città del Nord è maggiore la disponibilità di aree verdi pubbliche per abitanti, con un massimo a Bologna, mentre le città metropolitane con più copertura vegetale pro-capite in abito urbano sono localizzate a Sud (Messina, con 95,3 m² per abitante e Catania, con 86 m²/abitante)

LE CAUSE DEL CONSUMO DI SUOLO

Tra il 2006 e il 2023 in Italia sono stati consumati 1.332 km² di suolo naturale o seminaturale (1.289 km² al netto dei ripristini) a causa dell'espansione urbana e delle sue trasformazioni collaterali (Tabella 9), con una tendenza all'accelerazione negli ultimi sei anni rispetto al resto del periodo di rilevazione.

Analizzando le singole classi sul periodo 2006-2023 (Tabella 10), il consumo permanente rappresenta il 36,1% del totale, con una prevalenza di edifici (16%, classe 111) e strade e piazzali in asfalto e cemento (classi 112 e 116, che superano, nel complesso, di circa 11 km² le superfici impegnate per la costruzione di nuovi edifici). I pannelli fotovoltaici a terra (+161 km²), se si escludono le nuove aree di cantiere (classe 122), che rappresentano generalmente situazioni in evoluzione, rappresentano una porzione importante del nuovo suolo consumato reversibile, seppure con impatti diversi a seconda del tipo di impianto.

Tabella 9. Consumo di suolo tra il 2006 e il 2023

2006-2023	
Consumo di suolo netto (km ²)	1.289
Consumo di suolo permanente (km ²)	465
Densità del consumo di suolo (m ² /ha)	42,77
Densità media annuale del consumo di suolo netto (m ² /ha)	2,52

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

¹ Per area urbana si intende la somma delle porzioni di territorio comunale classificate come "grandi centri urbani" (classe 30), "centri urbani densi" (classe 23), "nuclei urbani semi-densi" (classe 22) e "aree suburbane o periurbane" (classe 21).

² Percentuale di superficie vegetata nell'area urbana + suburbana del grado di artificializzazione + un buffer di 500 metri dall'area urbana.

³ Percentuale di aree vegetate in aree urbane e suburbane rispetto alla superficie urbanizzata, dal grado di artificializzazione

⁴ Le porzioni di territorio classificate come "grandi centri urbani" e "nuclei urbani densi" dalla mappatura del *continuum urbano-rurale* relativa al 2021

⁵ Le superfici naturali complessivamente presenti nell'area urbana sono state valutate a partire dalle classi CLC Plus *Backbone* 2021 (latifoglie caducifoglie, latifoglie sempreverdi, conifere, vegetazione arbustiva, vegetazione erbacea periodica, vegetazione erbacea permanente).

Tabella 10. Classi di consumo di suolo netto tra il 2006 e il 2023

Sistema di classificazione del consumo di suolo		Consumo di suolo 2006-2023 (ha)	Ripartizione consumo di suolo per classe 2006-2023 (%)
1	Consumo di suolo	128.934	100,0
1xx	(non classificato)	29.891	23,2
11	Consumo di suolo permanente	46.509	36,1
111	Edifici, fabbricati	20.667	16,0
112	Strade pavimentate	10.368	8,0
113	Sede ferroviaria	280	0,2
114	Aeroporti	150	0,1
115	Porti	54	0,0
116	Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate	11.381	8,8
117	Serre permanenti pavimentate	155	0,1
118	Discariche	893	0,7
11x	(altro consumo permanente non classificato)	2.559	2,0
12	Consumo di suolo reversibile	52.534	40,7
121	Strade non pavimentate	1.482	1,1
122	Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)	27.895	21,6
123	Aree estrattive non rinaturalizzate	5.262	4,1
124	Cave in falda	512	0,4
125	Impianti fotovoltaici terra	16.147	12,5
126	Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali	214	0,2
12x	(altro consumo reversibile non classificato)	1.022	0,8

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA



Rispetto al monitoraggio dello scorso anno, si rileva una lieve flessione in termini di ettari di cambiamenti e un aumento dello 0,3% della componente reversibile rispetto a quella permanente. Si tratta nella maggior parte dei casi di aree di cantiere (4.756 ettari), che rappresentano quasi il 66% dei cambiamenti totali e che sono destinati prevalentemente alla realizzazione di nuovi edifici e infrastrutture, dunque a divenire, in buona parte, nuovo consumo permanente in futuro. Il consumo di suolo permanente è, invece, aumentato di 1.379 ettari, con una prevalenza della classe di edifici e fabbricati. Analizzando i flussi di cambiamento tra le classi al terzo livello per il periodo 2022-2023 (Tabella 11), la trasformazione prevalente riguarda il passaggio da suolo naturale o seminaturale (classe 2) a cantieri e altre aree in terra battuta (122) e edifici e fabbricati (111) con incrementi, rispettivamente, di 4.756 ettari e di 674 ettari. Interessante isolare le trasformazioni nell'ultimo anno dalla classe 122, principalmente dovute ad aree di cantiere: dei complessivi 2.047 ettari trasformati, 764 ettari sono stati ripristinati a suolo non consumato, mentre la maggior parte sono diventati altre aree impermeabili/pavimentate (566 ettari), edifici e fabbricati (493 ettari) e strade pavimentate (145 ettari).

Tabella 11. Flussi di consumo di suolo al II e III livello per i cambiamenti del 2022-2023 e 2021-2022

		2021-2022	2022-2023	Classi		2021-2022	2022-2023
		Consumo di suolo permanente	(ha)	1.485		1.379	Edifici
				Infrastrutture		77	75
				Altro		684	630
Consumo di suolo reversibile	(%)	19,2	19,0	Edifici	(%)	9,4	9,3
				Infrastrutture		1,0	1,0
				Altro		8,9	8,7
Consumo di suolo reversibile	(ha)	6.192	5.875	Cantieri	(ha)	5.346	4.756
				Altro		846	1.119
	(%)	80,7	81,0	Cantieri	(%)	69,6	65,6
			Altro		11,0	15,4	

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Considerando l'uso del suolo⁶ delle nuove aree di cambiamento mappate tra il 2022 e il 2023, l'uso residenziale riguarda circa un terzo dei nuovi edifici (classe 111, i restanti sono adibiti ad attività produttive e per la logistica), circa il 10% dei nuovi piazzali pavimentati (classe 116) e alcuni cantieri (classe 122), mentre l'80% delle aree totali di cambiamento sono legate all'uso non residenziale. A tale classe vengono ricondotte tutte le classi di suolo consumato reversibile (ad esclusione della classe 121 – Strade non pavimentate) e le discariche (classe 118); prevale l'uso non residenziale nelle nuove aree di cantieri e nei piazzali in terra battuta (classe 122) e pavimentati (classe 116).

