

# 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

Delibera del Consiglio SNPA n. 259/24 del 07.11.2024

Il Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della legge 28 giugno 2016, n. 132 di "Istituzione del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente e disciplina dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale" (ISPRA).

Il SNPA è composto dall'ISPRA, ente pubblico nazionale di ricerca che ne coordina le attività, e dalle agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano.

Attraverso la cooperazione a rete, il Sistema lavora per raggiungere prestazioni tecniche ambientali uniformi sull'intero territorio nazionale, a vantaggio della tutela dell'ambiente e a beneficio della popolazione, dell'attività delle imprese e del sistema pubblico in generale. Le prestazioni tecniche riguardano le attività ispettive e di controllo ambientale, il monitoraggio dello stato dell'ambiente, il controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, il supporto alle attività in campo ambientale dello Stato, delle Regioni e degli enti locali, la ricerca finalizzata a tali scopi nonché la raccolta, l'organizzazione e la diffusione dei dati e delle informazioni ambientali che sono riferimenti ufficiali dell'attività di tutta la pubblica amministrazione.

Il Sistema produce documenti tecnici quali Report ambientali SNPA, Linee guida SNPA, Pubblicazioni tecniche SNPA e pareri vincolanti in base alla legge. Organo deliberativo del Sistema è, ai sensi dell'art. 13 della legge n. 132/2016, il Consiglio del Sistema Nazionale, presieduto dal Presidente dell'ISPRA e composto dai rappresentanti legali delle agenzie e dal Direttore generale dell'Istituto.

Le persone che agiscono per conto delle componenti del Sistema non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:

SNPA, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2024, Report ambientali SNPA, 43/2024

La collana Report ambientali SNPA include raccolte sistematiche e periodiche di dati e/o informazioni ambientali, anche in chiave evolutiva, su tematiche di rilievo nazionale e per la diffusione al pubblico.

ISBN 978-88-448-1234-8

© Report ambientali SNPA, 43/2024

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Coordinamento della pubblicazione online:

Daria Mazzella – ISPRA

Grafica di copertina: Sonia Poponessi – ISPRA

Foto di copertina: "Sotto la lanterna" – quartiere Sampierdarena, Genova, ottobre 2024. Foto di Silvia Rapisarda

Dicembre 2024

Abstract

Il Rapporto, insieme alla cartografia e alle banche dati di indicatori allegati, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione del territorio e permette di valutare il degrado del suolo e l'impatto del suo consumo sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

The Report, with the annexed maps and indicators databases, analyses land processes and assesses land and soil degradation and land take impact on landscape and soil ecosystem services.

Parole chiave: *Land Consumption/Land Take, Soil Sealing, Land Cover, Land Use, Land Degradation, Soil Ecosystem Services.*

**Curatore**

Michele Munafò (ISPRA)

**Autori**

Membri della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA): 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).

Con il contributo degli Osservatori/tavoli tecnici a supporto delle attività di monitoraggio del consumo di suolo e della pianificazione sostenibile del territorio e di Giulia Guerri, Marco Morabito (CNR), Luca Benedetti, Paolo Liberatore, Alessio Agrillo, Vincenzo Surace (GSE), Beatrice Olivari, Piergiorgio Cipriano (Deda Next).

Gli autori dei contributi degli Osservatori/tavoli tecnici di Regioni e Province autonome e dei contributi a cura del Comitato scientifico sono riportati direttamente all'interno dei rispettivi capitoli.

**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 Mastrodonardo, 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 Bonisolli, 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).

### Percorso istruttorio

Documento elaborato nell'ambito dell'articolazione istruttorie del Consiglio SNPA RR TEM 19 Monitoraggio del territorio e del consumo di suolo.

Documento condiviso con la RR TEM 17 Reporting e indicatori, con la RR TEM 18 Qualità dell'ambiente urbano e con l'Osservatorio 02 Comunicazione e Informazione.

Documento condiviso con il Coordinamento Tecnico Operativo (CTO) SNPA.

Documento adottato dal Consiglio SNPA, con Delibera del Consiglio SNPA n. 259/2024 del 7/11/2024.

### 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 (Sapienza - Università di Roma), 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).

### Dati e cartografia

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

<http://www.consumosuolo.it>

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



L'acquisizione e l'elaborazione dei dati avvengono sotto la responsabilità della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA).

Le immagini aeree e satellitari utilizzate per l'elaborazione dei dati provengono dall'archivio di ISPRA e delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e Province Autonome, che gestiscono il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), e sono state acquisite attraverso diverse fonti: *Copernicus Open Access Hub (Sentinel-1, Sentinel-2)*, ESA (Agenzia Spaziale Europea), Geoportale Nazionale (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica; 2006-2012), Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (Agea), Agenzia per l'Ambiente Europea, © *Google Earth* (2019-2023), © ZY-3 (2019), © *TripleSat* (2019, 2022), © *Planet Labs* (2019), © *Airbus DS* (2019-2023).

Si ringraziano AGEA, Agenzia delle Entrate - Osservatorio del Mercato Immobiliare, Agenzia Europea per l'Ambiente, ANCE, ANCI, Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, Asvis, Commissione Europea/Joint Research Centre, CREA, ENEA, GSE, INGV, ISMEA, Istat, Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Ministero della cultura, Ministero delle imprese e del made in Italy e tutti gli altri soggetti che hanno messo a disposizione dati e informazioni fondamentali per alcune delle analisi riportate nel rapporto.

