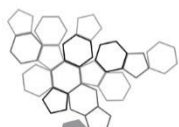


CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI. EDIZIONE 2021



Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici
Edizione 2021
Rapporto ISPRA SNPA





Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI. EDIZIONE 2021

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n. 132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

La legge attribuisce al nuovo soggetto compiti fondamentali quali attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, monitoraggio dello stato dell'ambiente, controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale, raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiscono riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

Attraverso il Consiglio del SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al Ministero della Transizione Ecologica e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi istituzionali. Tale attività si esplica anche attraverso la produzione di documenti, prevalentemente Linee Guida o Report, pubblicati sul sito del Sistema SNPA e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:

Munafò, M. (a cura di), 2021. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021. Report SNPA 22/21

ISBN 978-88-448-1059-7

© Report SNPA, 22/21

Luglio 2021

Riproduzione autorizzata citando la fonte.

Coordinamento tipografico: Daria Mazzella - ISPRA

Grafica: Alessia Marinelli, Valentina Falanga, Giorgia Ghergo - ISPRA

Fotografia di copertina: Marco Di Leginio

Abstract

Il Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" è un prodotto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che assicura le attività di monitoraggio del territorio e del consumo di suolo. Il Rapporto, insieme alla cartografia e alle banche dati di indicatori allegati, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione della copertura del suolo e permette di valutare l'impatto del consumo di suolo sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

"Land Consumption, Land Cover Changes, and Ecosystem Services" Report is published by the Italian National System for Environmental Protection, in charge for land cover and land consumption monitoring activities in Italy. The Report, with the annexed maps and indicators data bases, analyses land processes and assesses land consumption impact on landscape and soil ecosystem services.

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

CURATORE DEL RAPPORTO

Michele Munafò (ISPRA)
michele.munafò@isprambiente.it

AUTORI

Membri della rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA): Ines Marinosci (ISPRA), Luigi Dattola (ARPA Calabria), Gianluca Ragone (ARPA Campania), Monica Carati (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni, Nicola Skert (ARPA Friuli Venezia Giulia), Alessandro Grillo (ARPA Lazio), Cinzia Picetti, Monica Lazzari (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Gianluca Macoretta (ARPA Molise), Enrico Bonansea (ARPA Piemonte), Vito La Ghezza, Benedetta Radichio (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti (ARPA Sardegna), Domenico Galvano (ARPA Sicilia), Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Fabrizia Joly (ARPA Valle d'Aosta), Lorena Franz, Ialina Vinci (ARPA Veneto), Giorgio Zanvetto (ARPA Bolzano), Raffaella Canepel, Giorgio Tecilla (ARPA Trento).

Francesca Assennato, Angela Cimini, Luca Congedo, Marco D'Antona, Paolo De Fioravante, Marco Di Legnino, Valentina Falanga, Chiara Giuliani, Lorella Mariani, Michele Munafò, Stefano Pranzo, Nicola Riitano, Andrea Strollo (ISPRA), Alice Cavalli (Università della Toscana), Alberto Albanese, Giulia Cecili, Gian Luca Spadoni (Università del Molise), Pasquale Dichicco, Tania Luti (Università di Firenze).

Con il contributo di Eugenia Bartolucci, Riccardo Giuseppe Boschetto Giovanni Braca, Martina Bussetini, Alessio Capriolo, Carla Iadanza, Barbara Lastoria, Anna Luise, Rosa Anna Mascolo, Fabio Pascarella, Alessandro Trigila (ISPRA), Alfonso Crisci, Giulia Guerri, Marco Morabito, Fabrizio Ungaro (CNR), Filiberto Altobelli, Orlando Cimino, Maria Fantappiè, Antonio Giampaolo, Alfonso Scardera (CREA), Luca Benedetti, Paolo Liberatore, Alessio Agrillo, Vincenzo Surace (GSE), Stefano Barbieri (ERSA), Stefano Brenna (ERSAF), Fabio Petrella (IPLA), Paola Tarocco (Regione Emilia-Romagna) e degli autori riportati a margine dei "contributi degli osservatori e dei tavoli tecnici delle Regioni e delle Province autonome sul monitoraggio del consumo di suolo" e dei contributi del Comitato scientifico.

FOTOINTERPRETAZIONE, CLASSIFICAZIONE, PRODUZIONE CARTOGRAFIA, VALIDAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Francesca Assennato, Angela Cimini, Luca Congedo, Marco D'Antona, Paolo De Fioravante, Marco Di Legnino, Valentina Falanga, Chiara Giuliani, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Michele Munafò, Stefano Pranzo, Nicola Riitano, Andrea Strollo, Daniele Trogu (ISPRA), Luigi Dattola, Francesco De Vincenti (ARPA Calabria), Giuseppina Annunziata, Maria Daro, Diego Guglielmelli, Pasquale Iorio, Elio Luce, Gianluca Ragone, Elio Riveira, Raimondo Romano, Giovanni Stellato, Raffaele Tortorella (ARPA Campania), Samantha Arda, Bianca Maria Billi, Margherita Cantini, Monica Carati, Daniela Corradini, Rosalia Costantino, Maria Elena Manzini, Sara Masi, Manuela Mengoni, Roberta Monti, Alessandro Pirola (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni, Nicola Skert, Luca Poli (ARPA Friuli Venezia Giulia), Alessandro Grillo, Andrea Fantini (ARPA Lazio), Monica Lazzari, Cinzia Picetti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri, Dario Lombardi, Vito Sacchetti (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Gianluca Macoretta, Alessandro Galuppo (ARPA Molise), Teo Ferrero, Cristina Prola, Isabella Tinetti, Tommaso Niccoli, Gabriele Nicolò, Luca Forestello (ARPA Piemonte), Vito La Ghezza (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni (ARPA Sardegna), Domenico Galvano, Stefano Panucci (ARPA Sicilia), Carlo Di Leo, Paolo Contrino, Ferdinando Meli, Giorgio Clèsceri (Milleotto srl per ARPA Sicilia), Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Fabrizia Joly (ARPA Valle D'Aosta), Leonardo Basso, Andrea Dalla Rosa, Adriano Garlato, Antea De Monte, Antonio Pegoraro, Francesca Ragazzi, Francesca Pocaterra, Silvia Obber, Ialina Vinci, Paola Zamarchi (ARPA Veneto), Gianluca Antonacci, Cinzia Frisanco (CISMA srl per APPA Bolzano), Ruggero Bonisoli (Osservatorio Paesaggio/ARPA Trento), Alice Cavalli (Università della Toscana), Alberto Albanese, Giulia Cecili, Gian Luca Spadoni (Università del Molise), Pasquale Dichicco, Tania Luti (Università di Firenze), Maria Luigia De Stefano, Daniele Giustozzi, Miranda Lippolis (Servizio Civile Nazionale di Roma Capitale e ISPRA).

COMITATO SCIENTIFICO

Filiberto Altobelli (CREA), Andrea Arcidiacono (Politecnico di Milano, INU, CRCS), Maria Brovelli (Politecnico di Milano, CNR), Costanza Calzolari (CNR), Gherardo Chirici (Università di Firenze), Patrizia Colletta (Esperta Consiglio Superiore LL.PP.), 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), Elisabetta Peccol (Università di Udine), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Bernardino Romano (Università dell'Aquila), Luca Salvati (Università di Macerata), Tiziano Tempesta (Università di Padova), Fabio Terribile (Università di Napoli Federico II).

ORGANIZZAZIONE

Sabrina Panico (ISPRA)
consumosuolo@isprambiente.it

AMMINISTRAZIONE

Giulia Clarotti, Tiziana Del Monte, Olimpia Girolamo (ISPRA)

VIDEO

Marco Pisapia (ISPRA), Emanuele Perugini, Martina Vassallo, Luca Liccione (30 Science Communication) Gerolamo Alchieri (voce narrante)

UFFICIO STAMPA

Alessandra Lasco (ISPRA)
stampa@isprambiente.it

DATI E CARTOGRAFIA

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



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



L'elaborazione dei dati avviene sotto la responsabilità della rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). La classificazione dei cambiamenti al terzo livello e i nuovi indicatori sulla frammentazione sono stati sviluppati nell'ambito del progetto "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020" (PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020). 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 della Transizione Ecologica), Agenzia per la Erogazioni in Agricoltura, Agenzia per l'Ambiente Europea, © Google Earth (2019-2021), © ZY-3 (2019), © TripleSat (2019), © Planet Labs (2019), © Airbus DS (2019-2021).

Si ringraziano Mirco Barbero e Luca Montanarella (Commissione Europea) per i preziosi suggerimenti forniti e l'Ufficio Ricerche nei settori ambiente e territorio del Servizio Studi del Senato della Repubblica per i contributi sull'attività legislativa nazionale e sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza. Si ringraziano Agea, Agenzia delle Entrate - Osservatorio del Mercato Immobiliare, ANCI, Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, CREA, GSE, INGV, Istat, Joint Research Centre, Ministero della transizione ecologica, Ministero della cultura e tutti gli altri soggetti che hanno messo a disposizione dati e informazioni fondamentali per alcune delle analisi riportate nel rapporto. Si ringrazia l'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE) per la collaborazione nell'aggiornamento e nella valutazione delle normative regionali su consumo di suolo e rigenerazione urbana

I contenuti riportati all'interno del capitolo "Contributi degli osservatori e dei tavoli tecnici delle Regioni e delle Province autonome sul monitoraggio del consumo di suolo" e i contributi a cura del Comitato scientifico sono responsabilità, rispettivamente, dei soggetti individuati dalle strutture regionali coinvolte d'intesa con il SNPA e dei singoli autori individuati dal Comitato scientifico stesso.

PRESENTAZIONE

L'edizione 2021 del Rapporto su consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, l'ottava dedicata a questi temi, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione del nostro territorio, che continuano a causare la perdita di una risorsa fondamentale, il suolo, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici. Il Rapporto analizza l'evoluzione del territorio e del consumo di suolo all'interno di un più ampio quadro di analisi delle dinamiche delle aree urbane, agricole e naturali ai diversi livelli, attraverso indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze del consumo, della crescita urbana e delle trasformazioni del paesaggio, fornendo valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, con particolare attenzione alle funzioni naturali perdute o minacciate. La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del capitale naturale sono compiti e temi a cui richiama l'Europa, rafforzati dalla nuova strategia del Green Deal e dalla recente risoluzione del Parlamento Europeo, e ancor più fondamentali per noi alla luce delle particolari condizioni di fragilità ambientali e di criticità climatiche del nostro Paese e rispetto ai quali il Rapporto fornisce il proprio contributo di conoscenza.

Con il Piano Nazionale di Riprese e Resilienza, nonostante alcuni investimenti come quelli su infrastrutture e impianti di energia da fonti rinnovabili che porteranno evidentemente a un incremento delle superfici artificiali che dovrebbero essere auspicabilmente bilanciate da un equivalente ripristino e rinaturalizzazione di aree già impermeabilizzate, il Governo si è impegnato ad approvare una legge nazionale sul consumo di suolo in conformità agli obiettivi europei, che affermi i principi fondamentali di riuso, rigenerazione urbana e limitazione del consumo dello stesso, sostenendo con misure positive il futuro dell'edilizia e la tutela e la valorizzazione dell'attività agricola. Una legge che, se riuscisse ad arrestare finalmente ed efficacemente il consumo di suolo nel nostro Paese, permetterebbe di fornire un contributo fondamentale per affrontare le grandi sfide poste dai cambiamenti climatici, dal dissesto idrogeologico, dall'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, dal diffuso degrado del territorio, del paesaggio e dell'ecosistema.

I dati aggiornati al 2020, prodotti a scala nazionale, regionale e comunale, sono in grado di rappresentare anche le singole trasformazioni individuate con una grana di estremo dettaglio, grazie all'impegno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che vede ISPRA insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome, in un lavoro congiunto di monitoraggio svolto anche utilizzando le migliori informazioni che le nuove tecnologie sono in grado di offrire e le informazioni derivanti da satelliti di osservazione della terra, tra cui quelle del programma Copernicus. È infatti compito del Sistema, ai sensi della legge 132/2016, seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fondamentalmente non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia. Questo ruolo di sentinella è fondamentale soprattutto in una fase di attesa di una normativa nazionale compiuta sul consumo di suolo, attualmente in discussione in Parlamento, che ci auguriamo possa garantire il progressivo rallentamento e il rapido azzeramento del consumo di suolo netto in Italia.

I dati completi sul consumo del suolo e sullo stato del territorio e delle diverse forme insediative, sugli impatti prodotti sui servizi ecosistemici e sullo stato di degrado del suolo, sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sul sito dell'ISPRA e del SNPA. Rappresentano uno strumento che il Sistema mette a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale e una base conoscitiva a supporto delle diverse politiche, dello sviluppo del quadro normativo e delle decisioni a livello locale necessarie per arrivare all'obiettivo di arresto del consumo di suolo.

I dati di quest'anno confermano la criticità del consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali, unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e

oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità e anche per la crescente pressione dovuta alla richiesta di spazi sempre più ampi per la logistica. I dati confermano l'avanzare di fenomeni quali la diffusione, la dispersione, la decentralizzazione urbana da un lato e, dall'altro, la forte spinta alla densificazione di aree urbane, che causa la perdita di superfici naturali all'interno delle nostre città, superfici preziose per assicurare l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Tali processi riguardano soprattutto le aree costiere e le aree di pianura, mentre al contempo, soprattutto in aree marginali, si assiste all'abbandono delle terre e alla frammentazione delle aree naturali.

La valutazione del degrado del territorio, strettamente legata alla perdita di servizi ecosistemici che un suolo è in grado di offrire, permette di avere un quadro più completo dei fenomeni che impattano sulla funzionalità del suolo e che limitano la nostra capacità di "combattere la desertificazione, ripristinare terreni degradati e suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, per realizzare la neutralità del degrado del territorio (Land Degradation Neutrality - LDN)" e di "far diventare più inclusive, sicure, resilienti e sostenibili le città" entro il 2030, come previsto dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Il consumo di suolo, con le conseguenze analizzate approfonditamente in questo rapporto, non rallenta neanche nel 2020, nonostante i mesi di blocco di gran parte delle attività durante il lockdown, e continua al ritmo non sostenibile di oltre 50 chilometri quadrati l'anno, anche a causa dell'assenza di interventi normativi efficaci in buona parte del Paese o dell'attesa della loro attuazione e della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale.

L'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni locali sembra essere riuscita marginalmente, per ora, e solo in alcune parti del territorio, ad arginare l'aumento delle aree artificiali, rendendo evidente l'inerzia del fenomeno e il fatto che gli strumenti attuali non abbiano mostrato ancora l'auspicata efficacia nel governo del consumo di suolo. Ciò rappresenta un grave vulnus in vista dell'auspicata ripresa economica, che non dovrà assolutamente accompagnarsi a una ripresa della artificializzazione del suolo naturale, che i fragili territori italiani non possono più permettersi. Non possono permetterselo neanche dal punto di vista strettamente economico, come ci indica ormai da tempo la Commissione Europea. La perdita consistente di servizi ecosistemici e l'aumento dei "costi nascosti", dovuti alla crescente impermeabilizzazione del suolo, sono presentati in questo Rapporto al fine di assicurare la comprensione delle conseguenze dei processi di artificializzazione, delle perdite di suolo e del degrado a scala locale anche in termini di erosione dei paesaggi rurali, perdita di servizi ecosistemici e vulnerabilità al cambiamento climatico. Tali costi potrebbero erodere in maniera significativa, ad esempio, le risorse disponibili grazie al programma Next Generation EU.

Un consistente contenimento del consumo di suolo, per raggiungere presto l'obiettivo europeo del suo azzeramento, è la premessa per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la promozione del capitale naturale e del paesaggio, la riqualificazione e la rigenerazione urbana e l'edilizia di qualità, oltre al riuso delle aree contaminate o dismesse. Per questo obiettivo sarà indispensabile fornire ai Comuni e alle Città Metropolitane indicazioni chiare e strumenti utili per rivedere anche le previsioni di nuove edificazioni presenti all'interno dei piani urbanistici e territoriali già approvati. In questo quadro lo sforzo del SNPA con il Rapporto si pone come punto fermo, fornendo un supporto conoscitivo autorevole per l'impostazione e la definizione di un efficace nuovo quadro normativo e per un maggiore orientamento delle politiche territoriali verso la sostenibilità ambientale e la tutela del paesaggio.

Stefano Laporta

Presidente dell'Istituto Superiore per la Protezione e la
Ricerca Ambientale (ISPRA) e del Sistema Nazionale
per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

SOMMARIO

INTRODUZIONE	9
Il valore del suolo.....	9
Consumo, copertura, uso e degrado del suolo.....	10
Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia.....	13
Politiche e indirizzi per la tutela del suolo e del territorio.....	15
Il quadro normativo nazionale.....	19
Il Piano nazionale di ripresa e resilienza.....	20
Rigenerazione urbana e semplificazioni.....	22
L'attività parlamentare sulla rigenerazione urbana.....	22
Gli scenari futuri.....	23
Le norme regionali.....	24
Alcune considerazioni per una legge nazionale.....	39
STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO E DEL TERRITORIO	43
Il livello nazionale.....	43
Il livello regionale.....	62
Il livello provinciale.....	71
Il livello comunale.....	81
Copertura e uso del suolo.....	97
Lo sviluppo dei poli logistici.....	112
DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO	118
Distribuzione dei cambiamenti.....	118
Aree protette.....	121
Aree vincolate per la tutela paesaggistica.....	126
Aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica.....	130
Aree percorse dal fuoco.....	139
Siti contaminati di interesse nazionale.....	141
Corpi idrici.....	144
Fascia costiera.....	145
Classi altimetriche e di pendenza.....	148
Tipologie di suolo.....	153
Unità fisiografiche del paesaggio.....	155
Tipologia di ecosistemi.....	157
Classi di copertura e ambiti di uso del suolo.....	163
Densità e caratteri demografici.....	164
Grado di urbanizzazione e tipologia di tessuto urbano.....	165
Distanza dai centri urbani principali.....	170
I valori del mercato immobiliare.....	172
IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO	183
L'area di impatto potenziale.....	183
La frammentazione del territorio e del paesaggio.....	186

L'isola di calore urbana	192
La perdita di servizi ecosistemici del suolo	201
Il nuovo framework ONU sulla contabilità dei servizi ecosistemici: alcune applicazioni sperimentali in Italia e interpretazioni preliminari dei risultati di tali valutazioni	223
Il consumo di suolo e la capacità di acqua disponibile dei suoli della Pianura Padano-Veneta	233
DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO	237
La Land Degradation	237
Il degrado dovuto ai cambiamenti di copertura del suolo	237
Il degrado dovuto alla perdita di produttività	240
Il degrado dovuto alla perdita di carbonio organico del suolo	242
Il degrado dovuto alla perdita di qualità degli habitat	242
Il degrado dovuto all'erosione del suolo	245
Altri fattori di degrado	247
Il degrado complessivo	249
CONTRIBUTI A CURA DEL COMITATO SCIENTIFICO	251
Scenari di cambiamento d'uso del suolo al 2030 nel Lazio e impatti sugli habitat	251
Impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici nell'area del "cratere sismico"	256
Consumo di suolo e dispersione insediativa in Italia	261
La costa adriatica: lo stress test sud europeo dei processi di consumo di suolo	266
Green Deal, PNRR, transizione ecologica... ma il consumo di suolo continua a indebitarci	272
CONTRIBUTI DEGLI OSSERVATORI E DEI TAVOLI TECNICI DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME SUL MONITORAGGIO DEL CONSUMO DI SUOLO	274
Gli osservatori regionali sul consumo di suolo	274
Regione Lombardia	275
Provincia Autonoma di Trento	285
Regione Veneto	292
Regione Lazio	311
Regione Emilia-Romagna	322
Regione Umbria	332
Regione Puglia	337
Regione Sardegna	355
BIBLIOGRAFIA	361
Bibliografia generale	361
Bibliografia relativa ai contributi del comitato scientifico	365
Bibliografia relativa ai contributi degli Osservatori/Tavoli tecnici	368

CONSUMO DI SUOLO E DISPERSIONE INSEDIATIVA IN ITALIA

Contributo a cura di *Lucia Saganeiti (DICEAA, Università dell'Aquila)*, *Lorena Fiorini (DICEAA, Università dell'Aquila)*, *Francesco Zullo (DICEAA, Università dell'Aquila)*, *Beniamino Murgante (Scuola di ingegneria università degli studi della Basilicata)*

Gli obiettivi di azzeramento del consumo di suolo netto imposti dalla Comunità Europea per il 2050 (*no net land take by 2050* EU Environment Action Program to 2020 (7th EAP)) (Brown, 2014; Cobbinah e Aboagye, 2017; United Nations, 2018) risultano di cruciale importanza per territori fragili e critici, tra i quali si colloca sicuramente quello italiano (Scorza e Greco, 2016; Las Casas *et al.*, 2019a,b; Murgante *et al.*, 2020). La definizione e l'attuazione di tali politiche, regole e azioni hanno carattere di urgenza nella loro applicabilità. Negli ultimi 50 anni, l'occupazione urbana del suolo in Europa è diventato un fenomeno sempre più importante, portando allo sviluppo di insediamenti a bassa densità e spesso fortemente dispersi. Le forme e le estensioni degli insediamenti urbani si sono così allontanati dalle dinamiche più tradizionali e riconosciute dell'espansione urbana, acquisendo forme differenti e tassi di densità insediativa molto bassi (Murgante *et al.*, 2008; Nolè *et al.*, 2014; Las Casas *et al.*, 2016).

L'Italia è ancora lontana dall'obiettivo europeo "*No net land take by 2050*" (European Commission, 2016), secondo l'ISPRA, nel 2020 si sono consumati 51,2 km² di suolo netto (v. § Il livello nazionale). Oggi, rispetto alle dinamiche di espansione degli anni '50 l'intensità è certamente diminuita e nella maggior parte dei casi il fenomeno del consumo di suolo non è più basato sulla reale necessità di nuove aree di espansione realizzate sulla base di strumenti urbanistici efficaci, ma è fortemente correlato ad una domanda dispersa di nuove abitazioni in un sistema di pianificazione territoriale debole e incapace di guidare uno sviluppo urbano che miri a minimizzare le iniziative immobiliari speculative (Romano e Zullo, 2016; Romano *et al.*, 2018; Cosentino *et al.*, 2018).

Il fenomeno è aggravato dalla configurazione spaziale degli insediamenti urbani che nella maggior parte dei casi risulta dispersa con indici di densità insediativa molto bassi. Recentemente, infatti, è stata riconosciuta una nuova forma di dispersione urbana, nel fenomeno di *urban sprinkling* (Romano *et al.*, 2017). Questa è caratterizzata da indici di densità insediativa minori di quelli di *urban sprawl* e da una "polverizzazione" degli

insediamenti urbani sul territorio. Questo fenomeno è stato identificato in Italia ed è rappresentativo di alcune aree interne occidentali che, pur registrando una variabilità demografica negativa e/o statica, presentano le risorse necessarie per continuare ad investire in processi di urbanizzazione (Wiechmann e Pallagst, 2012; Martinez-Fernandez *et al.*, 2012; Caselli *et al.*, 2020).

Le criticità delle città a bassa densità insediativa (fenomeno di *sprawl* o di *sprinkling*), sono state evidenziate in differenti studi scientifici e riguardano soprattutto l'uso inefficiente delle fonti energetiche, il consumo incontrollato del territorio (Saganeiti *et al.*, 2020; Scorza *et al.*, 2020) e i maggiori costi economici e sociali che essi comportano (Freilich e Peshoff, 1997; Carruthers e Ulfarsson, 2004; Manganelli *et al.*, 2020). Come dimostrato da Romano *et al.* (2017), l'*urban sprinkling* genera effetti ben più gravi dell'*urban sprawl* a causa del suo carattere di irreversibilità. Questo consumo di suolo incontrollato comporta una frammentazione del paesaggio che influisce sulla riduzione della resilienza degli habitat, delle popolazioni e più in generale della perdita di servizi ecosistemici (Bender *et al.*, 1998; Saganeiti *et al.*, 2018; Pilogallo *et al.*, 2019). L'irreversibilità del fenomeno e la scarsa efficacia delle politiche volte a limitarne l'evoluzione futura sono elementi di notevole interesse. La città ad alta densità con la configurazione spaziale più compatta (sviluppo monocentrico) rimane oggi la forma di sviluppo più sostenibile (Burton, 2001; Jenks *et al.*, 2003).

In questo contributo si analizzerà la configurazione spaziale del modello insediativo italiano su base provinciale mediante un'analisi spazio-temporale dell'indice Moran globale (per la valutazione della dispersione insediativa) e di altre variabili quantitative. I risultati forniscono, per ogni territorio, una lettura delle principali dinamiche di espansione avvenute dagli anni '50 ad oggi: città compatta, *urban sprawl* o *urban sprinkling*.

Le dinamiche insediative del territorio italiano dipendono sempre meno da una reale domanda insediativa. Infatti, se a livello globale l'espansione delle aree urbane segue generalmente la crescita demografica, non è esatto formulare ipotesi di correlazione tra i due feno-

meni, soprattutto per quanto riguarda il contesto italiano ed europeo dove il legame tra demografia e processi di urbanizzazione non è più evidente e le città sono cresciute anche in presenza di tassi demografici negativi o stazionari (Romano *et al.*, 2017; Salvati e Zambon, 2019). Questi processi di urbanizzazione insostenibili hanno portato ad una struttura della città spesso frammentata, incidendo profondamente sul territorio e indirettamente sulla qualità della vita, sul paesaggio e su molti fattori che contribuiscono ad aumentare l'impatto sulle problematiche legate ai cambiamenti climatici.

Per analizzare la dispersione insediativa del territorio italiano, sono stati utilizzati due dataset in formato raster: uno riferito agli anni '50 (Romano e Zullo, 2014) e l'altro all'anno 2019⁹⁷ (Munafò, 2020) entrambi i dataset sono stati trasformati in raster binari (0 non-urbano /1 urbano) con risoluzione 10x10 metri.

Tra i diversi indici presenti in letteratura per l'analisi della dispersione insediativa (indici di prossimità, di isolamento e di forma, metriche del paesaggio e altri (Simpson, 1949, Gustafson e Parker, 1992; Torrens, 2008; Jaeger *et al.*, 2010), in questa ricerca è stato utilizzato l'indice globale di Moran (Moran's *I*) con criterio *Queen* per analizzare le caratteristiche morfologiche degli insediamenti urbani da un punto di vista aggregativo. Moran's *I* è una misura di autocorrelazione spaziale che permette di analizzare la forma dei modelli spaziali (Moran, 1948; Getis e Ord, 1992; Lloyd, 2010). Ha un range di valori tra -1 e 1 dove: -1 indica un'autocorrelazione negativa e quindi una distribuzione dispersa dei dati, il valore 0 indica assenza autocorrelazione corrispondente a una distribuzione random e il valore 1 indica un'autocorrelazione positiva cioè una distribuzione clusterizzata. Suddividendo ulteriormente l'intervallo di valori tra 0 e 1 si possono identificare vari livelli di *clustering* che possono essere interpretati come diversi modelli di dispersione insediativa. Il valore massimo del Moran's *I* (1) corrisponde alla forma urbana più compatta possibile (teoricamente la forma circolare); con la diminuzione dell'indice, il grado di dispersione aumenta a scapito del grado di compattezza, passando, gradualmente, dalla dinamica dello *sprawl* a quella dello *sprinkling* (Moran's

I molto vicino a 0). Secondo la definizione di Jaeger di "*urban sprawl*" (Jaeger e Schwick, 2014), ripresa anche dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) nel suo rapporto sul riutilizzo dei suoli in Europa (EEA, 2016), sia la dimensione che la forma urbana giocano un ruolo fondamentale nella caratterizzazione dell'*urban sprawl* e della dispersione insediativa. Moran's *I*, che in questo caso rappresenta la forma (indica l'intensità dell'*urban sprawl*), da solo non è sufficiente a definire le dinamiche di trasformazione e, per questo motivo, è stato associato alla proporzione di superficie urbana (P_u) rispetto alla superficie territoriale provinciale. Per proporzione di superficie urbana in questo caso si intende solo la superficie occupata dagli edifici e dalle loro pertinenze, senza considerare le infrastrutture stradali esterne ai centri principali. La dispersione urbana è stata valutata confrontando l'indice Moran's *I* con la proporzione di superficie urbana riferita a tutti i territori provinciali.

Al fine di ottenere aree con comportamenti simili e omogenei per caratteristiche morfologiche e demografiche, si è considerata anche la variabile altimetrica (Alt_{MEAN}). Il dato è stato estratto dal geoportale nazionale.

Per tutti i territori provinciali l'indice Moran's *I* assume valori maggiori di 0 rappresentativi di una distribuzione clusterizzata della superficie urbana che può essere suddivisa in vari livelli di clustering (associati a diversi livelli di dispersione insediativa).

Il grafico in Figura 158 mostra i valori di P_u sull'asse delle x e l'indice Moran's *I* sull'asse delle y. Gli indicatori di colore grigio si riferiscono ai risultati degli anni '50 mentre gli indicatori di colore blu si riferiscono ai risultati dell'anno 2019. Le etichette rappresentano i codici delle province che, a causa della sovrapposizione spaziale dei dati, non sono tutte rappresentate. Prendendo come riferimento i dati degli anni '50, è possibile analizzare le dinamiche di trasformazione avvenute in termini di variazione di forma e dimensione dei modelli di insediamento. La deviazione standard permette di quantificare l'intervallo entro cui si distribuiscono i vari parametri ed è quindi considerata come un errore da associare al valore medio. I valori alti di deviazione standard per P_u mostrano che la distribuzione dei punti (rappresentanti le province) è molto lontana dal valore medio del P_u . Per questo motivo, per descrivere le dinamiche di trasformazione legate al fenomeno della dispersione inse-

⁹⁷ <http://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library/consumo-di-suolo>

diativa, è stato utilizzato come punto di riferimento il valore medio più una volta la deviazione standard (Mean+StD) rappresentato dal punto rosso in Figura 158. Questo ha permesso la divisione del grafico in quattro quadranti identificati da linee tratteggiate (da *a* a *d*). Il valore di soglia riferito agli anni '50 ha coordinate X: 5.5% e Y: 0.94. Analizzando il grafico emerge per ogni quadrante:

- a: Moran's *I* ALTO; P_U BASSO: forma urbana quasi compatta con una bassa percentuale di superficie urbana, espansione urbana compatta e "sostenibile";
- b: Moran's *I* ALTO; P_U ALTO: forma urbana quasi compatta con una maggiore percentuale di superficie urbana, espansione urbana con incremento in adiacenza dell'area esistente;
- c: Moran's *I* BASSO; P_U ALTO: forma urbana tendente alla dispersione insediativa con un'alta percentuale di superficie urbana, paragonabile alla dinamica dell'*urban sprawl*;
- d: Moran's *I* BASSO; P_U BASSO: forma urbana tendente alla dispersione insediativa con una percentuale di superficie urbana molto bassa, diminuzione della "compattezza" della forma urbana che è indicativo del fenomeno dell'*urban sprinkling*.

Dagli anni '50 al 2019 tutti i punti si spostano verso la parte bassa del grafico, il che significa che in tutti i territori provinciali il livello di dispersione insediativa aumenta (Moran's *I* diminuisce). La provincia di Rieti (codice PRO 57) ha il più basso indice Moran's *I* nel 2019 (0,50) con una diminuzione del 39% rispetto agli anni '50 e un valore di P_U basso (1,52%) che risulta però triplicato rispetto agli anni '50. Con questi valori, la provincia di Rieti si configura come un insediamento urbano cresciuto nel tempo ma in modo disperso e in condizioni di calo demografico, portando ad uno sviluppo urbano insostenibile. Nella stessa posizione si trova la provincia di Potenza (codice PRO 76) che, a fronte di una P_U quadruplicata dagli anni '50, vede diminuire l'indice Moran's *I* del 40%.

Le uniche tre province che hanno un tasso di variazione positivo (anche se molto piccolo) dell'indice Moran's *I* sono: Pistoia (codice PRO 47), Ascoli Piceno e Fermo (codice PRO 44 e 109). La provincia di Pistoia dagli anni '50 al 2019 passa dal quadrante *d* al quadrante *c*, il suo P_U cresce di tre volte e l'indice Moran's *I* aumenta del 6%. Il valore dell'indice Moran's *I* rappresenta ancora una configurazione dispersa dell'insediamento, ma l'aumento del valore di P_U suggerisce che la nuova espansione urbana sia avvenuta nei pressi di quella esistente. Nel corso di 70 anni, il territorio provinciale è passato da avere un tessuto caratterizzato da un alto livello di dispersione insediativa (paragonabile alla dinamica dell'*urban sprinkling*) ad un tessuto meno disperso ma non totalmente compatto (paragonabile alla dinamica dell'*urban sprawl*).

Nella parte estrema del grafico si trovano le province con il più alto valore di P_U : Milano (codice PRO 15) e Napoli (codice PRO 63), che sono passate dal quadrante *c* al quadrante *d* aumentando il grado di dispersione insediativa, e la provincia di Monza e Brianza (codice PRO 108). Gli indici di queste province sono molto lontani dal punto Mean+StD e infatti hanno un comportamento molto diverso dalle altre: alti valori di P_U nell'anno 2019, grande diminuzione dell'indice Moran's *I* - di circa il 30% rispetto al valore degli anni '50.

Al fine di ottenere aree con comportamenti simili e omogenei per caratteristiche morfologiche e demografiche, l'indice di Moran's *I* è stato messo in relazione, attraverso una *cluster analysis K-mean*, con i tassi di variazione P_U .

La Figura 159 mostra sulla sinistra la mappa con i territori provinciali e sulla destra il grafico a bolle della *cluster analysis* con le variabili: tasso di variazione di P_U e tasso di variazione dell'indice Moran's *I* espresse in percentuale. Con i diversi colori sono identificati i 4 cluster e la dimensione dei cerchi rappresenta la variazione dell'altitudine media dei territori provinciali.

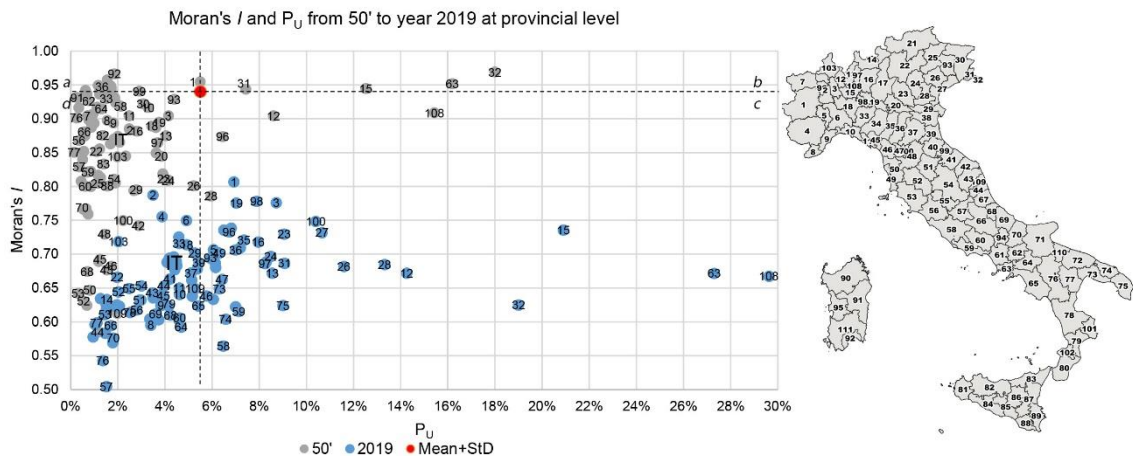


Figura 158. Grafico dell'evoluzione dell'indice Moran's I e della PU tra il 50' e il 2019 a livello provinciale. Sulla destra la mappa dell'Italia con l'identificazione delle province e i rispettivi codici

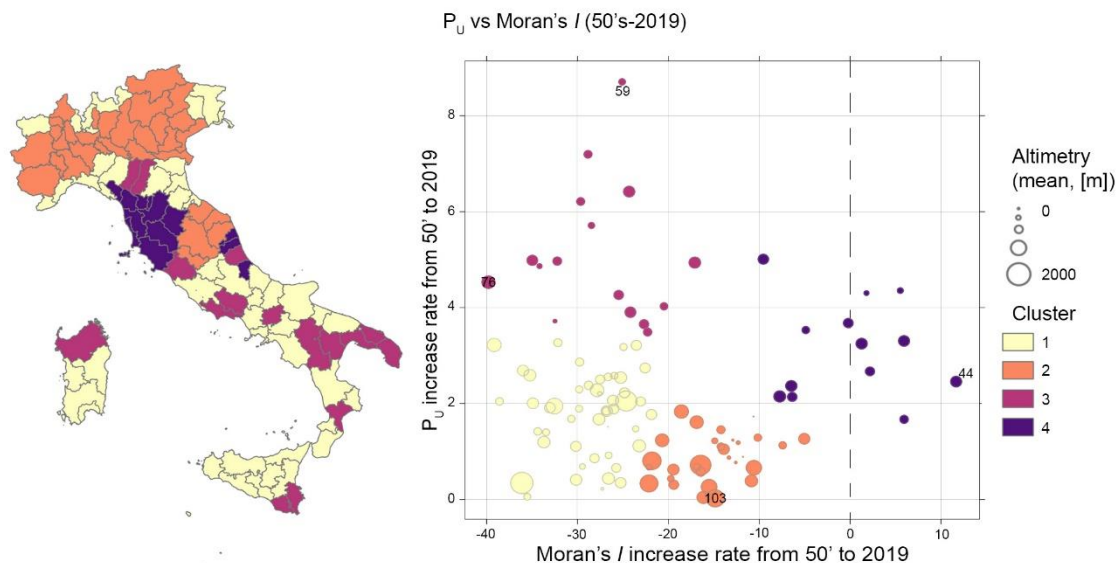


Figura 159. Mappa e grafico a bolle con il cluster ottenuto dalla combinazione delle variabili: tasso di variazione di PU e Moran I espresso sul grafico in percentuale

I 4 cluster forniscono una visione delle dinamiche di trasformazione dagli anni '50 al 2019 e in particolare sono state identificate le seguenti condizioni:

- Cluster 1: ne fanno parte 48 province. Le province di questo gruppo sono distribuite in maniera random sul territorio, nel senso che la loro somiglianza non dipende dall'appartenenza allo stesso territorio regionale e quindi ad una omogeneità di politiche territoriali. Si tratta di territori che, a fronte di un piccolo aumento di P_U hanno subito un grande aumento della dispersione insediativa, non calibrando adeguatamente le scelte urbanistiche per le nuove espansioni e giungendo ad uno sviluppo urbano poco sostenibile.

- Cluster 2: ne fanno parte 30 province. Questo cluster contiene la maggior parte delle province del nord Italia, che presentavano una P_U già alta negli anni '50 e la cui variazione ha avuto poco impatto sulla forma urbana al 2019, tanto che la dispersione insediativa aumenta nel tempo ma non eccessivamente.

- Cluster 3: ne fanno parte 16 province. Include aree geografiche del sud e le isole. Si tratta di territori che hanno subito una grande variazione di P_U ed un corrispondente elevato aumento della dispersione insediativa con conseguente scarsa sostenibilità di crescita urbana.

- Cluster 4: ne fanno parte 13 province. Si tratta di dinamiche di espansione che, escludendo le 2 province marchigiane e quella abruzzese, coinvolgono l'intera regione Toscana in cui ad una elevata variazione di P_U segue una bassissima variazione dell'indice Moran's I . In 7 province l'indice Moran's I aumenta e questo significa che l'espansione urbana (che nel 2019 è cresciuta fino a 4 volte quella degli anni '50) è avvenuta maggiormente in continuità di aggregato piuttosto che in forma dispersa.

I cluster 1 e 2 riguardano, principalmente, le province con elevazione altimetrica maggiore di 300 metri. In

particolare, 31 province su 48 per il cluster 1 e 16 province su 30 per il cluster 2.

Dai risultati emerge che dagli anni '50 al 2019 è aumentata la dispersione insediativa. Le province della regione Toscana mostrano un comportamento differente dagli altri territori. Esse, infatti, emergono nei vari clusters per piccole variazioni (in molti casi tassi positivi) dell'indice Moran I combinate con un elevato aumento dei valori di P_U . Questo risultato è interpretabile come un'espansione insediativa avvenuta seguendo le dinamiche di crescita in continuità di aggregato con i centri urbani esistenti. Questa differenza sostanziale con il resto d'Italia deriva in parte dal fatto che la regione Toscana è stata la prima in Italia ad attuare nel 1995 una legge di riforma regionale inerente il governo del territorio (LR n. 5 del 16 gennaio 1995).

La maggior parte dei territori provinciali dell'Italia meridionale e le isole appartengono ai cluster 1 e 3 dell'analisi nella Figura 159 e sono caratterizzate da una dispersione insediativa molto alta. Tale risultato è anche sintomo di una pianificazione territoriale regionale obsoleta o addirittura assente, definita "*Vintage Urban Planning*" da Romano *et al.* (2018) e "*Ghost Planning*" da Scorza *et al.* (2020). Infatti, molti di questi enti sono privi di piani urbanistici o comunque hanno strumenti non adatti a rispondere alle mutate esigenze sociali, urbane ed ambientali. Ciò ha inevitabili ripercussioni sulla sostenibilità stessa degli insediamenti, sulle dinamiche di trasformazione dei suoli e sulle intense pressioni esercitate sui servizi ecosistemici.

Ciò che appare evidente dai risultati dello studio presentato è che lo sviluppo urbano disperso a bassa densità, detto "*sprawl*" o "*sprinkling*", permea l'intero sistema insediativo italiano da nord a sud del Paese. Tenuto conto degli obiettivi da raggiungere a livello comunitario, è oggi opportuno parlare di una riforma urbanistica nazionale che miri ad una riorganizzazione sostenibile degli assetti insediativi odierni sia nelle forme sia nelle quantità.

UNCCD (2017), Good Practice Guidance SDG Indicator 15.3.1 Proportion of land that is degraded over total land area, https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-10/Good%20Practice%20Guidance_SDG%20Indicator%2015.3.1_Version%201.0.

Ungaro, F., Calzolari, C., Busoni, E., 2005. Development of pedotransfer functions using a group method of data handling for the soil of the Pianura Padano-Veneta region of North Italy. Water retention properties. *Geoderma* 124, 293–317. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.05.007>.

Vinci S. (2007), Rovina, Einaudi, Torino.

Vrebos, D., Bampa, F., Creamer, R., Gardi, C., Ghaley, B., Jones, A., Ruteger, M., Sauden, T., States, J. & Meire, P. (2017). The impact of policy instruments on soil multifunctionality in the European Union. *Sustainability*, 9(3), 407.

Wischmeier W., D. Smith (1978), Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agricultural Handbook No. 537 U.S. Department of Agriculture, Washington DC, USA.

World Bank (2012). Inclusive Green Growth. The Pathway to Sustainable Development, The World Bank, Washington, DC, USA.

BIBLIOGRAFIA RELATIVA AI CONTRIBUTI DEL COMITATO SCIENTIFICO

Amato, F., Pontrandolfi, P., Murgante, B., 2015. Supporting planning activities with the assessment and the prediction of urban sprawl using spatio-temporal analysis. *Ecol. Inform.* 30, 365–378.

Assennato, F., Braca, G., Calzolari, C., Capriolo, A., di Legnino, M., Giandon, P., ... & Munafò, M. (2018). Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo. Annex. *Soil consumption, territorial dynamics and ecosystem services*.

Bajocco S., De Angelis A., Perini L., Ferrara A., Salvati L., 2012. The impact of Land Use/Land Cover Changes on land degradation dynamics: A Mediterranean case study. *Environ. Manag.* 49-5, 980-989.

Bender, D.J.; Contreras, T.A.; Fahrig, L., 1998. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79, 517–533.

Blasi, C., Capotorti, G., Alós Ortí, M.M., Anzellotti, I., Attorre, F., Azzella, M.M., Carli, E., Copiz, R., Garfi, V., Manes, F., Marando, F., Marchetti, M., Mollo, B., Zavattero, L., 2017. Ecosystem mapping for the implementation of the European Biodiversity Strategy at the national level: The case of Italy. *Environ. Sci. Policy* 78, 173–184.

Board, M. A. (2005). Millennium ecosystem assessment. *Washington, DC: New Island*, 13, 520.

Brown, L.A., 2014. The city in 2050: A kaleidoscopic perspective. *Appl. Geogr.* 49, 4–11.

Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' capacities to provide ecosystem services—a concept for land-cover based assessments. *Landscape online*, 15, 1-22

Burton, E., 2000. The compact city: Just or just compact? A preliminary analysis. *Urban Stud.*, 37, 1969–2001.

Capotorti, G., Del Vico, E., Anzellotti, I., Celesti-Grapow, L., 2016. Combining the Conservation of Biodiversity with the Provision of Ecosystem Services in Urban Green Infrastructure Planning: Critical Features Arising from a Case Study in the Metropolitan Area of Rome. *Sustainability* 9, 10_

Carruthers, J.I.; Ulfarsson, G.F., 2003. Urban Sprawl and the Cost of Public Services. *Environ. Plan. B Plan. Des.*, 30, 503–522.

Caselli, B.; Ventura, P.; Zazzi, M., 2020. Performance-based spatial monitoring. An interpretative model for long-term shrinking medium-small Italian towns. *Sustain. Cities Soc.* 53, 101924.

Claessen L, Schoorl JM, Verburg PH, Geraedts L, Veldkamp A. 2009. Modelling interactions and feedback mechanisms between land use change and landscape processes. *Agr Eco-syst Environ.* 129:157–170.

Cobbinah, P.B.; Aboagye, H.N., 2017. A Ghanaian twist to urban sprawl. *Land use policy*, 61, 231–241.

Corona, P., Barbati, A., Tomao, A., Bertani, R., Valentini, R., Marchetti, M., Fattorini, L., Perugini, L., 2012. Land use inventory as framework for environmental accounting: An application in Italy. *IForest* 5, 204–209.

Cosentino, C.; Amato, F.; Murgante, B., 2018 Population-Based Simulation of Urban Growth: The Italian Case Study. *Sustainability*, 10, 4838.

Di Pirro, E., Sallustio, L., Capotorti, G., Marchetti, M., Lasserre, B., 2021. A scenario-based approach to tackle trade-offs between biodiversity conservation and land use pressure in Central Italy. *Ecol. Modell.* 448, 109533.

Doyle M. W., Harbor J. M., Rich C. F., Spacie, A. 2000. Examining the effects of urbanization on streams using indicators of geomorphic stability. *Physical Geography*, 21(2), 155-181.

European Commission, 2016. No net land take by 2050?.

European Environment Agency, 2016. Land recycling in Europe. Approaches to measuring extent and impacts. EEA Report No 31/2016.

European Environmental Agency, 2021. Copernicus Local Land Monitoring Services – EEA/DIS/R0/18/008 Production of

Very High Resolution Land Cover/Land Use dataset for Coastal Zones of the reference years 2012 and 2018. Service Contract No EEA/DIS/RO/18/008. Copernicus Land Monitoring Service – Local Component: Coastal Zones Monitoring Nomenclature Guideline Date: 15/02/2021. Issue: 1.2

Fei L., Shuwen Z., Jiuchun Y., Kun B., Qing W., Junmei T., Liping C. (2016), The effects of population density changes on ecosystem services value: A case study in Western Jilin, China. *Ecological Indicators*, Volume 61, Part 2, pp. 328-337, ISSN 1470-160X.

Fiorini, L., Zullo, F., Romano, B., 2011. Modelli valutativi del rischio insediativo nel territorio della regione Lazio - Verso un Piano per il Sistema delle aree protette del Lazio. *Contributi ARP 2007-2010*.

Freilich, R.H.; Peshoff, B.G., 1997. The Social Costs of Sprawl. *The Urban Lawyer* 29, 183–198. ISSN: 0042-0905.

Furlan E., Dalla Pozza P., Michetti M., Torresan S., Critto A., Marcomini, A. 2021. Development of a Multi-Dimensional Coastal Vulnerability Index: Assessing vulnerability to inundation scenarios in the Italian coast. *Science of The Total Environment*, 772, 144650.

Gazeau F., Smith S.V., Gentili B., Frankignoulle, M., Gattuso J.P., 2004. The European coastal zone: characterization and first assessment of ecosystem metabolism. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60(4): 673-694.

Getis, A.; Ord, J.K., 1992. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geogr. Anal.*, 24, 189–206.

Gustafson, E.J.; Parker, G.R., 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecol.*, 7, 101–110.

Jaeger, J.A.G.; Bertiller, R.; Schwick, C.; Kienast, F., 2010. Suitability criteria for measures of urban sprawl. *Ecol. Indic.*, 10, 397–406.

Jaeger, J.A.G.; Schwick, C., 2014. Improving the measurement of urban sprawl: Weighted Urban Proliferation (WUP) and its application to Switzerland. *Ecol. Indic.*, 38, 294–308.

Jenks, M.; Burton, E.; Williams, K., 2003. *The Compact City: a sustainable urban form*; Burton, E., Jenks, M., Williams, K., Eds.; Routledge; ISBN 9780203362372.

Kalnay E., Cai M. (2003), Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*. 423:528–531.

Lambin E.F., Meyfroidt P. (2011), Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *P Natl Acad Sci USA*. 108:3465–3472.

Las Casas, G.; Murgante, B.; Scorza, F., 2016. Regional local development strategies benefiting from open data and open tools and an outlook on the renewable energy sources contribution. *Green Energy Technol.*, 275–290.

Las Casas, G.; Scorza, F.; Murgante, B., 2019 (a). New Urban Agenda and Open Challenges for Urban and Regional Planning. In *New Metropolitan Perspectives*. ISHT 2018; Calabrò, F., Della Spina, L., Bevilacqua, C., Eds.; Springer: Cham; Vol. 100, pp. 282–288 ISBN 9783319920986.

Las Casas, G.; Scorza, F.; Murgante, B., 2019 (b). Razionalità a-priori: una proposta verso una pianificazione antifragile. *Ital. J. Reg. Sci.*, 18, 329–338.

Lee S. Y., Dunn R. J. K., Young, R. A. Connolly R. M., Dale P. E. R., Dehayr, R., Welsh D. T. 2006. Impact of urbanization on coastal wetland structure and function. *Austral Ecology*, 31(2), 149-163.

Li, Y., Zhang, L., Qiu, J., Yan, J., Wan, L., Wang, P., ... & Fu, B. (2017). Spatially explicit quantification of the interactions among ecosystem services. *Landscape Ecology*, 32(6), 1181-1199.

Lisi I., Bruschi A., Del Gizzo M., Archina M., Barbano A., Corsini S., 2010. Le Unità Fisiografiche e le profondità di chiusura della costa italiana. *L'Acqua* 2/2010. ISSN 1125-1255.

Lloyd, C., 2010. *Spatial Data Analysis: An Introduction for GIS Users*; Oxford University Press, ISBN 978-0199554324.

Maes J., et al., 2018. Mapping and assessment of ecosystems and their services: an analytical framework for ecosystem condition. ISBN: 978-92-79-74288-0. Printed by OP, Luxembourg.

Maiorano, L., Falcucci, A., Boitani, L., 2006. Gap analysis of terrestrial vertebrates in Italy: Priorities for conservation planning in a human dominated landscape. *Biol. Conserv.* 133, 455–473.

Manganelli, B.; Murgante, B.; Saganeiti, L., 2020. The Social Cost of Urban Sprinkling. *Sustain.* 2020, Vol. 12, Page 2236, 12, 2236.

Marino D., Palmieri M., Marucci A., Tufano M. (2021), Comparison between Demand and Supply of Some Ecosystem Services in National Parks: A Spatial Analysis Conducted Using Italian Case Studies. *Conservation* 1, 36-57.

Martinez-Fernandez, C.; Audirac, I.; Fol, S., Cunningham-Sabot, E., 2012. Shrinking Cities: Urban Challenges of Globalization. In *Proceedings of the International Journal of Urban and Regional Research*; John Wiley & Sons, Ltd, Vol. 36, pp. 213–225.

Martinez-Harms, M.J.; Balvanera, P. (2012), Methods for mapping ecosystem service supply: A review. *Int. J. Biodivers. Sci. Ecosyst. Serv. Manag.*, 8, 17–25.

MATTM-Regioni, 2018. *Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici*. Versione 2018 - Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 305 pp

- Micheli F., Halpern B.S., Walbridge S., Ciriaco S., Ferretti F., Fraschetti S., Lewison R., Nykjaer L., Rosenberg A.A., 2013. Cumulative Human Impacts on Mediterranean and Black Sea Marine Ecosystems: Assessing Current Pressures and Opportunities. *PLoS ONE* 8 (12):e79889.
- Moran, P.A.P., 1948. *The Interpretation of Statistical Maps*; Vol. 10.
- Munafò M., Marinosci I. (a cura di) (2018), *Territorio, Processi e trasformazioni in Italia*. ISPRA, Rapporti 296/2018.
- Munafò, M., 2020. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2020. Rep. SNPA, 15, 224.
- Murgante, B.; Borruso, G.; Balleto, G.; Castiglia, P.; Dettori, M., 2020. Why Italy first? Health, geographical and planning aspects of the COVID-19 outbreak. *Sustain.*, 12.
- Murgante, B.; Las Casas, G.; Sansone, A., 2008. A spatial Rough Set for extracting the periurban fringe. In *Proceedings of the Extraction et Gestion des Connaissances, EGC 2008*; pp. 101–126.
- Nolè, G.; Lasaponara, R.; Lanorte, A.; Murgante, B., 2014. Quantifying Urban Sprawl with Spatial Autocorrelation Techniques using Multi-Temporal Satellite Data. *Int. J. Agric. Environ. Inf. Syst.*, 5, 19–37.
- Parlamento europeo, 2021, *Risoluzione del Parlamento europeo sulla protezione del suolo*, 2021/2548(RSP).
- Peng J., Wang X., Liu Y., Zhao Y., Xu Z., Zhao M., Qiu S., Wu J. (2020), Urbanization impact on the supply-demand budget of ecosystem services: Decoupling analysis, *Ecosystem Services*, Volume 44, 2020, 101139, ISSN 2212-0416.
- Petit CC, Lambin EF. (2002), Long term land cover changes in the Belgian Ardennes (1775-1929): model-based reconstructions vs. historical maps. *Glob Change Biol.* 8:616–630.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Groffman, P.M., Band, L.E., Boone, C.G., Burch, W.R., Grimmond, C.S.B., Hom, J., Jenkins, J.C., Law, N.L., Nilon, C.H., Pouyat, R. V., Szlavecz, K., Warren, P.S., Wilson, M.A., 2008. Beyond Urban Legends: An Emerging Framework of Urban Ecology, as Illustrated by the Baltimore Ecosystem Study. *Bioscience* 58, 139–150.
- Pilogallo, A.; Saganeiti, L.; Scorza, F.; Murgante, B., 2019. Ecosystem Services' Based Impact Assessment for Low Carbon Transition Processes. *TeMA - J. L. Use, Mobil. Environ.*, 12, 127–138.
- Quatrini, V., Barbati, A., Carbone, F., Giuliarelli, D., Russo, D., Corona, P., 2015. Monitoring land take by point sampling: Pace and dynamics of urban expansion in the Metropolitan City of Rome. *Landsc. Urban Plan.* 143, 126–133.
- Richards, D.R.; Friess, D.A. (2015), A rapid indicator of cultural ecosystem service usage at a fine spatial scale: Content analysis of social media photographs. *Ecol. Ind.* 53, 187–195.
- Riitano N., Dichicco P., De Fioravante P., Cavalli A., Falanga V., Giuliani C., Mariani L., Strollo A., Munafò M., 2020. Land consumption in Italian coastal area. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*. 19(10):1857-1868.
- Rizzetto, F., 2020. Effects of climate change on the morphological stability of the Mediterranean Coasts: Consequences for tourism. In *Climate Change, Hazards and Adaptation Options* (pp. 761-775). Springer, Cham.
- Romano B., Zullo F., 2014. The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: fifty years of unsustainability. *Land Use Policy* 38:26-36.
- Romano, B., Zullo, F., Marucci, A., Fiorini, L., 2018. Vintage Urban Planning in Italy: Land Management with the Tools of the Mid-Twentieth Century. *Sustainability* 10, 4125.
- Romano, B.; Fiorini, L.; Zullo, F.; Marucci, A., 2017. Urban growth control DSS techniques for de-sprinkling process in Italy. *Sustain.*, 9, 1852.
- Romano, B.; Zullo, F., 2014. Land urbanization in Central Italy: 50 years of evolution. *J. Land Use Sci.*, 9, 143–164.
- Romano, B.; Zullo, F., 2016. Half a century of urbanization in southern European lowlands: a study on the Po Valley (Northern Italy). *Urban Res. Pract.*, 9, 109–130.
- Romano, B.; Zullo, F.; Fiorini, L.; Marucci, A.; Ciabò, S., 2017. Land transformation of Italy due to half a century of urbanization. *Land use policy*, 67, 387–400.
- Saganeiti, L.; Pilogallo, A.; Faruolo, G.; Scorza, F.; Murgante, B., 2020. Territorial Fragmentation and Renewable Energy Source Plants: Which Relationship? *Sustainability*, 12, 1828.
- Saganeiti, L.; Pilogallo, A.; Scorza, F.; Mussuto, G.; Murgante, B., 2018. Spatial indicators to evaluate urban fragmentation in Basilicata region. In *Proceedings of the Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* Vol. 10964 LNCS, pp. 100–112.
- Sallustio, L., De Toni, A., Strollo, A., Di Febraro, M., Gissi, E., Casella, L., Geneletti, D., Munafò, M., Vizzari, M., Marchetti, M., 2017. Assessing habitat quality in relation to the spatial distribution of protected areas in Italy. *J. Environ. Manage.* 201, 129–137.
- Salvati, L.; Zambon, I., 2019. The (metropolitan) city revisited: Long-term population trends and urbanization patterns in Europe, 1950-2000. *Popul. Rev.*, 58, 145–171.
- Santos-Martin F., Viinikka A., Mononen L., Brander L., Vihervaara P., Liekens I., Potschin-Young M. 2018. Creating an

operational database for ecosystems services mapping and assessment methods. *One Ecosystem*, 3.

Schirpke, U., Scolozzi, R., De Marco, C. (2013) Analisi dei servizi ecosistemici nei siti pilota. Parte 4: Selezione dei servizi ecosistemici. Report del progetto Making good Natura (LIFE+11 ENV/IT/000168), EURAC research, Bolzano, p. 39.

Schulp, C. J., Alkemade, R., Klein Goldewijk, K., & Petz, K. (2012). Mapping ecosystem functions and services in Eastern Europe using global-scale data sets. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 8(1-2), 156-168.

Scorza, F.; Grecu, V., 2016. Assessing Sustainability: Research Directions and Relevant Issues. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* Vol. 9786, pp. 642–647 ISBN 9783319420844.

Scorza, F.; Saganeiti, L.; Pilogallo, A.; Murgante, B., 2020. Ghost planning: the inefficiency of energy sector policies in a low population density region. *Arch. di Stud. Urbani e Reg.*, 34–55.

Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A.D., Wood, S.A., Chaplin-Kramer, R., Nelson, E., Ennaanay, D., Wolny, S., Olivero, N., Vigerstol, K., Pennington, D., Mendoza, G., Aukema, J., Foster, J., Forrest, J., Cameron, D., Arkema, K., Lonsdorf, E., Kennedy, C., Verutes, G., Kim, C.-K., Guannel, G., Papenfus, M., Toft, J., Marsik, M., Bernhardt, J., Griffin, R., Glowinski, K., Chaumont, N., Perelman, A., Lacayo, M., Mandle, L., Hamel, P., Vogl, A.L., Rogers, L., Bierbower, W., Denu, D., Douglass, J., 2018. *INVEST User's Guide. The Natural Capital Project*.

Simpson, 1949. E.H. Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688–688.

Torrens, P.M., 2008. A Toolkit for Measuring Sprawl. *Appl. Spat. Anal. Policy*, 1, 5–36.

United Nations – Department of Economics and Social Affairs, 2018. *World Urbanization Prospects. The 2018 Revision*.

Wiechmann, T.; Pallagst, K.M., 2012. Urban shrinkage in Germany and the USA: A Comparison of Transformation Patterns and Local Strategies. *Int. J. Urban Reg. Res.*, 36, 261–280.

Wilkerson, M.L., Mitchell, M.G.E., Shanahan, D., Wilson, K.A., Ives, C.D., Lovelock, C.E., Rhodes, J.R., 2018. The role of socio-economic factors in planning and managing urban ecosystem services. *Ecosyst. Serv.* 31, 102–110.

Yongxiu S., Shiliang L., Fangning S., Yi A., Mingqi L., Yixuan L. (2020), Spatio-temporal variations and coupling of human activity intensity and ecosystem services based on the four-quadrant model on the Qinghai-Tibet Plateau, *Science of The Total Environment*, Volume 743, 140721, ISSN 0048-9697.

Zdruli P., 2012. Land Resources of the Mediterranean: Status, Pressures, Trends and Impacts on Future Regional Development. *LDD, Land Degradation & Development* 25(4):373-384.

Zhang Y., Xia J., Yu J., Randall M., Zhang Y., Zhao T., Shao, Q. 2018. Simulation and assessment of urbanization impacts on runoff metrics: insights from landuse changes. *Journal of hydrology*, 560, 247-258.

Zullo F., Fiorini L., Marucci A., Romano B., 2020. Analysis of the theoretical settlement scenario implemented by the municipal plans. The case study of the Romagna coast municipalities. In: (a cura di): Bonora L. Carboni D. De Vincenzi M., Eighth International Symposium "Monitoring of Mediterranean Coastal Areas. Problems and Measurement Techniques". p. 363-374, FIRENZE:Firenze University Press, ISBN: 978-88-5518-147-1, Livorno, 6/2020.

BIBLIOGRAFIA RELATIVA AI CONTRIBUTI DEGLI OSSERVATORI/TAVOLI TECNICI

Regione Lazio

Baioni M., Caudo G. (coord), Vazzoler N. Strobel de Haustadt e Schwanenfeld L. Roma Regione Capitale – Rapporto di ricerca -Osservatorio urbanistico della Regione Lazio (2018)

Baioni M., Caudo G. (a cura di) – Roma cento per cento - Quodlibet Studio. Città e paesaggio Collana a cura di Manuel Oraz

Caudo G., M. Baioni, L. de Strobel de Haustadt e Schwanenfeld, D. Patti, V. Andriola - Regione Capitale e Città-Territorio. Osservatorio Urbanistico della Regione Lazio. Convezione tra Regione Lazio e Università degli Studi Roma Tre DGR 525/2017

Munafò, M. - a cura di, 2020. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2020. Report SNPA 15/20

Napoli R, Paolanti M, Di Ferdinando S. – 2019, Atlante dei Suoli del Lazio. ARSIAL Regione Lazio. ISBN 978-88-904841-2-4

Regione Emilia-Romagna

Deliverable Azione B.4.2 progetto SOS4LIFE "Sistema Informativo Urban and Soil Decision Support System (US-DSS) omogeneo per i tre Comuni, condiviso e che funga da prototipo regionale, con modello dati condiviso ricavato da sintesi dati regionali esistenti e dati comunali". A cura di Olivucci S. e Lugli A.

Legge 28/12/2015 n.221 "Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali" Legge Regionale 21 dicembre 2017, N.24 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio".

Olivucci S. "Misurare e Monitorare: l'importanza di uno strumento informativo e di supporto alla pianificazione". WEBINAR - SALVARE IL SUOLO LINEE GUIDA E STRUMENTI DI LAVORO PER TECNICI E AMMINISTRATORI 23.09.2020. Evento finale progetto SOS4LIFE.

<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/approfondimenti/database-uso-del-suolo>

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/suoli-pianificazione/servizi-ecosistemici-del-suolo>

<https://datacatalog.regione.emilia-romagna.it/catalogCTA/dataset/monitoraggio-aree-trasformate-art-5-comma-6-lr-24-17>

<http://www.sos4life.it>

<https://www.arpae.it/it/notizie/icolt2021>

Regione Sardegna

Fanni, S., Puddu, R. (2016). L'Osservatorio Regionale dei Suoli: proposta di una struttura per la fruibilità dell'informazione pedologica nel Sistema Regione. XX Conferenza Nazionale ASITA, 8 – 10 novembre 2016, Cagliari, 367-372

Fanni S., Marrone V.A., Puddu R., Verona M.M. (2016). Presentazione del Portale Regionale del Suolo e del WebGIS pe-

dologico. XX Conferenza Nazionale ASITA, Cagliari 2016, 365-366

Fanni S., Marrone V.A., Puddu R. (2015). Applicazione dei dati e della cartografia pedologica all'analisi territoriale: la carta del rischio potenziale di erosione a confronto con la capacità d'uso dei suoli in Sardegna. Atti del 40° Congresso Nazionale della Società Italiana Scienza del Suolo "Suoli di qualità per una vita di qualità", Roma 2015, 61-68

Fanni S., Loddo S., Marrone A. V., Mazzi C., Puddu R., Serra G. (2014). Il calcolo del consumo di suolo nelle Piane di S. Vito, Muravera e Villaputzu: un'applicazione della Carta di capacità d'uso nella pianificazione territoriale. In Book of abstracts de Il suolo nella pianificazione territoriale. World Soil Day 2014, Alghero, 5-6 dicembre 2014

Fanni S., Fantola F., Loddo S., Madrau S., Marrone V.A., Puddu R., Tore C., Vacca A. (2014). "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - Primo Lotto", Agris Sardegna, Laore Sardegna, Università di Cagliari, Università di Sassari, Assessorato EE.LL. Finanze e Urbanistica della Regione Autonoma della Sardegna. Available online: <http://www.sardegna.geoportale.it/index.php?xsl=2420&s=40&v=9&c=14481&es=6603&na=1&n=100&esp=1&tb=14401>



R SNPA
22 2021