LE AREE EDIFICATE

Analizzando i dati della cartografia SNPA risultano circa 5.425 km² di **aree edificate** (un territorio grande quanto tutta la Liguria), equivalente all'1,8% del territorio nazionale e oltre il 25% dell'intero suolo consumato. Nell'ultimo anno, l'aumento netto delle aree edificate è stato di circa 1.148 ettari, con un massimo in Lombardia, sia a livello di suolo consumato nella classe (circa 842 km² al 2023) che come incremento in ettari (+249,3 ettari tra 2022 e 2023), mentre il Veneto è la regione in cui gli edifici occupano massima estensione in termini percentuali, sia rispetto alla superficie regionale (3,56%) che rispetto al totale del consumato regionale (33,22%), oltre che quella con i più alti valori di superficie edificata rapportata al numero di abitanti (149 m²/ab). Nel complesso, le percentuali di suolo consumato associato a edifici diminuiscono spostandosi verso il Sud e le Isole.

Con riferimento alla presenza di **edifici in aree a pericolosità**, il 36,2% (196.234 ettari) della superficie edificata nazionale ricade in aree a pericolosità sismica, con un massimo in Umbria, mentre l'8,6% (46.436 ettari) si trova in area a pericolosità da frana (P4+P3+P2+P1+AA), con un massimo in Valle d'Aosta (55,29%) e Liguria (49,4%), mentre la Toscana è la regione con più ettari di superficie edificata esposta (10.518 ettari, il 32% delle aree edificate della regione).

Il 12,9% delle aree edificate (69.743 ettari) ricade in aree a pericolosità idraulica media, con un massimo del 63% (33.261 ettari) in Emilia-Romagna.

Analizzando la distribuzione degli edifici rispetto alle quattro diverse **tipologie di tessuto urbano**, più di due terzi degli edifici ricadono in aree urbane a media densità (1.877 km², pari al 34,6%) e ad alta densità (1.776 km², pari al 32,8%); il 27,2% degli edifici (1.474 km²) è in zone rurali, malgrado la classe occupi oltre il 90% del territorio nazionale. Le zone ad alta densità di consumato e bassa densità di popolazione (assimilabili a zone produttive), pur interessando solo lo 0,5% della superficie italiana, ospitano il 5,5% degli edifici (296 km²).

IL CONSUMO DI SUOLO NELLE DELLE AREE URBANE

L'analisi del consumo di suolo registrato tra il 2006 e il 2023, rispetto alle classi del **grado di artificializzazione** (artificiale compatto, artificiale a media/bassa densità, artificiale assente o rado) permette di analizzare la tendenza del fenomeno a manifestarsi in termini di saturazione degli spazi liberi interclusi nelle aree già artificializzate, di addizione a nuclei consolidati o di dispersione nei contesti prevalentemente naturali. Oltre la metà del nuovo consumo di suolo (54%) avviene nelle aree suburbane e più di un terzo si concentra nelle aree rurali, mentre i processi di densificazione delle aree urbane compatte riguardano poco meno del 10% dei cambiamenti totali. Da tale distribuzione dei cambiamenti emerge una tendenza alla densificazione delle aree suburbane e alla dispersione insediativa nelle aree prevalentemente agricole e naturali. Sebbene l'indicatore assuma valori meno significativi nelle aree urbane, è utile osservare che al 2006 oltre tre quarti della classe risultavano già consumati, con un aumento di circa due punti percentuali al 2023, confermando la presenza di una tendenza alla densificazione del tessuto insediativo attraverso l'artificializzazione dei residui di naturalità.

Analizzando, invece, i cambiamenti dell'ultimo anno rispetto alle quattro classi del **grado di urbanizzazione**, più della metà (il 53%) dei cambiamenti rilevati nell'ultimo anno ricadono nelle aree rurali (classe 3), che comunque, per via della notevole estensione, presenta valori di densità del consumo di suolo (m²/ha) molto più bassi delle altre classi. Le aree urbane (classe 1 e classe 2) mostrano incrementi simili, con densità più elevate rispetto alla media nazionale e che si aggirano intorno ai 7 m² per ogni ettaro di superficie. La classe 4 risulta la più critica, con valori di densità di consumo di suolo (circa 58,6 m²/ha) decisamente più elevati rispetto alle altre classi.

Le tendenze alla densificazione delle aree suburbane ai margini del tessuto insediativo consolidato, e alla dispersione insediativa nelle aree rurali si riscontrano anche dall'analisi della distribuzione spaziale del consumo di suolo rispetto alle 182 città classificate come

⁶ Nell'ambito del monitoraggio di quest'anno è stata introdotta, in via sperimentale, una codifica degli usi del suolo delle aree di nuovo consumo di suolo, basata su un sistema di classificazione in linea con i *Land Use Attributes* (LUA) di EAGLE che distingue, al primo livello di classificazione, uso residenziale, uso non residenziale e infrastrutture.

“poli” nella Mappa Aree Interne 2020, prodotto dell’Agenzia per la Coesione Sociale, che mostra come la più elevata densità di cambiamenti sia localizzata entro i primi 3 km dai centri città, sia con riferimento al consumo 2006-2022 che rispetto all’ultimo anno e, in particolare, nella fascia che va dagli 1,2 ai 2,4 km di distanza dal centro, dove nell’ultimo anno sono stati raggiunti 12,5 m²/ha di densità di consumo di suolo.

Un ulteriore strumento per descrivere la distribuzione spaziale del consumo di suolo si basa sull’osservazione dei valori immobiliari, riferiti alla zonizzazione fornita dall’Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) dell’Agenzia delle Entrate, che associa alle diverse superfici edificate delle aree urbane e periurbane valori economici sulla base dei prezzi di compravendita, individuando zone omogenee contigue: centrale (nel centro urbano), semicentrale (a metà tra fascia centrale e periferica), periferica (margine esterno dell’insediamento edificato), suburbana (agglomerati urbanizzati separati dal nucleo centrale) ed extraurbana (aree rurali).

La fascia periferica è quella con la maggiore densità di nuovo consumo di suolo rispetto all’estensione della fascia (la maggiore superficie interessata da cambiamenti riguarda la fascia extraurbana che, però, è anche la più estesa). La fascia semicentrale è quella più consumata al 2023, risultando artificializzata per quasi il 50%; sebbene il nuovo consumo di suolo in questa fascia sia relativamente basso (+194 ha), la densità di consumo risulta elevata, in particolare al netto delle aree già urbanizzate (15,4 m²/ha), indice di un forte sviluppo urbano in queste aree, che si riflette anche nei valori medi di compravendita aggregati per fascia, superiori a quelli di tutte le altre aree⁷.

CANTIERI E INFRASTRUTTURE

L’analisi del consumo di suolo associato a nuovi cantieri e infrastrutture può essere effettuata a partire dalle variazioni delle classi 12, 121 e 122 (per quanto riguarda cantieri, superfici in terra battuta e alle strade non pavimentate) e 112, 113, 114 e 115 (relativamente a strade pavimentate, alle ferrovie, agli aeroporti e ai porti).