I contenuti a cura degli Osservatori e dei tavoli tecnici delle Regioni e delle Province autonome e quelli a cura del Comitato scientifico sono responsabilità, rispettivamente, dei soggetti individuati dalle strutture regionali coinvolte d'intesa con il SNPA e dei singoli autori proposti dal Comitato scientifico stesso.

# SOMMARIO

<b>PRESENTAZIONE</b> .....	<b>12</b>
<b>SINTESI</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>17</b>
Il valore del suolo .....	17
Consumo, copertura, uso e degrado del suolo .....	17
Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia .....	19
La tutela del suolo a livello globale, comunitario e nazionale.....	20
<b>STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO</b> .....	<b>26</b>
Il consumo di suolo in Italia .....	26
Il livello regionale .....	34
Il livello provinciale .....	42
Il livello comunale .....	51
<i>I “comuni risparmia suolo”</i> .....	68
Gli scenari futuri .....	71
Accesso ai dati di uso, copertura e consumo di suolo a livello nazionale .....	72
Un racconto fotografico sul consumo di suolo: “Uno scatto per raccontare il cambiamento” .....	75
<b>STATO E TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO</b> .....	<b>76</b>
Uso e copertura del suolo .....	76
<i>Il servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus</i> .....	76
<i>Le cartografie ISPRA di uso del suolo, copertura del suolo e tipologie di ecosistemi</i> .....	78
<i>Altre iniziative di ISPRA nella mappatura della copertura del suolo</i> .....	82
Le aree urbane .....	83

<i>Strumenti per la rappresentazione delle aree urbane</i> .....	84
<i>Le proposte di ISPRA per la mappatura delle aree urbane</i> .....	86
<i>Grado di artificializzazione</i> .....	87
<i>Grado di urbanizzazione</i> .....	87
<i>Continuum urbano-rurale</i> .....	87
<i>DEGURBA</i> .....	91
<i>Land use efficiency secondo l'indicatore 11.3.1 degli SDG delle Nazioni Unite</i> .....	98
Forme urbane e tipologie insediative .....	100
Le infrastrutture verdi .....	101
L'accessibilità alle aree verdi pubbliche .....	103
Le aree boscate .....	109
<i>Definizione</i> .....	109
<i>Superficie forestale</i> .....	109
<b>CAUSE DEL CONSUMO DI SUOLO</b> .....	<b>111</b>
Le nuove coperture artificiali .....	111
Le aree edificate .....	118
<i>Il consumo di suolo associato agli edifici</i> .....	118
<i>Gli edifici in aree a pericolosità</i> .....	121
<i>Gli edifici rispetto alle tipologie di tessuto urbano</i> .....	122
<i>L'epoca di costruzione prevalente degli edifici</i> .....	123
Il consumo di suolo all'interno delle aree urbane .....	125
<i>Grado di artificializzazione e Indice Normalizzato del Consumo di Suolo in aree urbane</i> ..	125
<i>Grado di urbanizzazione</i> .....	126
Il consumo di suolo ai margini dei centri urbani principali .....	127
I valori del mercato immobiliare .....	129
Cantieri e infrastrutture .....	130
Impianti fotovoltaici .....	135
Lo sviluppo dei poli logistici .....	140
Gli usi del suolo dei nuovi cambiamenti .....	145

<b>DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO .....</b>	<b>147</b>
Distribuzione dei cambiamenti .....	147
Fascia costiera, corpi idrici, classi altimetriche e di pendenza .....	150
<i>Fascia costiera</i> .....	150
<i>Corpi idrici</i> .....	152
<i>Classi altimetriche</i> .....	152
<i>Classi di pendenza</i> .....	153
Classi di copertura e ambiti di uso del suolo .....	154
<i>Classi di copertura del suolo</i> .....	154
<i>Ambiti di uso del suolo</i> .....	155
Aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica .....	155
<i>Aree a pericolosità idraulica</i> .....	155
<i>Aree a pericolosità da frana</i> .....	158
<i>Aree a pericolosità sismica</i> .....	159
Aree protette e aree vincolate per la tutela paesaggistica .....	161
<i>Aree protette</i> .....	161
<i>Aree vincolate per la tutela paesaggistica</i> .....	162
Siti contaminati di interesse nazionale .....	166
Aree percorse dal fuoco .....	167
Tipologie di suolo .....	169
Unità fisiografiche del paesaggio .....	170
Densità e caratteri demografici .....	172
<b>IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO .....</b>	<b>173</b>
L'area di impatto potenziale .....	173
L'impatto visivo .....	173
La frammentazione del territorio e del paesaggio .....	182
<i>Strumenti per il monitoraggio del grado di frammentazione del territorio</i> .....	182
<i>Grado di frammentazione a livello nazionale e regionale</i> .....	182
<i>Grado di frammentazione delle aree boscate</i> .....	185
L'isola di calore urbana .....	186

Impatto su aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale e perdita di ecosistemi ..	195
<i>Aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale</i> .....	195
<i>Impatti sugli ecosistemi naturali e semi-naturali</i> .....	197
Perdita di servizi ecosistemici del suolo .....	198
<b>DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO</b> .....	<b>201</b>
Land Degradation .....	201
Degrado dovuto ai cambiamenti di copertura del suolo .....	201
Degrado dovuto alla perdita di produttività .....	202
Degrado dovuto alla perdita di carbonio organico del suolo .....	203
Indicatore SDG 15.3.1 .....	204
Altri fattori di degrado .....	209
Degrado complessivo .....	209
<b>UN ATLANTE FOTOGRAFICO DEL CONSUMO DI SUOLO</b> .....	<b>214</b>
Piemonte .....	214
Valle d'Aosta .....	216
Lombardia .....	217
Veneto .....	218
Friuli-Venezia Giulia .....	221
Liguria .....	222
Emilia-Romagna .....	224
Toscana .....	227
Umbria .....	229
Marche .....	230
Lazio .....	232
Abruzzo .....	234
Molise .....	235
Campania .....	236
Puglia .....	238
Basilicata .....	240

Calabria .....	245
Sicilia .....	247
Sardegna .....	250
Trento .....	255
Bolzano .....	256
Consumo di suolo in aree a pericolosità da frana .....	261
Consumo di suolo in aree a pericolosità idraulica .....	269
<b>CONTRIBUTI A CURA DEGLI OSSERVATORI DI REGIONI E PROVINCE AUTONOME .....</b>	<b>275</b>
Regione Lombardia - Adeguamento della pianificazione locale alla legge regionale n. 31/2014 per la riduzione del consumo di suolo .....	275
Regione Lombardia - Il ripristino a verde delle aree delocalizzate intorno all'aeroporto di Malpensa .....	279
Regione Veneto - Contenimento del consumo di suolo e tutela della connettività ecologica verso il "Veneto territorio Sostenibile" .....	287
Regione Umbria - Progetto esecutivo di valorizzazione del patrimonio regionale lungo la ferrovia centrale umbra .....	298
<b>CONTRIBUTI A CURA DEL COMITATO SCIENTIFICO .....</b>	<b>301</b>
Sviluppo sostenibile e consumo di suolo nel continuum urbano-rurale .....	301
Le infrastrutture stradali e gli impatti diretti e indotti sul consumo di suolo .....	305
Analisi dell'intensità dell'Isola di Calore Superficiale nei capoluoghi di regione italiani .....	310
Interoperabilità dei dati geospaziali, dal DBGT alla copertura del suolo .....	317
Nuovi strumenti per il monitoraggio forestale in Italia: l'Inventario Forestale Nazionale e la carta forestale d'Italia .....	324
Valutazione della sostenibilità e dell'idoneità territoriale per la produzione di idrogeno verde nell'area industriale di Viggiano .....	330
Analisi degli impatti potenziali del consumo di suolo sui servizi ecosistemici nel comune di Trento .....	335
No net land take: politiche e pratiche nelle regioni europee .....	341

Dal consumo del suolo al ripristino degli habitat degradati: spunti di riflessione per governare il territorio? .....	347
Impatto degli impianti fotovoltaici a terra su suolo agricolo .....	350
Conoscere per pianificare sostenibilmente. Il contributo dell'Università dell'Aquila alla piattaforma Geosciences IR .....	356
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>363</b>

## CONOSCERE PER PIANIFICARE SOSTENIBILMENTE, IL CONTRIBUTO DELL'UNIVERSITÀ DELL'AQUILA ALLA PIATTAFORMA GEOSCIENCES IR

Francesco Zullo, Gianni Di Pietro, Cristina Montaldi, Annamaria Felli, Emilio Marziali, Chiara Cattani  
(Università degli Studi dell'Aquila)

*A quella strada che continueremo a percorrere,  
a quelle idee che abbiamo condiviso e insieme scritto.*