Considerando cantieri e aree in terra battuta, l’Emilia-Romagna presenta i valori più alti sia in termini di suolo consumato (quasi 19.000 ettari) che rispetto al nuovo consumo 2022-2023 (+361 ettari); seguono il Piemonte (14.251 ettari) per il consumato totale e la Sardegna (+353 ettari) per il nuovo consumo dell’ultimo anno. A livello di metri quadri di nuovi cantieri e infrastrutture per abitante, si raggiunge un massimo di 55 m²/ab in Basilicata.

Analizzando le classi 112, 113, 114 e 115, riconducibili alle infrastrutture, la Lombardia è la regione con i maggiori valori di suolo consumato, sia in termini assoluti (76.325 ettari) che in percentuale sulla superficie (3,52%), mentre il Molise, Basilicata e Valle d’Aosta sono le regioni dove le classi considerate occupano la maggiore percentuale sul consumato totale (oltre il 45%). La Lombardia è anche la seconda regione, dopo il Veneto (67,3 ettari), con più nuovi cambiamenti nelle classi considerate (32,8 ettari).

Nel complesso quasi due terzi dei cambiamenti che hanno interessato le aree classificate nel 2022 come 12, 121 e 122 al 2022 hanno riguardato il passaggio verso altre classi di suolo consumato reversibile (6,39%) e impermeabilizzazione (conversione in suolo consumato permanente, 57,92%) e solo per il 34,72% si sono avute delle rinaturalizzazioni.

IMPIANTI FOTOVOLTAICI

A livello nazionale, dai dati SNPA, risultano occupati da impianti fotovoltaici a terra circa 17.907 ettari. La distribuzione dei pannelli fotovoltaici installati a terra a livello regionale è eterogenea, con un massimo in Puglia (con 6.130 ha, circa il 34% di tutti gli impianti nazionali), seguita da Emilia-Romagna (1.707 ha) e Lazio (1.596 ha). Le regioni su cui risulta installato il numero più basso di impianti a terra sono il Trentino-Alto Adige (11 ha), la Valle d’Aosta (1,3 ha) e la Liguria (0,2 ha; Tabella 12).

Tra il 2022 e il 2023 sono stati rilevati 421 ettari di consumo di suolo associato a nuovi impianti fotovoltaici a terra, in forte aumento rispetto ai 265 ettari mappati nel 2022 e ai 76 del 2021. Le regioni in cui nell’ultimo anno si è destinato più territorio al fotovoltaico a terra sono Veneto (75,9 ha), Piemonte (63,9 ha) e Sicilia (55 ha).

La metodologia di monitoraggio del consumo di suolo considera consumate le superfici su cui l’antropizzazione copre più del 50% della cella della griglia di rilevazione (porzione di territorio di 10x10 metri). Molti dei nuovi impianti rilevati mostrano una percentuale di superficie coperta dai moduli fotovoltaici inferiore alla soglia metodologica. Pur non considerando suolo consumato queste aree, si è ritenuto opportuno tenere comunque traccia di questo tipo di evoluzione della copertura del suolo con il codice 205 - impianti fotovoltaici “a bassa densità”, appartenente alle classi dei suoli non consumati. Nell’ultimo anno sono stati associati a questa classe oltre 230 ha, circa il 47% dei quali situati nel Lazio (110 ha). Sommando le due tipologie di impianti fotovoltaici, il Lazio diventa la regione con la crescita maggiore degli impianti nell’ultimo anno (154 ha), seguita da Sicilia (96 ha), Piemonte (93 ha), Veneto (77 ha) e Sardegna (72 ha).

Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), nel suo aggiornamento di giugno 2024, prevede che al 2030 siano installati 131 GW di impianti a fonti rinnovabili (di cui circa 80 GW fotovoltaici e circa 28 GW eolici), con un incremento di capacità di circa 74 GW rispetto al 2021. Di questo incremento, 57 GW è previsto che siano prodotti tramite il fotovoltaico e 17 tramite l’eolico. Lo stesso Piano individua come soluzione migliore lo “*sfruttamento prioritario delle superfici di strutture edificate (tetti e in particolare quelli degli edifici pubblici, capannoni industriali e parcheggi), aree e siti oggetto di bonifica, cave e miniere cessate*”. Sfruttando la classe 111 della carta del suolo consumato 2023, rappresentata da edifici e fabbricati, è stata stimata la superficie potenzialmente disponibile per l’installazione di impianti fotovoltaici sui tetti e relative ipotesi sulla potenza fotovoltaica installabile. Dall’analisi sono stati esclusi i centri storici dei principali comuni e tutti i centri e agglomerati urbani minori, in cui l’installazione dei pannelli può essere inopportuna o soggetta a vincoli di natura storico-paesaggistica. I risultati mostrano che la superficie netta disponibile può variare da 760 a 992 km² e si stima che la potenza installabile sui fabbricati esistenti può variare dai 70 ai 91 GW, un quantitativo sufficiente a coprire l’aumento di energia rinnovabile complessiva previsto dal PNIEC al 2030. A questa potenza si potrebbe aggiungere quella installabile in aree di

⁷ Prendendo in considerazione esclusivamente i fabbricati in condizioni di conservazione “normale”.

parcheggio, in corrispondenza di alcune infrastrutture, in aree dismesse o in altre aree impermeabilizzate, senza aumentare il consumo di suolo.

Tabella 12. Distribuzione del suolo consumato (2023) e del consumo di suolo (2022-2023) dovuto a impianti fotovoltaici a terra (classe 125)

Regione	Consumo di suolo (ha)	Suolo consumato 2023 (ha)
Piemonte	63,93	1.227
Valle d'Aosta	-	1
Lombardia	11,31	331
Trentino-Alto Adige	-	11
Veneto	75,92	863
Friuli-Venezia Giulia	44,02	288
Liguria	-	-
Emilia-Romagna	7,32	1.707
Toscana	1,63	448
Umbria	3,68	136
Marche	2,06	1.038
Lazio	44,82	1.596
Abruzzo	17,62	650
Molise	-	185
Campania	0,62	417
Puglia	14,49	6.130
Basilicata	32,46	556
Calabria	1,01	271
Sicilia	55,31	1.186
Sardegna	44,83	867
Italia	421,03	17.907

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

LO SVILUPPO DEI POLI LOGISTICI

Le trasformazioni sul territorio nazionale riconducibili alla logistica e alla grande distribuzione figurano tra le cause principali dell'incremento di superficie consumata in Italia. Solo nell'ultimo anno sono 504 gli ettari consumati con questa destinazione d'uso, quantità pressoché identica a quella dell'anno precedente (505 ha) che si aggiunge a un consumo cumulato dal 2006 di circa 5.606 ettari. A livello di ripartizioni il consumo si è concentrato tra il 2006 e il 2023 nel Nord-Est del Paese (+1.852 ettari, corrispondenti al 6% del totale del consumo di suolo per il periodo 2006-2023, dei quali 1.085 ettari in Lombardia), seguito dal Nord-Ovest (+1.703 ettari) e dal Centro (+1.011 ettari).