Può davvero la pianificazione territoriale supportare le politiche per il raggiungimento degli obiettivi di contenimento e inversione del consumo di suolo? L'impalcato normativo italiano sul tema riesce a dare indirizzi in tal senso? È a queste domande che bisogna dare una risposta concreta se davvero il nostro Paese vuole provare a raggiungere gli importanti obiettivi internazionali di "bilancio zero" del consumo di suolo entro il 2050 ma anche quelli dettati sul tema dal Piano per la Transizione Ecologica (Iovino, 2022; Putilli e Pasini, 2022; Montaldi, 2023; Tarsi, 2023; Felli e Zullo, 2024). Una vera e propria rivoluzione copernicana deve investire l'attuale sistema di pianificare città e territori, riportando al centro dell'attenzione il suolo e le sue molteplici funzioni. Suolo che va considerato quale elemento da salvaguardare per migliorare la qualità degli ambienti urbani oltre che degli ecosistemi ai quali questi ultimi sono strettamente collegati. Come più volte ribadito da diversi lavori scientifici sul tema (Cinà, 1996; Cappuccitti, 2006; Fedele e Moini, 2006; Mariano, 2012; Caridi, 2013), la pianificazione a livello comunale, che in Italia è quella con maggior potere decisionale sul destino dei suoli, è chiaramente inappropriata per produrre effetti in questa direzione sia per l'eccessivo numero dei comuni (ad oggi 7.896) sia per le loro ridotte dimensioni (estensione media pari a 38 km<sup>2</sup>). Come noto, il futuro dei suoli è prescritto nei Piani Regolatori Comunali (oggi denominati in vario modo) che, in numerosi casi, risultano essere datati e in pochi altri virtuosi casi riescono ad essere interpreti delle reali esigenze delle comunità locali. Il più delle volte, infatti, tali piani risultano sovradimensionati rispetto alle reali dinamiche demografiche e pertanto non in linea con le mutate esigenze delle comunità. Di contro però, sempre maggiori sono gli enti comunali che approvano bandi di retrocessione per il ritorno dell'uso agricolo o a verde dei suoli eliminando quei diritti edificatori che non hanno sortito effetti dopo decenni di vigenza dello strumento urbanistico. L'ipertrofia dimensionale delle aree residenziali, produttive-commerciali e direzionali ha caratterizzato per decenni l'urbanistica dei comuni italiani indipendentemente dalle loro energie economiche, dalla loro posizione geografica e dal loro ruolo nel contesto territoriale di riferimento, affidando al disegno zonale strategie di sviluppo spesso disattese e avulse dal contesto di riferimento che, nel tempo, hanno portato ad una sovraurbanizzazione e ad una estrema diffusione delle parti urbane. Da un lato i cambiamenti climatici in atto, ma più in generale la questione ambientale, dall'altro le mutate economie ed esigenze sociali impongono dei cambiamenti sostanziali nel modo di interpretare il territorio e nel ruolo che questi enti potrebbero avere nelle logiche di uno sviluppo sostenibile a scale interpretative più ampie. Sotto questo aspetto, il progetto GeoSciences IR fornisce un valido supporto in quanto tra i suoi obiettivi vi è quello di creare una nuova infrastruttura di ricerca che, oltre ad aggiornare le conoscenze geologiche del suolo nazionale, attraverso il Work Package (WP) 5 mira alla gestione sostenibile del suolo. Tale WP coinvolge l'Unità Operativa (UO) dell'Università degli Studi dell'Aquila, insieme ad ISPRA, all'Università degli Studi del Molise e l'Università degli Studi di Napoli Federico II. In questo senso, un primo importante aspetto affrontato dall'UO attiene la questione normativa e l'analisi approfondita dei testi di legge approvati e vigenti sul tema del consumo di suolo nelle regioni italiane per comprendere come e con quali strumenti si sta cercando di raggiungere l'obiettivo di azzeramento del consumo di suolo che, è bene sottolinearlo, il nostro Paese ha intenzione di conseguire entro il 2030 (Piano della Transizione Ecologica approvato l'8 marzo 2022). Il quadro che

emerge ha evidenziato come l'assenza di una cabina di regia nazionale abbia prodotto profonde distorsioni nel Paese sia nelle definizioni del consumo di suolo che nelle modalità adottate per il suo contenimento (Montaldi, 2023). La molteplicità e a volte l'assenza di definizioni mette seriamente in dubbio l'efficacia di norme che si propongono di arrestare un fenomeno senza di fatto definirlo. Diverse sono le trasformazioni irreversibili che vengono derogate dalle varie normative regionali e che quindi non entrano nel computo del consumo di suolo ma che invece, in termini fisici, lo sono a tutti gli effetti. Anche quando non è presente il termine deroga o la locuzione “*non rientra nel monitoraggio del consumo di suolo...*” diverse sono le declinazioni adottate per far evadere forme più o meno intense di consumo di suolo dal sistema di monitoraggio. A titolo esemplificativo, una delle ultime normative emanate sul tema in Italia e vigente per la regione Abruzzo (LR n. 58/2023) riporta quale definizione del consumo di suolo la seguente (art. 8 comma 2):

*a) il saldo tra le aree per le quali la pianificazione urbanistica prevede la trasformazione insediativa al di fuori del perimetro del territorio urbanizzato di cui all'articolo 40 e quelle per le quali la medesima pianificazione stabilisce interventi di desigillazione da attuare mediante la rimozione dell'impermeabilizzazione del suolo e della contestuale retrocessione della relativa area a zona con destinazione a verde e soggetta a vincolo di inedificabilità;*

*b) il saldo tra le aree per le quali la pianificazione urbanistica prevede la trasformazione insediativa al di fuori del perimetro del territorio urbanizzato di cui all'articolo 40 e le aree edificabili all'interno del perimetro urbanizzato per le quali la pianificazione urbanistica prevede la retrocessione a zona con destinazione a verde assoggettandole a vincolo di inedificabilità.*

Come si può evincere, il consumo di suolo è quindi una differenza tra quanto viene realizzato all'esterno del perimetro urbanizzato e quanto invece viene de-impermeabilizzato o retrocesso all'interno di questo. Ma come viene definito questo perimetro? E qui, oltre ad una certa discrezionalità affidata alla mano del pianificatore, il legislatore ha inserito una serie di zone che possono tranquillamente rientrare nel perimetro del territorio urbanizzato e non figurare quindi quale suolo consumato. Appare chiaro che la definizione di questa linea avrà un ruolo chiave nei numeri che verranno divulgati negli anni a venire. Non bisogna dimenticare che, data l'estrema polverizzazione del costruito italiano (Romano *et al.*, 2017; 2019) il tracciamento di questo limite di frontiera tra ciò che è o non è urbanizzato avrà direttrici politiche piuttosto che tecniche e senza alcuna possibilità di replica. Ma l'Abruzzo è solo uno degli ultimi in ordine di tempo a manifestare queste equivocità. In Veneto la LR n. 14 del 2017, oltre ad aver definito un tetto massimo al suolo agricolo e naturale che può essere consumato fino al 2050 (oltre 18 km<sup>2</sup> ripartiti tra i vari comuni), ha inserito numerose deroghe che includono le attività di cava, il consumo di suolo connesso all'attività di imprenditoria agricola, quello connesso alla “riqualificazione urbana ed edilizia” fino alla pianificazione attuativa anche se non ancora approvata alla data di entrata in vigore della legge.

Altra questione rilevata e anch'essa di cruciale importanza è la poca attenzione relativa alle azioni da attuare per il contenimento di tale fenomeno. Come molti autori hanno sottolineato sia a livello internazionale che nazionale (Lopatriello *et al.*, 2022; Romano *et al.*, 2022; Berisha *et al.*, 2023; Montaldi *et al.*, 2024a; Montaldi *et al.*, 2024b) la definizione di una soglia di contenimento da sola non basta per controllare il fenomeno in quanto gli effetti patologici alla scala territoriale derivano proprio da come queste nuove parti di costruito vengono allocate. Tali effetti sono ancor più tangibili in Paesi come l'Italia dove l'estrema proliferazione urbana ha costituito, nel tempo, forme di *sprinkling* (Romano *et al.*, 2019; Manganelli *et al.*, 2020). Gli effetti più immediatamente tangibili di tale conformazione urbana sono diversi, tra cui ad esempio il maggior dispendio energetico rispetto ad un assetto urbano più compatto. Tali effetti sono ultimamente acuiti dagli aumenti dell'incremento dei prezzi dell'energia (e quindi dei trasporti e di quanto ad essi connesso) e degli effetti diretti ed indiretti dei cambiamenti climatici in atto. Da questo punto di vista, l'insediamento italiano si mostra sempre più debole e sempre

meno resiliente rispetto alle sfide poste in essere dai mutamenti del clima. Ne sono testimonianza le numerose emergenze causate da eventi climatici estremi, che risultano essere sempre più frequenti con danni economici ingenti.

Le norme vigenti, però, più che fornire strumenti concreti per la salvaguardia di questa importante risorsa si concentrano su come continuare a sfruttare il suolo pur ottemperando, ma solo formalmente, agli obiettivi europei. Se prima, infatti, erano i piani a ere le previsioni trasformative con legende zonali poco esplicite e norme tecniche di attuazione (NTA) affollate di indici fondiari, ora sono le normative regionali che, attraverso meccanismi politico-amministrativi e l'ampio uso di deroghe, continuano a non prendere piena consapevolezza della gravità della situazione. È questo quello che in sostanza sta accadendo al nostro Paese, dove manca un riferimento nazionale e ogni regione si muove per proprio conto. Stiamo sostanzialmente assistendo ad uno spettacolo in cui il regista (il governo nazionale) assiste apaticamente alla messa in opera di 21 diversi copioni recitati da altrettanti attori (Regioni e Province autonome). Una torre di Babele normativa. Cosa ancor più preoccupante è che sembra quasi di assistere ad una scissione delle definizioni del fenomeno: una politica, utilizzata per la comunicazione mediatica e divenuta quasi uno slogan; una giuridica, sempre più articolata ma non rigorosa (e pertanto facilmente aggirabile) ed una fisica, ben nota ai tecnici ed agli studiosi, ma che di rado viene applicata negli strumenti di governo del territorio. Tale scissione ha un ben definito scopo: ottenere zero alla voce *nuovo consumo di suolo*. Uno dei tanti esempi è la Città metropolitana di Bologna ([https://www.cittametropolitana.bo.it/pianificazione/Home\\_Page/osservatorio\\_metropolitano\\_consumo\\_suolo](https://www.cittametropolitana.bo.it/pianificazione/Home_Page/osservatorio_metropolitano_consumo_suolo)). Anche qui la legge regionale 24 del 2017 ha introdotto il perimetro del territorio urbanizzato, come poi ripreso dalla già menzionata regione Abruzzo. Inoltre, molto spesso negli impalcati normativi di molte leggi regionali il suolo è *“bene comune e risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici e va tutelato anche in funzione della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici”* ma cessa di avere tali funzioni nel momento in cui rientra in tale perimetro.