Quasi due terzi di questo incremento sono attribuibili all'espansione dell'indotto produttivo/industriale, mentre grande distribuzione/commerciale⁸ e strutture legate all'*E-commerce* contribuiscono entrambe per circa un quinto (Figura 7).

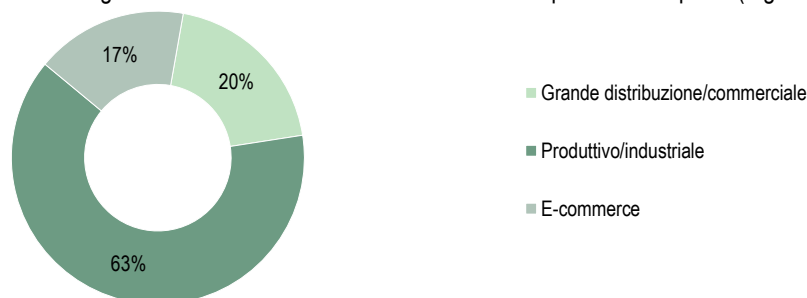


Figura 7. Ripartizione dei cambiamenti dovuti alla logistica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

DISTRIBUZIONE DEI CAMBIAMENTI

I cambiamenti rilevati nell'ultimo anno si concentrano in alcune aree del Paese (Tabella 13), rimanendo particolarmente elevati nella pianura Padana, con maggiore intensità nella parte lombarda e veneta (in particolare lungo l'asse Milano-Venezia), nel Piemonte sudorientale e lungo la direttrice della via Emilia. Il fenomeno rimane molto intenso lungo la costa adriatica. Il Salento, in particolare, conferma la tendenza degli ultimi anni con una fortissima presenza di cambiamenti. Tra le aree metropolitane più colpite compaiono ancora Roma e Napoli. La maggior densità del consumo di suolo è stata registrata, anche quest'anno, lungo la fascia costiera tra 0 e 300 metri dalla linea di costa, nelle aree di pianura, nelle città e nelle zone urbane e periurbane dei principali poli e dei comuni di cintura della frangia urbana, ma è significativa anche la presenza di cambiamenti nelle aree di pericolosità per frane e alluvioni, in zone a rischio sismico di varia natura, così come in altre aree vincolate e nelle aree protette.

⁸ Alla classe afferiscono i nuovi centri per la distribuzione di generi alimentari e agroalimentari, centri commerciali, outlet, etc

Tabella 13. Distribuzione del suolo consumato (ettari e percentuale sulla superficie di ciascuna classe), del consumo di suolo (ettari di nuovo consumo ed ettari consumo al netto delle rinaturalizzazioni) e densità di consumo di suolo (metri quadrati di consumo per ettaro di superficie della fascia e per ettaro di superficie della fascia al netto delle superfici già consumate)

Distribuzione territoriale del consumo di suolo		Suolo consumato		Consumo di suolo		Densità consumo di suolo	
		(ha)	(%)	(ha)	(ha) netto	(m ² /ha)	(m ² /ha) al netto del consumato
Aree Protette EUAP	all'interno	58.601	1,9	79	70	0,2	0,2
	all'esterno	2.099.164	7,8	7.175	6.370	2,4	2,6
Aree vincolate per la tutela paesaggistica	all'interno	563.078	5,4	1.606	1.399	1,3	1,4
	all'esterno	1.594.687	8,1	5.648	5.040	2,5	2,8
Aree a pericolosità idraulica	elevata	103.576	6,4	519	439	2,7	2,9
	media	281.610	9,3	1.261	1.108	3,7	4,0
	bassa	472.816	11,2	1.848	1.613	3,8	4,3
	altro	1.684.950	6,5	5.406	4.827	1,9	2,0
Aree a pericolosità da frana	P4	22.472	2,4	42	38	0,4	0,4
	P3	42.763	2,5	90	79	0,5	0,5
	P2	68.852	4,7	170	146	1,0	1,1
	P1	72.406	5,8	200	192	1,5	1,6
	AA	29.533	4,2	78	74	1,1	1,1
	altro	1.921.738	8,0	6.674	5.910	2,5	2,7
Aree a pericolosità sismica	molto alta	85.709	4,6	230	217	1,2	1,2
	alta	737.167	7,0	2.442	2.073	2,0	2,1
	altro	1.334.889	7,5	4.582	4.149	2,3	2,5
Corpi idrici	0-150m	256.913	8,6	771	771	2,6	2,8
	>150m	1.900.850	7,0	5.989	5.669	2,1	2,2
Fascia costiera	0-300m	64.588	22,6	126	120	4,2	5,4
	300-1.000m	88.310	19,1	269	260	5,6	7,0
	1.000-10.000m	371.531	8,7	1.361	1.259	3,0	3,2
	>10.000m	1.633.336	6,5	5.499	4.801	1,9	2,0
Classi altimetriche	Pianura	1.601.772	11,4	5.967	5.281	3,8	4,2
	Collina	361.524	5,4	824	760	1,1	1,2
	Montagna	194.468	2,1	463	398	0,4	0,4
Classi di pendenza	0-10%	1.557.056	13,3	5.965	5.305	4,5	5,2
	>10%	599.894	3,3	1.289	1.134	0,6	0,6
Aree urbane e tipologia di tessuto urbano	Centri urbani ad alta densità	443.749	75,4	516	465	7,9	32,0
	Aree urbane a media densità	644.011	28,1	1.860	1.677	7,3	10,1
	Zone rurali	953.784	3,5	4.004	3.446	1,3	1,3
	Alta artificializzazione e bassa popolazione	116.221	80,1	875	850	58,6	286,7
Densità delle coperture artificiali	Rurale	538.858	2,1	1.699	2.290	0,9	0,9
	Suburbano	1.011.668	23,1	4.654	3.527	8,0	10,5
	Urbano	607.239	77,0	901	623	7,9	34,4

Fonte: Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

I dati 2023 confermano tendenza a consumare sui suoli maggiormente accessibili (fascia costiera, pianure e fondi valle) e nelle aree a vocazione agricola in prossimità della frangia insediata dei grandi poli urbani. Si accentua anche la tendenza alla perdita delle aree naturali in ambiente urbano, preziose per assicurare la qualità della vita e una maggiore capacità di adattamento ai cambiamenti climatici in corso.

Con riferimento alla **quota**, la percentuale di suolo consumato nelle aree di pianura (con quota inferiore ai 300 metri s.l.m.) è doppia rispetto a quello delle aree di collina e oltre cinque volte maggiore di quella delle aree di montagna; allo stesso modo, nelle aree più pianeggianti (pendenza inferiore al 10%), il suolo consumato è 4 volte maggiore rispetto alle aree ad alta pendenza. Tra il 2022 e il 2023, nelle aree di pianura si è concentrato oltre l'80% del nuovo consumo di suolo (5.281 ettari, con un aumento dello 0,33% rispetto all'anno precedente, localizzati per oltre il 13% in Emilia-Romagna). Le aree di pianura sono anche quelle con la maggiore densità di consumo di suolo rispetto all'estensione della fascia (3,76 m²/ha, tripla rispetto alle aree collinari e nove volte maggiore di quella delle aree montane).

Nelle aree con **pendenza** minore del 10%, oltre un terzo dei 5.305 ettari di cambiamenti rilevati tra 2022 e 2023 ricade nell'area della Pianura Padana, in particolare in Emilia-Romagna (+692,0 ettari), Lombardia (+662,9 ettari) e Veneto (+538,0 ettari).

Tra le aree accessibili, la pressione è particolarmente intensa sulla costa e nei pressi dei principali corpi idrici; il suolo consumato nei primi 300 metri dalla **linea di costa** è più del triplo del valore medio nazionale, occupando un terzo della superficie della fascia in 5 delle 15 regioni bagnate dal mare, con un massimo in Liguria (48,21%) e nelle Marche (44,44%); l'Emilia-Romagna presenta il massimo aumento di suolo consumato tra 2022 e 2023 nella fascia 0-300 metri, sia in termini di superficie (+39,2 ettari) che di incremento percentuale rispetto all'anno precedente (+1,46% rispetto al 2022), mentre, nel complesso, circa un quarto del nuovo suolo consumato è localizzato entro 10 km dalla costa.

La presenza di superfici artificializzate al 2023 è superiore al valore medio nazionale (8,6%) anche **entro 150 metri dai principali corpi idrici**, con un incremento di oltre 770 ettari nell'ultimo anno, concentrati per quasi il 40% lungo i corpi idrici di Emilia-Romagna (123,4 ettari), Lombardia (90,3 ettari) e Piemonte (87,1 ettari).

Dal punto di vista della **copertura** e dell'**uso del suolo**, il consumo di suolo si è concentrato prevalentemente nelle aree agricole e a copertura erbacea. Infatti, oltre l'80% dei cambiamenti totali avviene in aree coperte da vegetazione erbacea (dei quali 2.996 ettari

nell'erbaceo periodico e 2.268 in quello permanente), mentre, dal punto di vista dell'uso del suolo, quasi un terzo dei cambiamenti ha interessato le aree agricole, in particolare i seminativi, dove si sono concentrano 2.658 ettari di nuovo consumo di suolo. Importante anche il nuovo consumo di suolo (circa il 15% del totale) nelle aree già a uso urbano e aree assimilate.

Nelle aree soggette a **rischio idrogeologico**, il consumo di suolo continua a crescere, contribuendo ad aumentare la fragilità del territorio e il rischio per la popolazione. Nelle aree a pericolosità idraulica media (MPH – *Medium Probability Hazard*, allagabili in caso di eventi con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni) ricade il 13,10% del suolo consumato totale, con un incremento, nell'ultimo anno, di 1.107 ettari, dei quali quasi due terzi tra Emilia-Romagna (577 ettari) e Toscana (148 ettari).

Nelle aree a **pericolosità da frana** si trova circa l'11% del suolo consumato nazionale (si arriva al 15,53% in Lombardia e al 15,43% in Piemonte), con un aumento di 529,8 ettari tra il 2022 e il 2023, di cui 37,7 in aree a pericolosità molto elevata (dei quali, 7,5 ettari in Emilia-Romagna) e 79,2 in aree a pericolosità elevata (dei quali 28,2 in Campania).



Al 2023 risulta consumato il 7,04 delle aree a **pericolosità sismica** alta e il 4,63% di quelle a pericolosità molto alta, con una crescita, rispetto al 2022, di ulteriori 2.289 ettari (216,5 dei quali in aree a pericolosità molto alta). Poco meno della metà dei cambiamenti in aree a pericolosità alta si concentra in Emilia-Romagna, Campania e Sicilia (rispettivamente, 466,4, 268,8 e 273,3 ettari) e quasi tre quarti di quelli in area a pericolosità molto alta in Abruzzo, Campania e Sicilia (rispettivamente, 68,0, 63,4 e 26,6 ettari).

Il consumo di suolo è aumentato, seppure più limitatamente, anche nelle aree protette e nelle aree vincolate per la tutela paesaggistica. Al 2023 risulta consumato l'1,87% degli oltre tre milioni di ettari di **aree protette EUAP** (Elenco Ufficiale Aree Protette) terrestri italiane (58.601 ettari) con un massimo in Campania (3,82%), con un incremento, tra il 2022 e il 2023, inferiore alla media nazionale (0,2 m² di cambiamenti per ettaro di estensione, contro un valore nazionale di 2,14 m²/ha), con complessivi 69,7 ettari di nuovo suolo consumato, concentrati per quasi il 40% in Campania e Marche. Oltre il 90% del nuovo consumo di suolo delle aree protette si concentra nei Parchi naturali nazionali (29,63 ettari) e regionali (34,11 ettari); tra i Parchi naturali nazionali, il parco del Vesuvio ha la maggiore percentuale di suolo consumato (8,7%), mentre oltre il 50% del nuovo consumo di suolo si concentra nel Parco del Cilento e Vallo di Diano (10,5 ettari nell'ultimo anno) e dei Monti Sibillini (5,6 ettari).

Con riferimento ai **beni vincolati areali ai sensi del D.lgs. 42/2004** (coste, laghi, fiumi, montagne, vulcani, immobili e aree di notevole interesse pubblico), queste mostrano una percentuale di suolo consumato al 2023 inferiore alla media nazionale (5,43%), con un aumento nell'ultimo anno di poco inferiore a 1.400 ettari. La Campania è la regione con la più alta percentuale di suolo consumato in aree vincolate (11,04%) e con il maggiore aumento (+135,3 ettari). Analizzando le singole tipologie di aree vincolate, la percentuale di suolo consumato è superiore alla media nazionale nelle aree di cui all'art. 142 comma 1 lett. a, b, c (coste, laghi, fiumi, con 7,36% e un massimo del 12,35% in Veneto) e nei pressi dei vulcani (13,78%, con un massimo del 27,55% in Campania); tali ambiti sono anche quelli che hanno subito più cambiamenti nell'ultimo anno (+766,4 ettari e +753,7 ettari rispettivamente).