L'epoca dell'urbanistica dell'espansione è tramontata nei fatti, come testimoniano i numerosi bandi di retrocessione attivati dagli enti comunali che hanno ricevuto ottime risposte da Nord a Sud del Paese. Permane però l'idea ai livelli politico-amministrativo più alti che l'edilizia e il suo indotto possano essere ancora il traino per il rilancio economico del Paese, che però oggi deve ottemperare ad obiettivi di portata europea. Il risultato è quindi un articolato sistema di norme, deroghe e definizioni di varia natura che cercano di arginare in qualche misura gli effetti. D'altro canto è pur vero che nei testi si parla di *de-sealing* (o deimpermeabilizzazione) quale azione di riqualificazione urbana ed ambientale ma non si parla dei costi, sia pubblici sia privati, che pur sono importanti (Antoniucci e Marella, 2014; Belle, 2020; Felli e Zullo, 2024) ed anche di azioni di rigenerazione con premi volumetrici (che potrebbero addirittura comportare la sostituzione edilizia) o premialità di superficie e quindi ulteriore consumo di suolo... Non è certamente un tema di facile soluzione data la portata dei cambiamenti richiesti, l'elevato numero di attori economici coinvolti e l'appeal che lo strumento urbanistico ha per la componente politica. Spesso, però, le soluzioni possono venire dal basso ed è per questo che il *toolkit* che si sta realizzando nell'ambito del progetto GeoSciencesIR ha come obiettivo quello di rendere la componente politica da un lato e quella tecnico-scientifica dall'altro consapevoli delle dinamiche in essere sul territorio da pianificare contestualizzati sia nell'ambito provinciale/regionale (lettura amministrativa) che nel Sistema Locale del Lavoro (lettura funzionale) di appartenenza. La costruzione di quadri conoscitivi realistici potrebbe supportare politiche attente alla questione suolo e a sviluppare strategie di crescita economica e sociale diversificate e disaccoppiate dall'espansione urbana. Oggi esistono già diverse piattaforme/*dashboard* dedicate a specifici tematismi e ad altri importanti obiettivi gestite da enti pubblici; quello che spesso manca è l'analisi diacronica delle variabili indagate. La formulazione di quadri conoscitivi dei piani territoriali, ma anche di quelli di monitoraggio di varia natura, è possibile conoscendo le dinamiche

recenti e passate di un fenomeno in quanto da queste dipendono sia le strategie da adottare sia gli eventuali meccanismi di controllo adattativo da porre in essere. Essendo il territorio un sistema complesso in cui si intrecciano e si influenzano vicendevolmente dinamiche fenomenologiche diverse, un grado di conoscenza più dettagliato e di ampio spettro su un'unica piattaforma può certamente agevolare l'interpretazione. L'obiettivo è quindi quello di mettere a sistema dati certificati di varia natura e provenienza, includendoli in un unico toolkit accessibile certificando dati e informazioni attraverso i principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable e Re-usable*). Per tale motivo, quindi, UnivAQ ha dapprima condotto un'importante fase di ricognizione di dati (cartografici e non) alla scala comunale per realizzare un database aggiornato (e aggiornabile) inerente a una serie specifica di ambiti tematici ritenuti fondamentali per una pianificazione sostenibile del suolo. L'analisi è stata condotta sia in maniera sincronica che diacronica, collezionando dati a partire dal 2001, laddove disponibili. Questo consentirà quindi all'utilizzatore di avere contezza sia dell'attuale condizione del territorio in merito al parametro analizzato, sia del suo andamento storico (circa 20 anni). Un primo importante lavoro è stato quindi quello di riportare tutti i dati e le informazioni reperite alla geografia attuale dei comuni italiani che, in circa 20 anni è passata dagli 8.101 del 2001 agli attuali 7.896 (205 in meno) a seguito di diverse fusioni e scissioni. I dati analizzati riguardano i seguenti ambiti tematici: demografia, consumo di suolo, mercato immobiliare, geografia dei rischi (alluvioni e frane) e dei valori (Aree protette e Rete Natura 2000), economia. Le fonti sono plurime: Istat (Istituto Nazionale di Statistica) per la base cartografica e per tutto ciò che attiene gli aspetti demografici, ISPRA per i dati relativi al consumo di suolo (periodo di riferimento 2006-2022), Agenzia delle Entrate per quanto riguarda le informazioni dell'andamento del mercato immobiliare e MEF (Ministero dell'Economia e delle Finanze) per tutti i dati inerenti alla variabile economica. Inoltre, sono state reperite le basi cartografiche riguardanti la geografia delle aree a diverso grado di rischio (alluvione e frane) e vincoli ambientali (EUAP e RN2K) ai fini della valutazione della loro copertura su base comunale. Il formato di interscambio utilizzato è il *geopackage* e tutte le informazioni/dati collezionati sono stati uniformati ai dettami della Direttiva INSPIRE. In questa fase si sta procedendo alla predisposizione del set di indicatori da implementare sia a livello tematico che di comparazione tra tematismi diversi. A tal fine, le tecniche utilizzate sono quelle dell'ingegneria degli indicatori che, oltre alla formulazione dei singoli indicatori, studia le possibili relazioni esistenti in modo da individuare un set specifico che sia efficace ed efficiente nella rappresentazione dei fenomeni e utile alla comprensione delle dinamiche in atto (Figura 160 e Figura 161).

INDICE	DESCRIZIONE	FORMULAZIONE (1)
DI	DENSITA' INFRASTRUTTURALE - indica l'estensione del sistema della mobilità multimodale in relazione alle dimensioni dell'area di riferimento. Tale estensione è proporzionale alla azione di frammentazione ambientale derivante dalla cesura fisica degli ecosistemi e dai fattori di disturbo associati (rumori, inquinamento, vibrazioni).	$DI = \frac{\sum I_i}{Au}$
DD	DENSITA' DEMOGRAFICA - Abitanti residenti per unità di superficie	$DD = \frac{Nab}{Au}$
DU	DENSITA' DI COPERTURA EDIFICATORIA -indica l'entità della superficie coperta da edifici per ogni kmq di area di riferimento	$DU = \frac{\sum Aed_i}{Au}$
DUu	DENSITA' DI URBANIZZAZIONE -indica l'entità della superficie urbanizzata per ogni kmq di area di riferimento	$DUu = \frac{\sum Aurb_i}{Au}$
Supc	SUPERFICIE URBANIZZATA PRO-CAPITE -indica l'entità della superficie urbanizzata per ogni abitante residente -(8)	$SUp_c = \frac{\sum Aurb_i}{Nab}$
DISP	DISPERSIONE INSEDIATINA - indica la quantità di nuclei urbanizzati tra loro separati che sono presenti su un kmq di area di riferimento, indipendentemente dalla loro dimensione (gli attributi dimensionali vengono considerati mediante gli indici DU e UF)	$Disp = \frac{Nn}{Au}$
IEUP	INDICE DI ESPANSIONE URBANA PREVISTA - Tasso di incremento della superficie prevista dal nuovo PRG con destinazioni di zona che prevedono trasformazioni urbane del suolo (residenze, servizi, produttivo, infrastrutturale)	$IEUP = \frac{Siu}{Sza}$
IEUA	INDICE DI ESPANSIONE URBANA ATTUATA - Tasso di completamento delle destinazioni di zona con connotazione urbana (residenza, servizi, produttivo/direzionale, infrastrutturale) nei piani vigenti	$IEUA = \frac{Sua}{Siu}$
Iinf	INDICE DI "INFILLING" - tasso di inserimento in aree interstiziali dei tessuti urbani preesistenti.	$I_{inf} = \frac{S_{inf}}{Siu}$

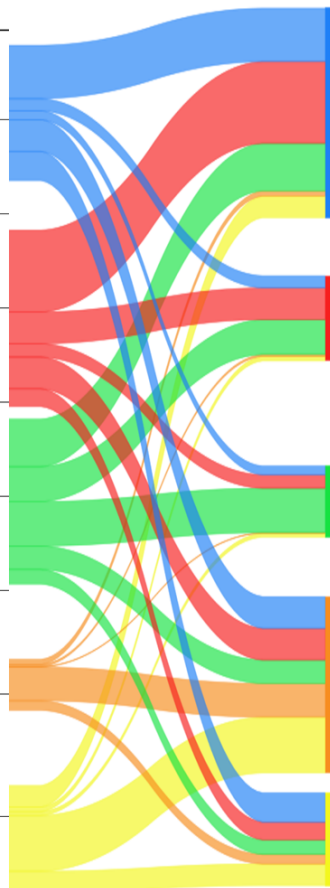


Figura 160. Schema relativo alle modalità di rappresentazione dei dati ed alle analisi delle variabili finalizzato all'implementazione del toolkit (parte I)

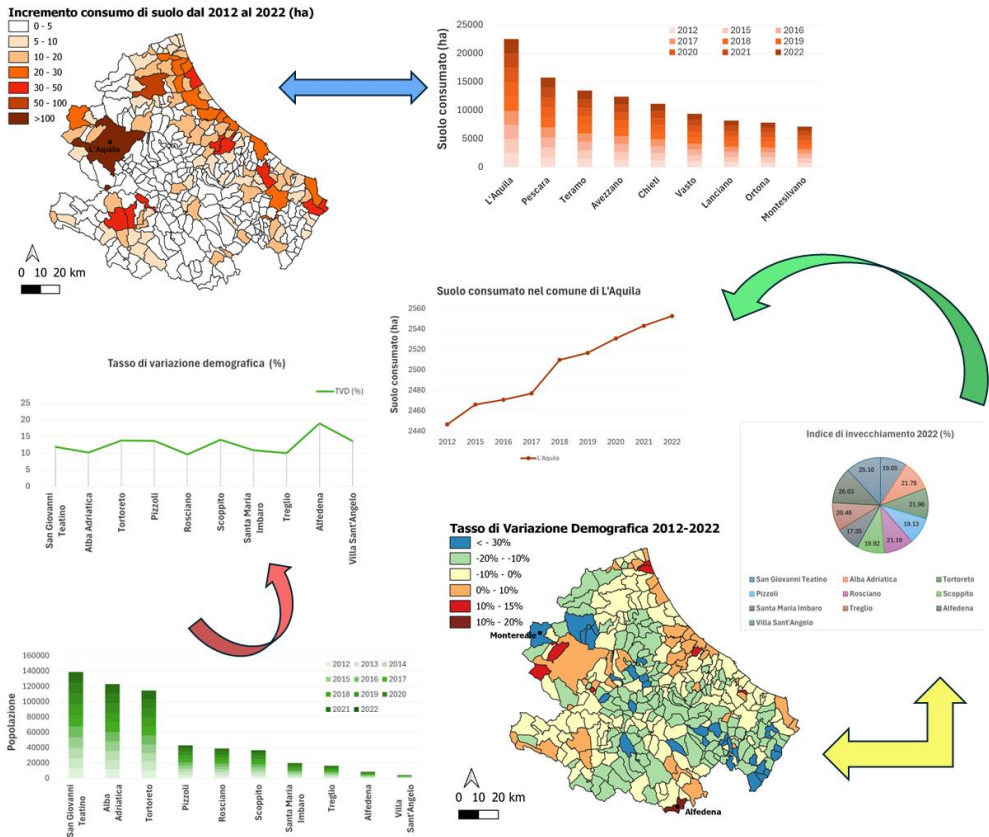


Figura 161. Schema relativo alle modalità di rappresentazione dei dati ed alle analisi delle variabili finalizzato all'implementazione del toolkit (parte II)

Il set di indicatori da implementare rappresenta una fase estremamente importante del lavoro e per tale motivo, l'UO sta analizzando i più diffusi ed utilizzati indicatori nella letteratura scientifica unitamente ai set prodotti da vari istituti nazionali ai fini del monitoraggio degli obiettivi dell'Agenda 2030. Inoltre, si sta valutando la formulazione di nuovi e più efficaci indicatori per l'integrazione ragionata di dati appartenenti a tematismi diversi. Contemporaneamente, si stanno studiando le modalità di rappresentazione di tali parametri sia geografiche che statistiche in maniera tale da rendere immediatamente e facilmente leggibili le informazioni riportate. Si tratta di un processo iterativo finalizzato ad individuare la modalità più efficace per l'utilizzatore finale del *toolkit*. La Figura 162 ne riporta un esempio.

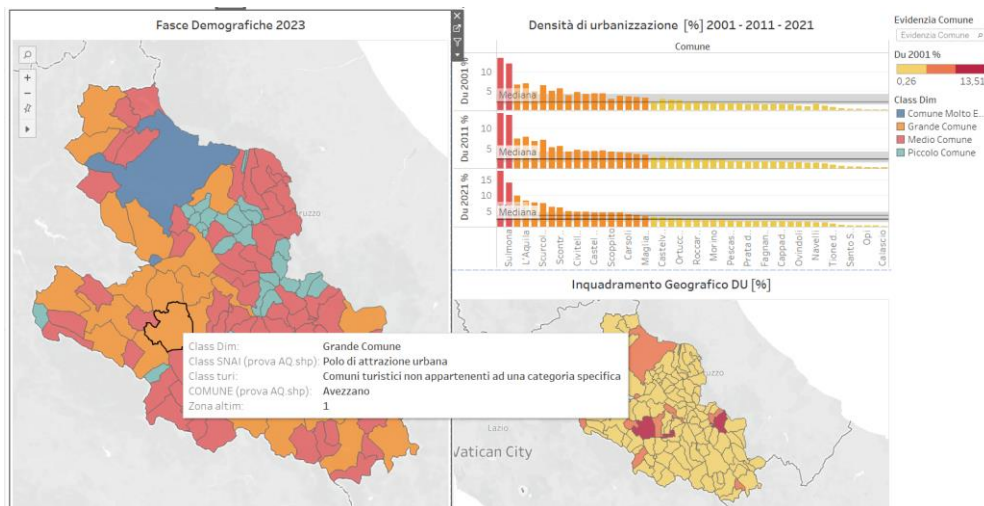


Figura 162. Set di informazioni integrate nel toolkit su un set di comuni campione

Come si evince, il *toolkit* fornirà una chiave di lettura diversificata e approfondita sui temi affrontati per ogni comune permettendone di evidenziare le diverse criticità/potenzialità presenti ma anche l'intensità dei fenomeni analizzati rispetto al contesto amministrativo e funzionale di appartenenza. In questa ottica, quindi, lo strumento proposto diventa un vero e proprio sistema di supporto alle decisioni (DSS) rendendo le amministrazioni locali, provinciali e regionali certamente più consapevoli delle dinamiche in essere sui rispettivi territori amministrati, indipendentemente dal quadro normativo vigente sul tema. Molto del consumo di suolo "latente" è presente negli strumenti urbanistici comunali vigenti che, per ragioni tecniche, non sono stati inseriti ma che comunque potrebbero rappresentare un aggiornamento futuro del sistema su base regionale. Da tempo, infatti, alcune regioni italiane (Emilia-Romagna, Lombardia e Piemonte, per citarne alcune) già predispongono la mosaicatura dei piani urbanistici dei comuni quale chiave di lettura dei possibili scenari trasformativi cui il territorio regionale potrebbe andare incontro nel prossimo futuro (Fiorini *et al.*, 2021). L'inserimento nel *toolkit* di tale strato consentirebbe, quindi, di verificare il dimensionamento delle previsioni trasformative e dell'asset dei servizi con le reali dinamiche in atto (demografiche, economiche e sociali) e applicare quelle tecniche di controllo adattivo sul piano che le moderne tecnologie oggi consentirebbero abbastanza agevolmente, rimodulando di conseguenza le previsioni di impegno dei suoli anche in osservanza di limiti e soglie imposti da norme o introdotti a livello comunitario. In tal senso, il raggiungimento degli importanti obiettivi di sostenibilità ha, quindi, bisogno di strumenti di pianificazione non più votati all'espansione e alla crescita degli insediamenti esistenti ma a una loro rigenerazione, dapprima ambientale e poi urbana. L'utilizzo di DSS come quello che si sta realizzando può diventare uno strumento conoscitivo aggiornato che potrebbe favorire un approccio *bottom-up* da parte degli attori decisionali nelle azioni e nelle logiche di contenimento del consumo di suolo.