L'IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO

La valutazione dell'**area di impatto potenziale** del consumo di suolo ha lo scopo di fornire una stima degli effetti indiretti sui servizi ecosistemici e la biodiversità anche in aree limitrofe a quelle costruite, cui si associano fenomeni di degrado collegati all'urbanizzazione e all'espansione delle aree artificiali, tra cui ad esempio: il disturbo acustico, la contaminazione locale, la diffusione di specie alloctone, con i relativi rischi della loro diffusione spontanea. La stima è condotta tramite un criterio di influenza basato sulla distanza, considerando dei buffer di 60, 100 e 200 metri dal suolo consumato. I valori massimi in tutte e tre le fasce si osservano in Puglia (nel

buffer di 60 metri l'impatto potenziale è del 45%, e sale all'82,9% per il buffer a 200 metri), e valori molti elevati in Campania e Veneto (nel buffer di 60 metri l'impatto potenziale è, rispettivamente, del 44% e del 42%). Complessivamente, oltre un terzo del territorio nazionale ricade entro 60 metri dal suolo consumato e circa due terzi entro 200 metri.

L'**impatto visivo** del consumo di suolo ha un enorme effetto sulla percezione personale e collettiva della degradazione di un paesaggio ed è costituito da un insieme di fattori che sono sia oggettivi che soggettivi. Qui ci si propone di analizzare come varia la parte oggettiva dell'impatto visivo, definita visibilità di suolo consumato, quantificandola tramite l'indice di visibilità (*Non dimensional Index*, NI) calcolato come la percentuale di spazio occupato dal suolo consumato rispetto al campo visivo dinamico dell'osservatore. I valori assunti dall'indice diminuiscono all'aumentare della distanza dell'oggetto dall'osservatore (lo stesso oggetto posto a grande distanza occupa una porzione più estesa del campo visivo rispetto a quando è posto a breve distanza). A livello nazionale, il maggiore ostacolo alla vista è rappresentato da strade e cantieri (con una punta dell'11% per i cantieri in Puglia), seguiti da edifici e fotovoltaico; quest'ultima classe causa grande ostacolo alla vista ma limitatamente alle poche aree in cui sono nati nuovi impianti fotovoltaici, mentre le strade si caratterizzano per una copertura nazionale abbastanza omogenea a fronte di valori dell'indice, nel complesso, bassi.

L'**isola di calore urbana** superficiale è un fenomeno fortemente connesso con la configurazione spaziale delle aree urbane e la copertura del suolo. La temperatura superficiale al suolo (*Land Surface Temperature* - LST) è generalmente più elevata laddove la densità di suolo consumato è maggiore e la copertura arborea è scarsa, come spesso accade nei luoghi in cui l'evoluzione del tessuto insediativo ha portato alla nascita di aree urbane compatte. Analizzando la correlazione tra la LST (derivata da immagini satellitari Landsat 8, Landsat 9 e MODIS per il periodo 2018-2023) con la densità di suolo consumato, la densità di copertura arborea e l'altimetria, si osserva come le temperature medie diurne estive, registrate nelle diverse classi di densità delle superfici artificiali, mostrano un andamento crescente passando dalle aree rurali alle aree urbane, con un aumento che supera in media i 9°C, raggiungendo oltre 16°C in Valle d'Aosta e Trentino-Alto Adige. Variazioni nulle o negative (ossia temperature più elevate nelle aree rurali rispetto alle aree urbane), si osservano solo in alcune città del centro e sud Italia dove la LST nei mesi estivi è influenzata dalla presenza di vaste aree agricole scarsamente vegetate e dalle particolari condizioni climatiche. L'elevata densità di copertura arborea (>50%) incide positivamente nella regolazione del microclima, sebbene l'effetto diminuisca all'aumentare della densità di costruito nelle aree circostanti. In particolare, la copertura arborea è in grado di abbattere le temperature di oltre 1°C nelle aree urbane di pianura (a quota inferiore ai 200 m s.l.m.) e di oltre 2°C nelle aree urbane collinari (comprese tra 200 m e 600 m s.l.m.), con un massimo in Toscana (-2,7°C), Emilia-Romagna (-2,2 °C) e Lazio (-2,1 °C). Man mano che ci si sposta verso aree più densamente urbanizzate, non solo si osserva un aumento delle temperature, ma anche una crescente quota di popolazione esposta a condizioni climatiche estreme. Nella provincia di Milano la popolazione esposta a temperature superiori a 40°C sfiora il 95%. Il consumo di suolo, che spesso comporta anche la rimozione di vegetazione, favorisce l'aumento della LST delle aree urbane e, di conseguenza, l'intensità dell'isola di calore urbano, con molteplici conseguenze sul microclima e sugli ecosistemi e con effetti che variano anche in relazione alla fascia altimetrica e alle caratteristiche ambientali e del paesaggio.

La **frammentazione** del territorio è il processo che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e seminaturali e un aumento del loro isolamento a causa del verificarsi di fenomeni come l'espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale. Ne deriva una riduzione della connettività ecologica, che influenza negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici e aumenta l'isolamento delle specie, con conseguenze sulla qualità del paesaggio e sulle attività agricole. A livello nazionale il grado di frammentazione è monitorato attraverso l'indice *effective mesh-density* (S_{eff}) che misura l'ostacolo al movimento dovuto alla presenza sul territorio di barriere, definite come "elementi frammentanti", è calcolato con riferimento a una griglia regolare di 1 km² (*reporting unit*), considerando come elemento frammentante il suolo consumato, ed è rappresentato rispetto a 5 classi (frammentazione molto bassa, bassa, media, elevata e molto elevata). Le aree a frammentazione molto bassa sono localizzate prevalentemente in corrispondenza degli ecosistemi a più alto grado di naturalità, in particolare nell'arco alpino e in limitate aree di alcune regioni meridionali e insulari, mentre le classi a maggiore grado di frammentazione si concentrano nelle aree costiere e di pianura e in corrispondenza delle aree più urbanizzate; nel complesso quasi un quarto del territorio nazionale (23,61%) è a frammentazione alta e il 18,74% a frammentazione molto alta. Le variazioni rilevate sul dato 2023 rispetto al 2006 mostrano un generale aumento del grado di frammentazione del territorio, con passaggi dalle classi meno frammentate a quelle più frammentate. I cambiamenti più rilevanti hanno riguardato la riduzione di oltre 6 punti percentuali delle aree a frammentazione molto bassa (-6,15%).

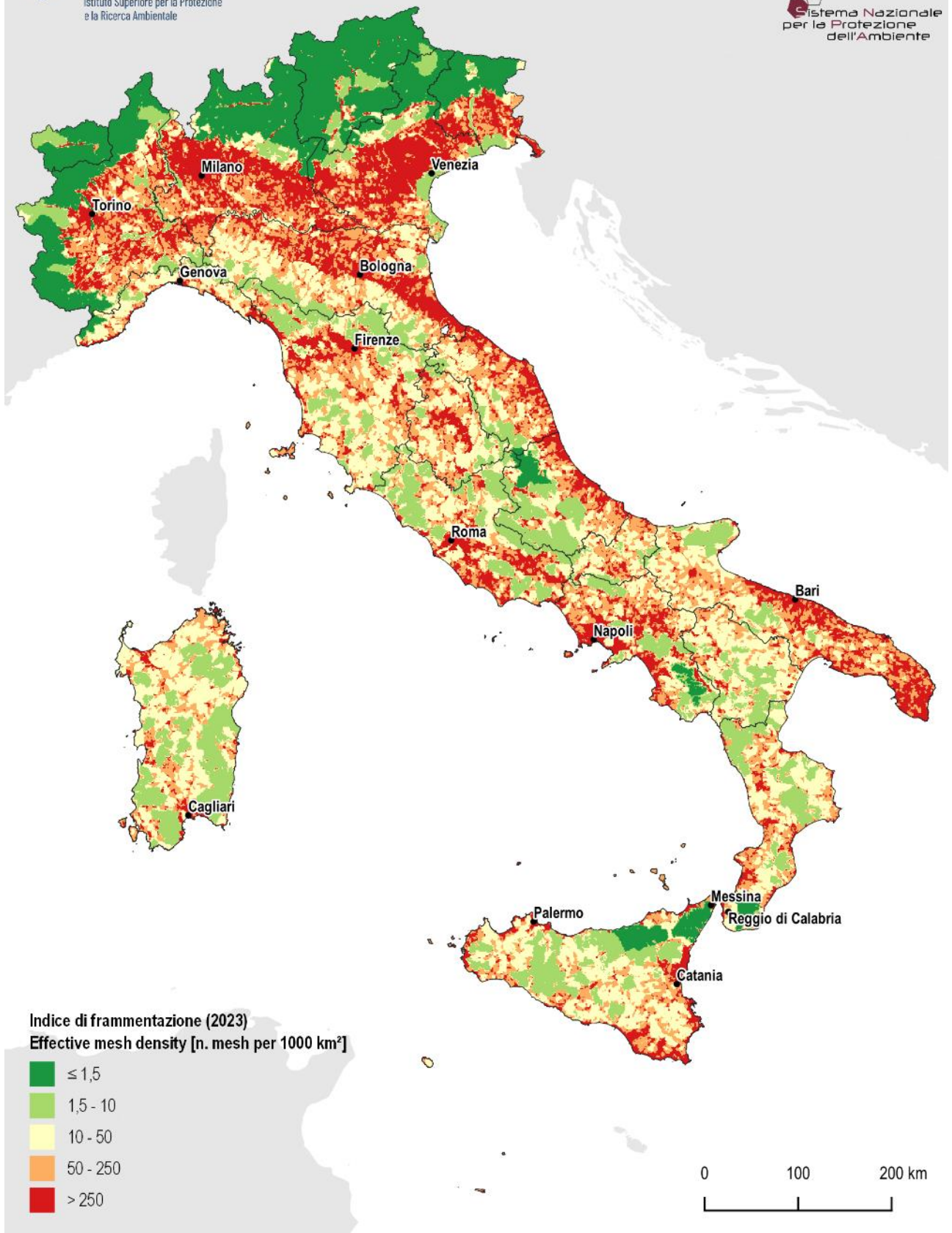


Figura 8. Indice di frammentazione (*effective mesh density*) su griglia regolare a 1km² nel 2023. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO

La valutazione dell'impatto che i cambiamenti di uso e copertura del suolo hanno sulla capacità di un suolo naturale o agricolo di fornire servizi ecosistemici, in particolare quando si assiste alla variazione da una copertura naturale o agricola a una artificiale, è utile al fine del riconoscimento del valore del suolo per la regolazione dei principali processi ambientali, per la produzione di cibo e prodotti agricoli, per supportare la biodiversità e per il benessere della popolazione. Al fine di valutare l'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici, sono stati analizzati i flussi annui e gli stock del capitale naturale perso a causa delle trasformazioni rilevate nel monitoraggio SNPA. L'analisi del flusso di servizi ecosistemici evidenzia che l'impatto economico del consumo di suolo in Italia produce perdite annuali che si confermano molto elevate.

La stima dei costi totali della **perdita del flusso** annuale di servizi ecosistemici varia da un minimo di 8,22 a un massimo di 10,06 miliardi di euro, persi ogni anno a causa del consumo di suolo avvenuto tra il 2006 e il 2023 (Tabella 14, Tabella 15), mentre nell'ultimo anno si stima una perdita del flusso di servizi ecosistemici che varia da un minimo di 410 a un massimo di 501 milioni di euro l'anno. In entrambi gli intervalli di tempo il valore più alto di perdita è associato al servizio di regolazione del regime idrologico, ovvero all'aumento del deflusso superficiale prodotto dal consumo di suolo. Il **valore perso in stock** tra 2006 e 2023 varia tra 19,47 miliardi e 24,69 miliardi di euro, di cui quasi di un miliardo dovuto al consumo di suolo dell'ultimo anno. La perdita di stock più elevata è associata alla produzione agricola (Tabella 16, Tabella 17).

Questa analisi conferma che il maggiore impatto del consumo di suolo avviene a discapito delle principali funzioni ovvero della regolazione dei cicli naturali (in particolare quello idrologico) e della produzione di beni e materie prime (che, in questo caso, assolvono bisogni primari come acqua e cibo).

Tabella 14. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2023

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€/anno)	Valore medio (€/anno)	Valore massimo (€/anno)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-847.267	-2.660.603	-4.473.939
Qualità degli habitat	-50.976.780	-50.976.780	-50.976.780
Produzione agricola	-385.670.531	-385.670.531	-385.670.531
Produzione di legname	-113.522.368	-113.522.368	-113.522.368
Impollinazione*	-24.381.516	-28.467.749	-32.553.979
Regolazione del microclima	-11.966.702	-29.916.753	-47.866.807
Rimozione particolato e ozono	-5.280.943	-10.663.123	-16.045.301
Disponibilità di acqua	-7.693.417	-96.167.712	-184.642.007
Regolazione del regime idrologico	-7.618.723.584	-8.248.538.067	-8.878.352.550
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-1.163.862	-166.594.655	-332.025.450
Totale	-8.220.226.967	-9.133.178.340	-10.046.129.711

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 15. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2022 e il 2023

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€/anno)	Valore medio (€/anno)	Valore massimo (€/anno)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-42.315	-132.878	-223.440
Qualità degli habitat	-2.545.915	-2.545.915	-2.545.915
Produzione agricola	-19.261.404	-19.261.404	-19.261.404
Produzione di legname	-5.669.606	-5.669.606	-5.669.606
Impollinazione*	-1.217.677	-1.421.754	-1.625.832
Regolazione del microclima	-597.649	-1.494.122	-2.390.595
Rimozione particolato e ozono	-263.744	-532.545	-801.345
Disponibilità di acqua	-384.230	-4.802.869	-9.221.509
Regolazione del regime idrologico	-380.499.153	-411.953.749	-443.408.346
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-58.126	-8.320.177	-16.582.227
Totale	-410.539.818	-456.135.018	-501.730.218

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 16. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2023

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€)	Valore medio (€)	Valore massimo (€)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-187.103.203	-587.544.736	-987.986.267
Produzione agricola	-19.197.676.410	-21.405.979.368	-23.614.282.326
Produzione di legname	-90.187.183	-90.187.183	-85.088.687
Totale	-19.474.966.796	-22.083.711.288	-24.692.455.776

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 17. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2022 e il 2023

Servizi ecosistemici	Valore minimo (€)	Valore medio (€)	Valore massimo (€)
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-9.344.428	-29.343.534	-49.342.640
Produzione agricola	-958.782.600	-1.069.071.075	-1.179.359.550
Produzione di legname	-4.504.186	-4.504.186	-4.504.186
Totale	-972.631.213	-1.102.918.794	-1.233.206.376

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO

La metodologia per la valutazione del degrado del suolo è ancora oggetto di ampio dibattito scientifico. La Commissione Statistica delle Nazioni Unite ha definito l'indicatore 15.3.1 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) come percentuale di aree degradate sul territorio nazionale, da valutare mediante tre sub indicatori: la copertura del suolo, la produttività e il contenuto in carbonio organico (*Soil Organic Carbon*, SOC). L'approccio seguito in questo rapporto ricalca la metodologia proposta in ambito internazionale, cercando di utilizzare e valorizzare anche dati nazionali e comunitarie in sostituzione di *dataset* globali di minor dettaglio. Il degrado complessivo viene valutato rispetto a un periodo di *baseline* e a un successivo periodo di *reporting*, considerando come aree stabili o degradate quelle dove almeno uno dei tre sub indicatori assume un valore in peggioramento.

Le aree degradate a causa di **cambiamenti di copertura del suolo** sono state derivate a partire dagli strati di cambiamento del dato CORINE *Land Cover*, riclassificati rispetto al sistema di classificazione a 7 categorie adottato dall'UNCCD (foreste, prati e pascolo, aree agricole, aree artificiali, suolo nudo, corpi idrici e zone umide) e integrati con la carta nazionale del consumo di suolo. Sono stati quindi distinti i flussi di cambiamento che causano aumento di degrado dalle trasformazioni che portano a un miglioramento dello stato del suolo. A questi flussi si aggiunge il consumo di suolo, assunto come ulteriore causa di aumento di degrado.

Il degrado associato alla **perdita di produttività del suolo** viene valutato in termini di produttività primaria netta (NPP), ossia la quantità netta di carbonio assimilato attraverso la fotosintesi in un dato periodo di tempo, valutata su prodotti MODIS e AVHRR e basata sulla valutazione di tre variabili: traiettoria, stato e *performance*.

La valutazione della **perdita di carbonio organico nel suolo** si basa sui dati CORINE *Land Cover*, sulla carta nazionale del suolo consumato e sulla mappa globale del carbonio organico del suolo prodotta dalla *Global Soil Partnership*.

Il calcolo finale dell'**SDG 15.3.1** al 2019, considerando l'apporto del degrado registrato nel periodo di *baseline* e nel periodo di *reporting* (o *progress*) stima il degrado per il livello nazionale al 21,2%, con valori al di sopra della media nelle regioni del Centro.

Considerato il bilancio delle aree degradate al netto di quelle in cui si verifica un miglioramento delle condizioni del suolo, per il territorio nazionale il valore dell'indicatore SDG 15.3.1 al 2019 si attesta al 17,4%. Secondo l'indicatore Lazio (33,9%) e Umbria (32,7%) sono le regioni con i valori più alti (Tabella 18).

Ulteriori approfondimenti sulla valutazione del degrado del suolo in Italia hanno riguardato l'individuazione delle aree *hotspot* in cui il fenomeno è concentrato in maniera densificata, mappate attraverso l'algoritmo Getis-Ord G_i^* e la stima del fenomeno considerando ulteriori fattori di degrado, aggiuntivi rispetto a quelli proposti dall'indicatore SDG 15.3.1 (come la frammentazione, l'area di impatto potenziale del consumo di suolo, la presenza di aree ad alta e media densità di coperture artificiali, l'aumento di spazi non consumati di superficie inferiore a 1.000 m² e la presenza di aree percorse dal fuoco negli ultimi anni).

Tabella 18. Risultati calcolo indicatore SDG 15.3.1 per il livello nazionale e regionale

Regione	SDG 15.3.1 - 2019						
	Stabile	Degradato	Migliorato	Stabile	Degradato	Migliorato	SDG 15.3.1
	(ha)			(%)			
Piemonte	1.793.724	517.688	117.999	71,3	20,6	4,7	15,9
Valle d'Aosta	266.866	24.260	11.160	82,6	7,5	3,5	4,1
Lombardia	1.552.157	469.207	133.302	65,7	19,8	5,6	14,2
Liguria	388.000	115.993	12.984	72,3	21,6	2,4	19,2
Friuli-Venezia Giulia	585.588	100.081	45.893	74,7	12,8	5,9	6,9
Trentino-Alto Adige	1.152.037	87.021	67.125	85,5	6,5	5,0	1,5
Emilia-Romagna	1.448.202	581.009	126.495	65,0	26,1	5,7	20,4
Veneto	1.167.662	284.291	186.412	64,3	15,7	10,3	5,4
Umbria	525.237	283.050	8.965	62,8	33,8	1,1	32,7
Marche	620.280	276.090	14.659	67,2	29,9	1,6	28,3
Toscana	1.614.514	537.991	76.094	70,9	23,6	3,3	20,3
Lazio	1.019.360	602.448	25.904	59,9	35,4	1,5	33,9
Basilicata	785.962	175.133	20.424	79,5	17,7	2,1	15,6
Molise	315.913	114.258	8.619	71,9	26,0	2,0	24,0
Abruzzo	753.436	293.920	14.998	70,5	27,5	1,4	26,1
Calabria	1.174.528	198.277	94.191	78,7	13,3	6,3	7,0
Puglia	1.516.125	255.637	55.582	79,1	13,3	2,9	10,4
Campania	909.751	334.769	32.831	67,6	24,9	2,4	22,4
Sardegna	1.675.921	641.606	20.085	70,2	26,9	0,8	26,0
Sicilia	1.970.169	426.856	65.542	77,4	16,8	2,6	14,2
Italia	21.278.374	6.319.586	1.139.264	71,3	21,2	3,8	17,4

Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA