Smart COMMUNITIES RoadMap

COSTRUIAMO COMUNITÀ SICURE, INTELLIGENTI E INCLUSIVE



Foto: Magnific

ROADMAP PER LA RICERCA E L'INNOVAZIONE

Focus: Smart Soil Management

UNIONE EUROPEA

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA

SmartCommunitiesTech (SCT)
è parte del sistema italiano
Cluster Tecnologici Nazionali

COSTRUIAMO COMUNITÀ SICURE, INTELLIGENTI E INCLUSIVE

"Sustainable Land Management is the use and management of land resources – soil, water, animals and plants – for the production of goods to meet changing human needs, while ensuring the long-term productive potential of these resources and maintenance of environmental functions"

(FAO, 2015, p.1)

Documento a cura dell'Associazione
Cluster Nazionale Tecnologie per le Smart Communities

© Associazione Cluster Nazionale Tecnologie per le Smart Communities
È vietata la riproduzione, anche parziale, di immagini, testi o contenuti senza autorizzazione

SOMMARIO

Introduzione allo Smart Soil Management	2
Smart Soil Management: un glossario	3
Riferimenti normativi	5
La rilevanza della gestione del suolo per le Smart Communities	8
Consumo di suolo e impermeabilizzazione	11
Verde urbano	17
Pianificazione degli spazi e dei lavori di manutenzione	25
Rischio idrogeologico	33
Frane	35
Alluvioni	37
Erosione costiera	38
Valanghe	42
Intervenire per arginare il rischio idrogeologico	44
Esperienze di Smart Soil Management nel contesto Italia	50
Conclusioni	77
Bibliografia	81

INTRODUZIONE

Ospitando circa il **90% della biodiversità presente sul nostro pianeta**, il suolo è una delle principali componenti degli ecosistemi naturali e urbani. Da un punto di vista scientifico, esso è definito come lo strato superiore della crosta terrestre ed è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi.

La rilevanza del suolo per l'uomo è legata soprattutto ai suoi "**servizi ecosistemici**", dai quali dipendono moltissime funzioni ecologiche, economiche e sociali, che spaziano dall'approvvigionamento di prodotti alimentari, biomassa e materie prime, alla regolazione del clima, dell'acqua e allo stoccaggio di carbonio, dal supporto alla preservazione degli habitat per le altre specie viventi alla disponibilità di un patrimonio naturale e di servizi ricreativi a scopi culturali. I tempi estremamente lunghi dei processi di formazione di questa risorsa ne aumentano l'importanza: essendo necessari mediamente 200 anni per avere un solo centimetro di suolo nuovo, questo bene è dunque da ritenersi come **limitato e sostanzialmente non rinnovabile**.

Il rapporto della FAO *"Status of the World's Soil Resources" (SWSR)*[1] ha inoltre individuato dieci fenomeni - di origine naturale e antropica - che possono ulteriormente compromettere la salubrità del suolo e dunque la sua funzionalità in relazione ai servizi ecosistemici: tali minacce comprendono l'erosione dovuta ad agenti atmosferici come acqua e vento, la perdita di carbonio organico, lo squilibrio dei nutrienti nel terreno, la salinizzazione, la contaminazione e/o acidificazione, la perdita di biodiversità, l'impermeabilizzazione, la compattazione e il ristagno dell'acqua. La scarsità della risorsa e la sua rilevanza per un ampio spettro di funzioni essenziali per l'esistenza umana rendono dunque **indifferibile l'impegno per una gestione del suolo efficiente e sostenibile**.

Le smart communities sono chiamate a elaborare - anche rispetto a questo tema - soluzioni innovative, che siano da un lato guidate dalla consapevolezza del fatto che quelli che, sul breve termine, sembrano essere benefici per l'uomo spesso sono trasformazioni del suolo che comportano importanti danni per l'ecosistema nel suo insieme e, dall'altro, capaci di trovare il giusto mezzo tra l'artificializzazione e la rinaturazione.

[1] Food and Agriculture Organization of the United Nations - Status of the World's Soil Resources: Main Report

SMART SOIL MANAGEMENT: UN GLOSSARIO

Le molteplici declinazioni e i numerosi ambiti di applicazione del tema della gestione del suolo ne determinano un'intrinseca complessità. A livello nazionale, il principale riferimento per le attività di ricerca, raccolta e analisi dei dati è l'**Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)**[2], ente sottoposto alla vigilanza del Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica (MASE) e principale fonte dei contenuti scientifici del presente aggiornamento della Roadmap. Le definizioni dei principali termini associati al soil management, ed in particolare alla sua applicazione al contesto urbano, sono altresì tratte dalle pubblicazioni dell'ISPRA e vengono sinteticamente riportate in questo paragrafo, quale comune riferimento semantico per agevolare la lettura del presente documento.

Per elaborare strategie e soluzioni di smart soil management, è necessario anzitutto riflettere sul concetto di "**uso del suolo**", che rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo e descrive come questo sia o possa essere impiegato per attività di tipo antropico. Tale concetto abilita dunque una classificazione del territorio in base alla sua destinazione funzionale e socioeconomica (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo).

Altro concetto chiave è quello di "**consumo di suolo**", che viene definito come la variazione, in un determinato periodo di tempo, da una copertura non artificiale ad una copertura artificiale, ovvero da un suolo non consumato a un suolo consumato. Tale consumo è inoltre distinto in **permanente**, qualora l'artificializzazione comporti un'effettiva impermeabilizzazione del suolo o la sua rimozione per escavazione, e **reversibile**, se invece la copertura apposta potrà essere rimossa senza distruzione del terreno sottostante e perdita delle sue funzioni - come, ad esempio, nel caso di impianti fotovoltaici a terra. Il **consumo di suolo netto** viene dunque calcolato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali correlato a interventi di ripristino e rinaturalizzazione. Per queste ragioni, le opere urbane di realizzazione di giardini, parchi urbani e altri spazi verdi sono strategicamente sempre più importanti, in quanto contribuiscono positivamente al calcolo del consumo netto.

Sono classificate come "**spazi verdi urbani**" le superfici coperte da alberi, boscaglie, arbusti, vegetazione erbacea permanente, licheni, muschi, stagni e corsi d'acqua, così come calcolate sulla base dei dati forniti dal servizio di monitoraggio del territorio del programma spaziale europeo Copernicus e di altre basi di dati supplementari

[2] Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - homepage

Con il termine "**impermeabilizzazione**" si fa invece riferimento agli effetti provocati dalla copertura permanente di parte del suolo con materiali artificiali (tipicamente asfalto e calcestruzzo per la costruzione di edifici e strade), che impediscono o limitano fortemente l'infiltrazione di acqua nel terreno, con conseguente danneggiamento dei servizi ecosistemici di regolazione idrica.

La sigillatura del suolo provocata dalla sua copertura è una delle variabili che maggiormente influenzano il **rischio idrogeologico** e quello **idraulico**, con il quale ci si riferisce rispettivamente agli effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli pluviometrici critici lungo i versanti, dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua della rete idrografica minore e di smaltimento delle acque piovane, e agli effetti indotti sul territorio dal superamento dei livelli idrometrici critici lungo i corsi d'acqua principali. Benché l'Italia sia predisposta ad eventi di dissesto a causa di alcuni fattori naturali, come la sua conformazione geologica e geomorfologica, le conseguenze dei fenomeni idrogeologici, che sempre più spesso provocano frane, alluvioni, erosioni costiere, valanghe e subsidenze, sono da ricondurre anche all'azione dell'uomo, ed in particolare ad un consumo di suolo spesso sregolato e invasivo.

Per "**degrado del suolo**", infine, si intende l'alterazione delle condizioni del terreno dovuta alla riduzione o alla perdita di produttività biologica e/o economica a causa di attività antropiche, ed in particolare al consumo di suolo permanente: imprese, Pubbliche Amministrazioni e organismi di ricerca sono chiamati a intervenire in modo sistemico per ridurre le aree degradate e garantire ecosistemi salutari e sostenibili a tutte le specie viventi. Come descritto dal Rapporto della Commissione Europea "*Caring for soil is caring for life*"[3], tra il 60 e il 70% del territorio europeo è infatti già soggetto a gravi processi di degrado, dovuto prevalentemente a un eccessivo sfruttamento, agli effetti delle emissioni di sostanze inquinanti, alla perdita di biodiversità, alla salinizzazione e alla impermeabilizzazione, con un costo associato superiore ai 50 miliardi di euro annui.

Il tema della pianificazione territoriale assume, in tal senso, cruciale importanza per garantire lo sviluppo sostenibile delle attività che si svolgono nel contesto urbano, promuovendo la salvaguardia e la valorizzazione del suolo, l'uguaglianza di diritti all'uso e il rispetto delle esigenze legate alla migliore qualità della vita delle generazioni presenti e future.

[3] Caring for soil is caring for life - Research and innovation

RIFERIMENTI NORMATIVI

La consapevolezza dell'importanza di un'azione unitaria per la protezione e la gestione sostenibile del suolo, anche in sinergia con quanto definito nella Strategia sulla Biodiversità, ha portato la Commissione Europea ad intervenire dal punto di vista normativo, nel tentativo di definire un quadro giuridico comune.

Nel 2021 è stata così approvata la **Strategia dell'UE per il Suolo per il 2030**[4]: tale documento identifica alcune azioni da mettere in atto per proteggere, ripristinare e assicurare l'uso sostenibile del suolo, affinché al 2050 tutti gli ecosistemi europei siano in buona salute e dunque più resilienti. Queste iniziative si rendono necessarie non solo in ottica di sostenibilità ambientale e sociale, ma anche per ragioni di carattere puramente economico: **a livello europeo, il costo dell'inazione rispetto ai fenomeni di degrado supera di almeno sei volte quello connesso agli interventi necessari ad arrestare e invertire l'attuale tendenza**. La Strategia fissa alcuni obiettivi quali-quantitativi di medio termine, da raggiungere entro il 2030, ed altri di lungo periodo, da perseguire entro il 2050:

Obiettivi per il 2030	Combattere la desertificazione, ripristinare le terre degradate, comprese quelle colpite da desertificazione, siccità e inondazioni
	Ripristinare vaste superfici di ecosistemi degradati e ricchi di carbonio, compresi i suoli
	Raggiungere l'obiettivo di un assorbimento netto dei gas a effetto serra pari a 310 milioni di tonnellate di CO_2 equivalente all'anno a livello di UE per il settore dell'uso del suolo, del cambiamento di uso del suolo e della silvicoltura (LULUCF)
	Ottenere buone condizioni ecologiche e chimiche nelle acque di superficie e buone condizioni chimiche e quantitative nelle acque sotterranee
	Ridurre la perdita di nutrienti di almeno il 50%, l'uso generale e il rischio derivante dai pesticidi chimici del 50% e l'uso dei pesticidi più pericolosi del 50%
	Realizzare progressi significativi nella bonifica dei suoli contaminati

[4] Soil Strategy for 2030 - Environment - European Commission

Obiettivi per il 2050	Raggiungere un consumo netto di suolo pari a zero
	Conseguire la neutralità climatica
	Ridurre l'inquinamento del suolo a livelli considerati non più nocivi per la salute umana e per gli ecosistemi naturali, e rimanere entro limiti sostenibili per il pianeta, così da creare un ambiente privo di sostanze tossiche
	Conseguire una società resiliente ai cambiamenti climatici e pienamente adattata ai loro inevitabili effetti

Gli Stati membri sono stati quindi invitati, da un lato, a stabilire - entro il 2023 - obiettivi di riduzione del consumo netto di suolo nazionali, regionali e locali misurabili, al fine di monitorare i progressi compiuti nella direzione tracciata per il 2050 e, dall'altro, a integrare la "**gerarchia del consumo di suolo**" nei piani di inverdimento urbano, prioritizzando l'uso circolare dei terreni e limitando gli interventi che minano la fragilità di questi ecosistemi. Tale gerarchia si articola in quattro azioni, ordinate secondo un criterio di preferibilità per la preservazione del suolo:

1. **Evitare**: evitare per quanto possibile l'ulteriore consumo e impermeabilizzazione del suolo;
2. **Riutilizzare**: se non è possibile evitare il consumo o l'impermeabilizzazione del suolo, allora è preferibile riutilizzare terreni già consumati o impermeabilizzati (per lo stesso o un diverso uso del suolo), per esempio con la demolizione di edifici, la bonifica, la de-impermeabilizzazione o la densificazione del suolo;
3. **Ridurre al minimo**: se non si possono evitare il consumo o l'impermeabilizzazione del suolo né il riutilizzo dei terreni, allora si dovrebbero consumare o impermeabilizzare i terreni in condizioni già meno favorevoli (per esempio, non le foreste in buona salute o i terreni agricoli fertili);
4. **Compensare**: se avvenisse consumo o impermeabilizzazione di suolo, si dovrebbero applicare misure di mitigazione e compensazione per ridurre al minimo la perdita di servizi ecosistemici (per esempio, infiltrazione e raccolta dell'acqua piovana per l'assorbimento dell'acqua, tetti verdi per la ritenzione dell'acqua e la biodiversità, edifici verdi per il rinfrescamento, fattorie e orti urbani per la produzione di biomassa).

Dall'agosto 2024 è inoltre in vigore la **Nature Restoration Regulation**[5], approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio, al fine di fermare l'attuale perdita e ripristinare la biodiversità dell'UE e raggiungere così la neutralità climatica entro il 2050 e adattarsi ai cambiamenti climatici. Il regolamento stabilisce obblighi specifici per i diversi tipi di ecosistema, e vincola in modo particolare quelli urbani a provvedere, entro il 2030, a non registrare alcuna perdita netta della superficie nazionale totale degli spazi verdi cittadini né delle coperture della volta arborea in quelle medesime zone. Nei venti anni successivi, inoltre, sarà necessario garantire una tendenza tanto all'aumento della superficie nazionale totale degli spazi verdi urbani - anche mediante la loro integrazione in edifici e infrastrutture - quanto all'aumento della copertura della volta arborea del 5% (con un target di 3 miliardi di alberi in più sul territorio europeo), adoperando le soluzioni tecnologiche disponibili per un monitoraggio costante e per rendere accessibili dati e informazioni.

La traiettoria tracciata a livello europeo ha orientato l'introduzione, nel febbraio 2022, di due modifiche alla Carta costituzionale, tramite cui sono stati inseriti - all'**articolo 9** - tra i principi fondamentali un **comma volto alla tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi**, anche nell'interesse delle future generazioni e - all'**articolo 41** - tra i diritti e doveri dei cittadini **nell'ambito della libera iniziativa economica privata**, la previsione di svolgersi in modo da **non arrecare danno alla salute e all'ambiente** e che sia indirizzata e coordinata, oltre ai già previsti fini sociali, anche ai fini ambientali. Nel medesimo anno è stato anche approvato il **Piano per la transizione ecologica (PTE)**[6], che individua nel contrasto al consumo di suolo un ambito prioritario di azione, da perseguire attraverso il potenziamento del sistema di monitoraggio nazionale del suolo, la rilevazione delle destinazioni d'uso e la realizzazione di interventi di de-impermeabilizzazione, rinaturalizzazione e rigenerazione all'interno di una strategia unitaria.

In coerenza con quella europea, nel 2023 è stata inoltre definita la **Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030**[7], che mira a invertire l'attuale tendenza alla perdita di biodiversità e a contribuire all'obiettivo internazionale di ripristino e protezione di tutti gli ecosistemi del pianeta entro il 2050. Con riferimento alla gestione del suolo, il documento identifica alcune linee di azione generali, finalizzate a garantire il non deterioramento di tutti gli ecosistemi, il ripristino di vaste superfici degradate, l'avvio di processi di rinaturalizzazione (anche ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico) e l'arresto della perdita di ecosistemi verdi urbani e periurbani, sulla scorta di quanto suggerito dalla gerarchia del consumo di suolo.

[5] Nature Restoration Law - European Commission
[6] Piano per la Transizione Ecologica (PTE) - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica
[7] Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030 - Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica

La Strategia richiede inoltre che sia approvata e attuata una legge nazionale sul consumo del suolo - prevista dal PNRR e già auspicata nel PET - che lo valorizzi come bene comune e risorsa non rinnovabile e stabilisca obiettivi specifici nazionali e regionali coerenti con le altre regolazioni in vigore e orientati alla rigenerazione urbana, e prevede di allineare tale consumo alla dinamica demografica entro il 2030, dapprima a livello nazionale e poi a quello regionale e comunale, orientando così la revisione dei piani urbanistici. L'attuale normativa risale, infatti, al secondo dopoguerra e non rappresenta più uno strumento efficace per evitare la crescita di degrado territoriale, soprattutto in ragione del fatto che il ritmo di crescita del consumo di suolo non è allineato al trend demografico, in calo nell'ultimo decennio.

LA RILEVANZA DELLA GESTIONE DEL SUOLO PER LE SMART COMMUNITIES

Il quadro sin qui descritto e che sarà ulteriormente dettagliato nelle sezioni successive rende manifesta la necessità - da parte di Pubbliche Amministrazioni, enti di ricerca e imprese - di intervenire in modo rapido, efficace e capillare a favore di una migliore gestione del suolo. Ad ulteriore conferma della rilevanza e dell'urgenza di tali azioni, si ritiene utile commentare il grafico - riportato in figura 1 - relativo agli scenari del consumo di suolo in Italia al 2050, presentato nell'edizione 2025 del report dell'ISPRA ***"Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici***«[8] ed elaborato utilizzando modelli di calcolo basati sull'intelligenza artificiale e capaci di apprendere quali variabili siano maggiormente correlate con il consumo di suolo per fornirne stime relative ad un prossimo periodo di tempo.

Le diverse tendenze previsionali proposte delineano gli impatti delle azioni con le quali potrebbero essere attuate le linee guida strategiche definite a livello europeo e italiano per perseguire obiettivi di sostenibilità allineati all'Agenda 2030.

[8] Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2025 - SNPA - Sistema nazionale protezione ambiente

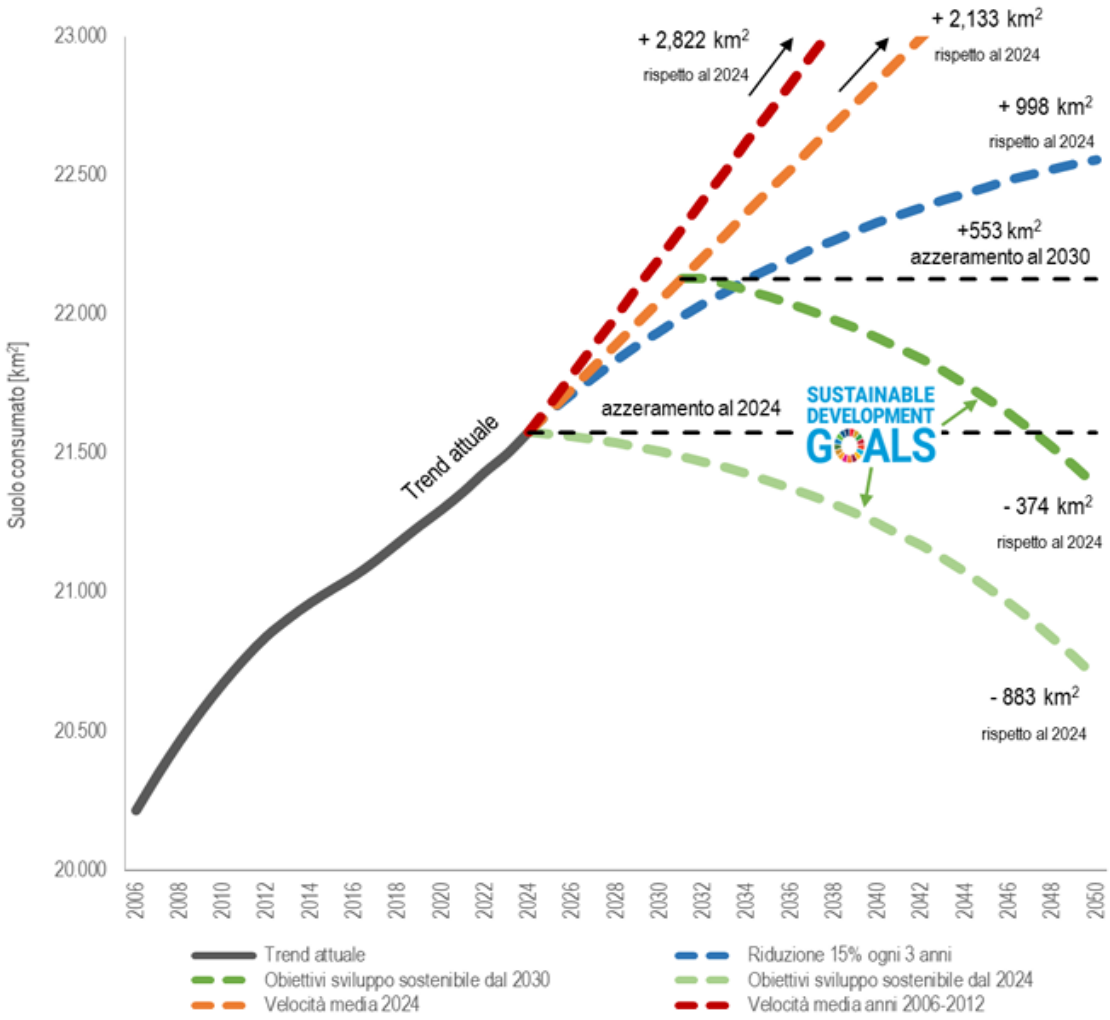


Figura 1. Scenari di consumo di suolo in Italia (km² di suolo consumato a livello nazionale al 2050). Fonte: elaborazione ISPRA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.82)

Tuttavia, **i valori ipotizzati si discostano in modo significativo da tali target**: lo scenario "***as is***" (linea arancione), nel quale la velocità di trasformazione del suolo si confermerebbe pari a quella attuale anche nei prossimi anni, porterebbe ad un **aumento di consumo di suolo di 2.133 km² tra il 2024 e il 2050**. Parimenti, le altre due proiezioni non descrivono situazioni migliori: il ***worst case*** (linea rossa) ipotizza che si torni alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, con un **aumento di consumo di suolo di 2.822 km²**, mentre secondo il ***best case*** (linea azzurra), prima dell'azzeramento al 2050, **la crescita sarebbe di 998 km²**, quale esito di una verosimile riduzione della velocità di trasformazione del 15% ogni 3 anni.

L'attuale trend demografico e le previsioni ad esso connesse - come si anticipava - richiederebbero un saldo negativo del consumo di suolo: **a partire dal 2030, sarebbe dunque necessario un aumento netto delle aree naturali di 374 km²**, che aumenterebbero a 883 km² qualora si decidesse di intervenire sin da subito per il perseguimento di tale obiettivo. A tali valori corrisponde la perdita di servizi ecosistemici, con conseguenze ambientali (quali l'aumento di fenomeni come le isole di calore urbano e la perdita di habitat di alcune specie viventi), sociali (come il peggioramento della qualità di vita urbana a causa della mancanza di aree verdi) ed economiche (dovute all'aumento del costo dei prodotti alimentari e delle materie prime e alle spese necessarie alla gestione delle emergenze - sempre più frequenti - connesse al verificarsi di fenomeni climatici estremi).

Poiché **i processi di urbanizzazione sono tra le principali cause dell'attuale trend di consumo di suolo**, risulta essenziale e inderogabile che tutti gli attori che contribuiscono a creare comunità intelligenti lavorino congiuntamente per affrontare le sfide legate al soil management e generare un impatto positivo per gli ecosistemi urbani e quanti li abitano. La sezione seguente analizza ed approfondisce quattro declinazioni del tema della gestione del suolo sulle quali il Cluster Smart Communities invita soggetti pubblici, privati ed enti di ricerca a confrontarsi.



CONSUMO DI SUOLO E IMPERMEABILIZZAZIONE

La rilevazione condotta annualmente dall'ISPRA sul consumo di suolo fotografa la trasformazione del territorio italiano e rappresenta, ai fini di questo documento, il punto di partenza di ulteriori riflessioni sul tema della gestione del suolo.

Nel 2024 sono stati consumati 83,7 km² di suolo; la velocità con cui questo processo si sta verificando è decisamente critica, come risulta evidente se si pensa che tale valore corrisponde a 2,7 m² di terreno coperto ogni secondo – con un incremento del 15,6% rispetto all'anno precedente. L'insostenibilità della trasformazione è aggravata dalla mancanza di una compensazione adeguata: il ripristino di aree naturali, tramite interventi di rimozione di coperture reversibili - soprattutto in corrispondenza di cantieri - o rinaturazione di zone dismesse, ha infatti coinvolto solo 5,2 km² di suolo nel 2024, con un conseguente **consumo netto superiore ai 78 km²**. Il fenomeno di **impermeabilizzazione** ha interessato 12,9 km² di suolo consumato permanentemente nell'anno della rilevazione, ai quali sono da sommarsi altri 11,6 km² di aree interessate in passato da una copertura reversibile diventata, nel 2024, permanente, per un totale di **oltre 24 km²** di terreno impossibilitato a fornire servizi ecosistemici.

Consumo di suolo (km²)	**83,70**
Ripristino (km²)	5,20
Consumo di suolo netto (km²)	78,50
Consumo di suolo permanente (km²)	12,94
Consumo di suolo reversibile (km²)	70,76
Consumo di suolo al netto degli impianti fotovoltaici a terra (km²)	66,69
Impermeabilizzazione di aree già consumate reversibilmente (km²)	11,57
Impermeabilizzazione complessiva (km²)	24,50
Altre coperture del suolo non considerate consumo (km²)	6,35
Nuove aree non consumate di dimensioni inferiori ai 1.000 m² (km²)	4,55

Tabella 1. Stime nazionali del consumo di suolo, del ripristino e dell'impermeabilizzazione annuali (2022-2023). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2024 (p.26)

La valutazione dell'impatto che i cambiamenti di uso e copertura del suolo hanno sulla capacità di garantire servizi di tale complessità evidenzia l'importanza del suolo nella regolazione dei principali processi ambientali e per la biodiversità, nella produzione di cibo e materie prime e nel benessere della popolazione. La **stima economica dei costi della perdita del flusso di servizi ecosistemici** elaborata dall'ISPRA, **per il solo anno 2024, varia tra i 500 e i 610 milioni di euro**, con i **valori più alti legati alla regolazione del regime idrologico** (ovvero all'aumento del deflusso superficiale di acqua) **e alla produzione agricola** - due voci che generano un impatto notevole sul paniere di consumo della popolazione e sulla sicurezza e la resilienza ambientale.

Il costo medio annuale della trasformazione del suolo occorsa tra il 2006 e il 2024 si attesta sulla cifra di 9 miliardi di euro e, se fosse confermata la velocità media di perdita di servizi ecosistemici osservata nel periodo preso in esame anche per i prossimi sei anni, tra il 2006 e il 2030 i costi associati oscillerebbero tra i 172 e i 211 miliardi di euro.

La conseguente diminuzione di suolo naturale a disposizione provoca, inoltre, un aumento della competizione, per effetto della richiesta del comparto agricolo e del settore energetico: tra 2023 e 2024, **nelle aree di pianura si è infatti concentrato oltre l'80% del nuovo consumo di suolo**, con prevalenza proprio nelle zone vegetate a copertura erbacea e a scopi seminativi. Il ritmo con cui vengono perse - spesso irreversibilmente - aree agricole e naturali, sostituite da nuovi edifici, infrastrutture, insediamenti commerciali, logistici e produttivi è incompatibile con il perseguimento degli obiettivi di azzeramento del consumo netto di suolo. L'inefficienza di queste trasformazioni - come già si anticipava - è comprovata dal calcolo del consumo marginale di suolo, pari al rapporto tra il consumo di suolo netto e il numero di nuovi residenti: la flessione demografica attuale, con una decrescita della popolazione di 26.000 abitanti nel 2024, non accompagna il trend in aumento di artificializzazione del terreno (+ 78,50 km²): l'indicatore di consumo di suolo marginale rivela come, nel 2024, **per ogni abitante in meno si sia consumato suolo per più di 3000 m²**.

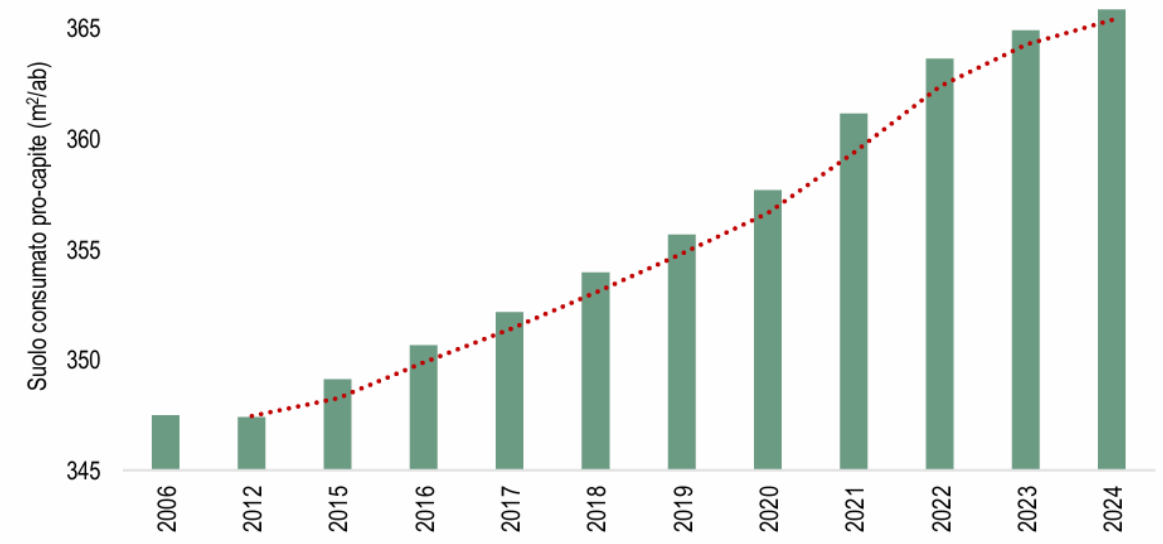


Figura 2. Suolo consumato pro capite a livello nazionale per anno (in tratteggiato rosso la media mobile (periodo: 2). Fonte: Elaborazione ISPRA su cartografia SNPA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.32)

La maggiore densità di consumo di suolo è stata nuovamente registrata – come negli anni precedenti – lungo la fascia costiera, nelle aree di pianura e nelle zone urbane e periurbane dei principali centri. Analizzando i dati ad una grana più fine, l'ISPRA evidenzia che in 15 Regioni il suolo consumato ha superato il 5% del territorio totale: i valori più elevati - superiori al 10% - sono quelli della Lombardia, del Veneto e della Campania. Questa tendenza trova conferma anche su scala provinciale, con il territorio di Monza e della Brianza coperto artificialmente al 41% e con percentuali superiori al 30% nelle province di Napoli e Milano. In termini assoluti, la città metropolitana di Roma è quella con maggiore superficie consumata (oltre 70.000 ettari), seguita da quella di Torino (quasi 59.000 ettari).

Il calcolo dell'indicatore del suolo consumato procapite consente di valutare, alla scala del singolo Comune, la **Land Use Efficiency**, ovvero il livello di utilizzo delle superfici artificiali nelle aree funzionali rubane - come definite dall'Agenzia Europea dell'Ambiente - in rapporto al numero di abitanti: bassi valori di Land Use Efficiency descrivono tipicamente aree a bassa densità di popolazione, a fronte di una diffusa artificializzazione; per converso, le aree densamente urbanizzate delle grandi città sono spesso altrettanto densamente popolate, con valori quindi elevati di Land Use Efficiency.

Categorizzando i Comuni italiani in piccoli (con meno di 5.000 abitanti), medi (tra 5.000 e 50.000) e grandi (oltre i 50.000 abitanti) e considerando che la popolazione italiana è distribuita al 50% nei Comuni medi, al 16% in quelli piccoli e per il restante 34% in quelli grandi, si osserva che **il 58% del consumo di suolo annuale netto è stato registrato nei Comuni medi, quasi il 25% in quelli piccoli e solo il 17% in quelli grandi, ad ulteriore conferma del disallineamento tra le dinamiche della popolazione e quelle della trasformazione del territorio**: i valori di Land Use Efficiency dei piccoli Comuni, infatti, sono quelli - in proporzione - più bassi.

Nelle aree più densamente popolate, delle grandi e medie città, l'aumento delle superfici artificiali racconta il progressivo aumento di fenomeni di sprawl urbano, con **i Comuni di cintura** che, indipendentemente dalla loro dimensione demografica, **sono sede di oltre il 47% del suolo consumato a livello nazionale**.

Negli ultimi decenni l'urbanizzazione ha rappresentato una delle principali cause di degrado del suolo e degli habitat e ha contribuito negativamente alla frammentazione delle aree naturali, con conseguenze purtroppo note in termini, da un lato, di riduzione della capacità dei territori di rispondere positivamente ai rischi connessi ad eventi climatici estremi e, dall'altro, di alimentazione di quelle dinamiche - quali l'aumento delle emissioni di gas serra e delle temperature - che contribuiscono ad accelerare il cambiamento climatico. Il consumo di suolo è spesso la manifestazione di un processo di trasformazione che vede le città continuare ad espandersi, sia andando a saturare gli spazi naturali nel tessuto urbanizzato, come spesso si osserva nei capoluoghi di regione, sia estendendosi

fuori dai margini del centro urbano, su terreni prima agricoli e su aree naturali, con un effetto di sfrangiamento dei margini che rende più complessa la chiara distinzione tra zone differenti e che ha portato a coniare la categoria del "**continuum urbano-rurale**".

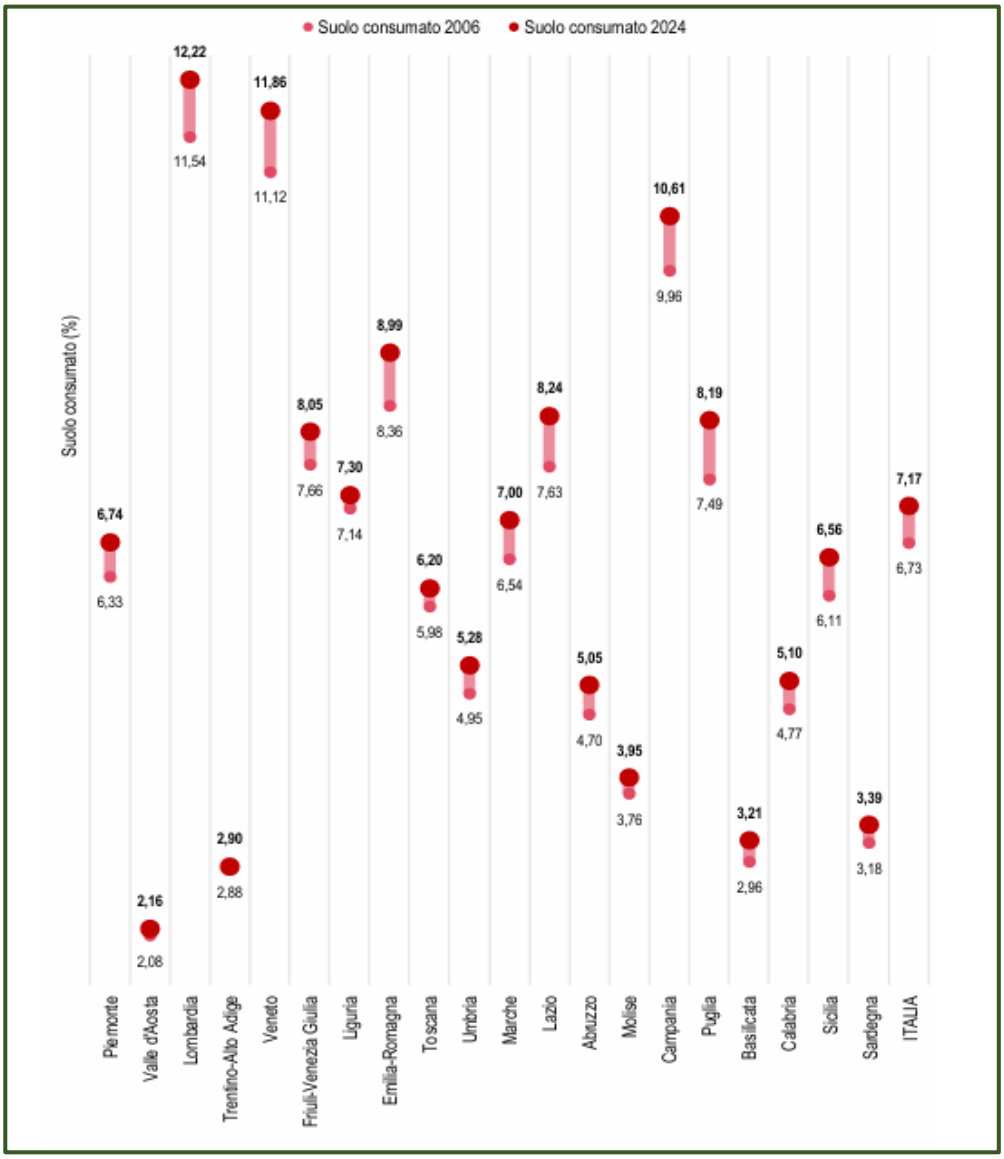


Figura 3. Percentuale di suolo consumato al 2006 e al 2024 a livello regionale e nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.43)

Il consumo di suolo, infine, influisce in modo diretto e/o indiretto su numerosi fattori responsabili dei fenomeni di **Land Degradation**, che viene ad oggi calcolato - secondo standard internazionali ancora oggetto di dibattito scientifico - sulla base di indicatori relativi alla copertura del suolo e ai suoi cambiamenti nel tempo, al contenuto di carbonio organico e alla produttività del terreno - ovvero alla capacità

di trasformazione di carbonio organico atmosferico in biomassa da parte degli organismi autotrofi. Si stima così che, **tra il 2006 e il 2024, in Italia, siano dunque stati degradati oltre 76.700 km² di suolo**; questa cifra - già estremamente elevata - potrebbe ulteriormente crescere se si prendessero in considerazione ulteriori cause di degrado, particolarmente rilevanti per il contesto italiano, quali frammentazione, contaminazione, compattazione, salinizzazione e incendi. L'ISPRA rileva pertanto la necessità di sviluppare una rete di monitoraggio nazionale sui suoli, che misuri anche gli effetti di questi fenomeni e la reale quantità di territorio effettivamente degradato.

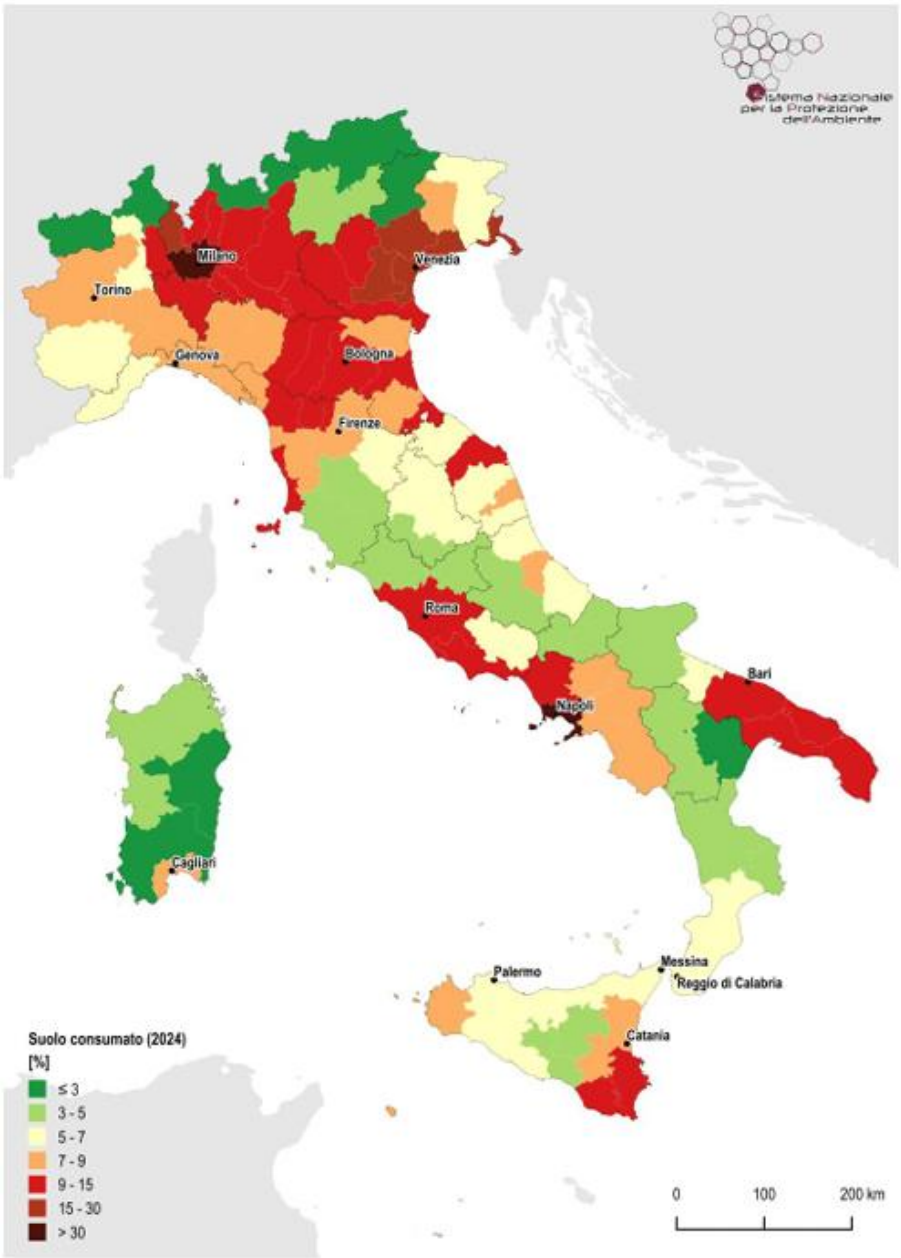


Figura 4. Suolo consumato a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.55)

In ultima analisi, le comunità intelligenti sono chiamate a occuparsi in modo proattivo del tema del consumo del suolo e della conseguente sua impermeabilizzazione al fine di:

- **Garantire la sostenibilità dei processi di trasformazione urbana**, invertendo l'attuale tendenza ad un'espansione urbana incontrollata e non concepita come una risposta ad una reale domanda abitativa e produttiva e promuovendo - grazie a una visione integrata e strategica del territorio - interventi di compensazione ambientale per bilanciare quelli di urbanizzazione strettamente necessari;
- **Preservare la capacità del suolo di generare valore ambientale, economico e sociale**, riconoscendovi una risorsa limitata e non rinnovabile, essenziale alla fornitura di servizi ecosistemici, e intervenendo quindi per ridurre sia le aree impermeabilizzate, sia i fenomeni di frammentazione e dispersione insediativa;
- **Stabilire una governance territoriale data-driven**, valorizzando i benefici connessi all'uso delle nuove tecnologie per elaborare strumenti di monitoraggio, analisi dei dati e simulazione di scenari utili a orientare le decisioni pubbliche (anche in ottica di contenimento dei fenomeni di degrado del suolo). A tal proposito, un primo importante strumento a disposizione delle smart communities è quello dell'EcoAtl@nte[9] che, attraverso la rappresentazione cartografica dei dati integrata da infografiche e descrizioni testuali, permette di accedere alle principali informazioni ambientali raccolte nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), produrre mappe personalizzate e scaricare in forma tabellare o di dataset geografico i dati raccolti, abilitandone così il riutilizzo.

[9] EcoAtlante | Viaggio nell'Ambiente in Italia

VERDE URBANO

Già nel 2013, in una Comunicazione della Commissione Europea[10], le infrastrutture verdi sono state definite come una **rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico** con altri elementi ambientali, **progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici**. I riferimenti al carattere strategico della loro distribuzione e alla funzione di preservazione dei servizi essenziali connessi al buono stato di salute del suolo evidenziano la stretta connessione tra le aree verdi, la pianificazione urbanistica e il consumo del suolo, e le rendono quindi un'altra importante declinazione del tema della gestione del suolo, trattata nelle pagine seguenti in relazione ai contenuti del già citato documento dell'ISPRA, al Quaderno *I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita*[11] del medesimo Istituto e al Report *Ambiente Urbano*[12] redatto dall'Istat sulla base dell'indagine *Dati ambientali nelle città*, riferita ai 109 Comuni capoluogo di provincia o Città Metropolitana per l'anno 2023.

La maggiore pressione dell'attività umana sull'ambiente, così come la maggiore esposizione della popolazione agli impatti della trasformazione del suolo e del clima, invita infatti a **partire dalle città per garantire un maggiore equilibrio tra urbano e naturale**, quale strategia di successo sotto il profilo ambientale, economico e sociale, in termini di miglioramento della qualità dell'aria, riduzione dell'inquinamento acustico, maggiore tenuta dell'assetto idrogeologico, mitigazione degli effetti del cambiamento climatico anche a beneficio della biodiversità e aumento dell'offerta di tipo culturale, ricreativo e paesaggistico degli spazi urbani.

[10] Comunicazione della Commissione Europea – Infrastrutture verdi: rafforzare il capitale naturale in Europa
[11] ISPRA - I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita?
[12] ISTAT – Report Ambiente Urbano Anno 2023



Una prima fotografia dello stato di diffusione delle infrastrutture verdi all'interno dei contesti urbani può essere ottenuta con il calcolo degli **indicatori di incidenza di aree verdi e di superficie vegetata su superficie urbanizzata**, a partire da immagini satellitari Sentinel-2 nell'ambito del programma Copernicus. Il primo indicatore rappresenta la quota di aree vegetate, pubbliche e private, che si trovano nell'area urbana, suburbana e all'interno di una fascia di 500 metri dall'area urbana rispetto all'area totale analizzata; il secondo, invece, esprime il rapporto tra la superficie di aree vegetate in aree urbane e suburbane rispetto alla superficie urbanizzata.

Comune	Incidenza di aree verdi (%)		Superficie vegetata su urbanizzata (%)	
	2016	2024	2016	2024
Torino	33,15	32,71	28,64	28,28
Aosta	59,20	58,46	50,10	50,63
Genova	70,25	70,45	53,59	54,03
Milano	38,24	38,89	32,75	33,64
Bolzano	65,70	65,06	50,10	49,36
Trento	74,48	74,30	57,42	56,56
Venezia	38,27	37,23	39,21	38,78
Trieste	69,16	68,77	54,67	54,03
Bologna	59,92	59,74	48,15	48,19
Ancona	79,84	79,93	60,49	60,95
Firenze	55,29	55,21	50,13	50,17
Perugia	82,89	82,96	69,17	69,44
Roma	68,69	68,33	53,64	53,70
Napoli	35,31	35,28	33,17	33,18
L'Aquila	82,52	82,84	64,77	66,62
Campobasso	76,88	76,42	66,76	66,49
Bari	56,21	56,18	48,22	48,50
Potenza	84,18	84,19	69,84	70,13

Tabella 2. Indicatori di infrastrutture verdi per i 21 capoluoghi di regione e delle province autonome per gli anni 2023 e 2024 in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.126)

Sulla totalità dei Comuni, circa l'80% ha valori di incidenza superiori all'80%, mentre il 63% ha valori di superficie vegetata superiori al 70%. Tra i capoluoghi di regione, le performance migliori sono registrate a Potenza, Perugia e L'Aquila, città nelle quali il fenomeno del consumo di suolo - seppur crescente - avanza ad una velocità inferiore rispetto a quanto accade nel Nord Italia; diversamente, a Milano, Venezia, Torino e Napoli si attestano valori inferiori al 40% - al pari di Cagliari, che in serie storica, tra il 2016 e il 2024, ha però segnato un aumento dal 25% al 30%, influenzato tuttavia dalla presenza di zone umide la cui vegetazione può variare significativamente nel tempo, portando ad un aumento dei valori dell'indice anche in assenza di una reale crescita di aree verdi. Benché, ad una prima impressione, tali valori possano indurre a guardare con ottimismo alla situazione delle infrastrutture verdi, è necessario interpretare gli indicatori in relazione alle azioni utili al perseguimento degli obiettivi di sostenibilità al 2030 e al 2050: gli **interventi di de-impermeabilizzazione e di compensazione ambientale sono infatti ancora gravemente insufficienti e spesso interessano aree del Paese nelle quali il fenomeno della copertura di suolo procede ad un ritmo contenuto**.

Inoltre, diminuendo la quantità e circoscrivendo la diffusione delle aree verdi, l'aumento dell'artificializzazione riduce il valore ecologico del suolo - ovvero la presenza di complessi ecologici adatti alla vita di specie animali e vegetali - e aumenta al contempo la fragilità ambientale e dunque la vulnerabilità a dinamiche di degradazione. Per tali ragioni, la tutela e il potenziamento delle aree verdi nelle città sono sempre più sostenute a livello europeo: come già si ricordava, la Nature Restoration Regulation impone di garantire l'azzeramento della perdita netta di spazi verdi urbani e di copertura arborea al 2030, aumentarne la superficie nazionale totale - del 3% al 2030 e del 5% al 2050 - e assicurare **almeno il 10% di copertura arborea urbana in tutte le città per il 2050**, in conformità con la Nuova strategia dell'UE per le foreste per il 2030, che fissa un target di 3 miliardi di alberi in più e chiede agli Stati membri dell'Unione di incrementare e tutelare le aree verdi anche di minore dimensione, piccoli parchi e giardini, così come giardini privati e parchi agricoli come stepping stone e anelli di connettività ecologica.

La situazione italiana rispetto a tali obiettivi è efficacemente descritta dalla rilevazione dell'Istat: **nei Comuni capoluogo, nei quali risiedono oltre 17 milioni di abitanti, l'estensione complessiva delle aree verdi urbane è di 584 km², ovvero solamente il 3% del loro territorio**, per una media di 33,3 m² di verde procapite - con valori leggermente inferiori nel caso delle Città Metropolitane. Si riscontrano, tuttavia, significative disparità: se nove capoluoghi (Verbania, Sondrio, Trento, Bolzano, Gorizia, Terni, Rieti, Isernia e Potenza) sono forniti di una dotazione di oltre 100 m² procapite, due terzi delle città considerate registrano però dati inferiori alla media nazionale e in ben dieci città (Imperia, Savona, Chieti, Andria, Barletta, Trani e Crotone, Trapani, Messina e Siracusa) non si raggiunge lo standard minimo di legge, fissato a 9 m² per ogni abitante.

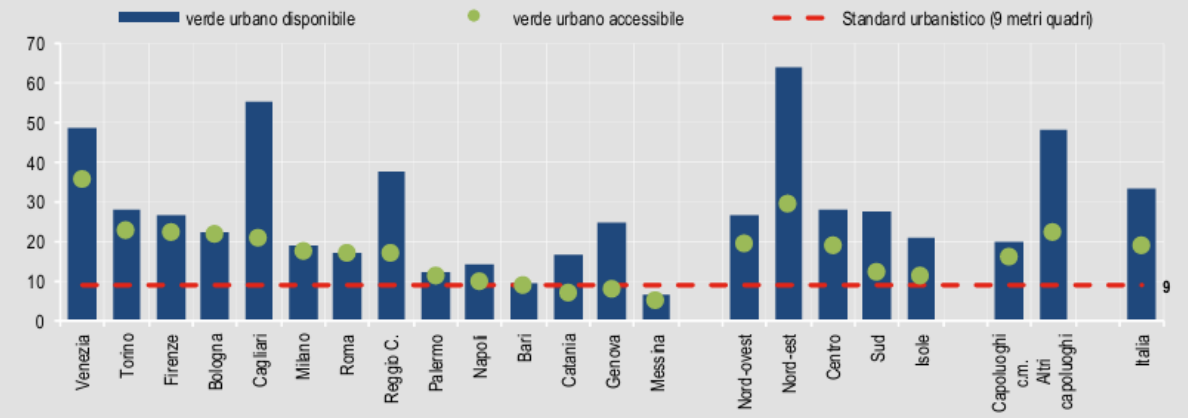


Figura 5. Disponibilità di verde urbano nei Comuni capoluogo. Anno 2023, m² per abitante. Fonte: ISTAT, Rapporto Ambiente Urbano 2023 (p.6)

La classificazione delle aree verdi consente inoltre di osservare - sul totale dei Comuni capoluogo - una prevalenza di parchi urbani (15,2%), seguiti dal verde attrezzato, che include piccoli parchi e giardini di quartiere, e dal verde storico, comprensivo di ville, parchi e giardini di interesse artistico o storico (entrambi al 10,6%). Le aree di arredo urbano, spazi a valenza estetica funzionale, coprono l'8,9% delle infrastrutture verdi, le aree verdi sportive all'aperto il 4,5% e i giardini scolastici il 3,7%. Particolarmente importanti al fine di garantire, da parte del suolo, la produzione di servizi ecosistemici sono infine le aree classificate come non accessibili, costituite da verde incolto, boschi e zone di forestazione urbana: esse coprono in media più della metà delle infrastrutture verdi (53,8%), con valori tuttavia notevolmente inferiori (20,6%) nel caso delle Città Metropolitane.

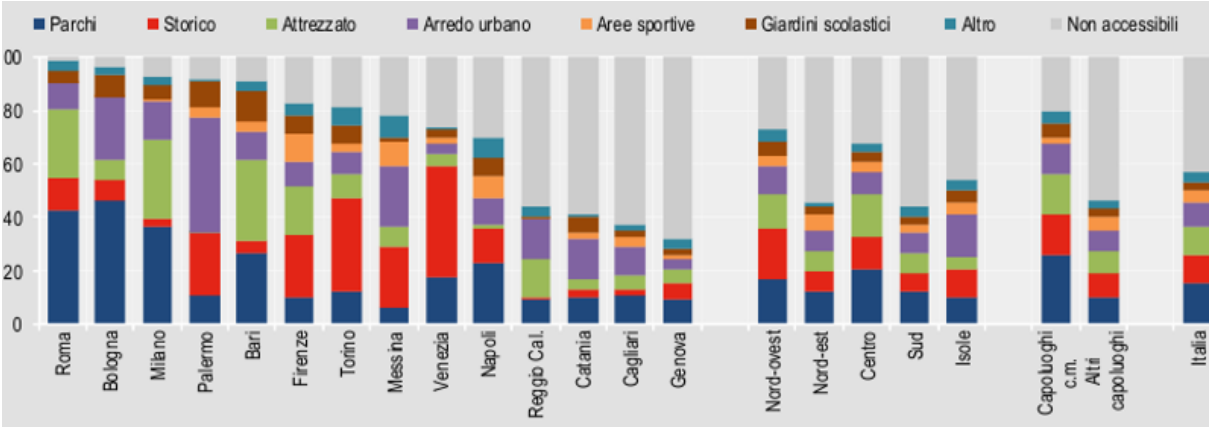


Figura 6. Tipologie di verde urbano nei Comuni capoluogo. Anno 2023, valori percentuali.
Fonte: ISTAT, Rapporto Ambiente Urbano 2023 (p.7)

Negli ultimi anni, numerosi studi e ricerche hanno confermato gli impatti positivi generati da tali aree per la mitigazione di fenomeni come quelli delle **isole di calore**, ovvero dell'aumento della differenza tra la temperatura delle aree urbane e quella delle aree circostanti in relazione alle ondate di calore che si verificano, con sempre maggiore frequenza, nei mesi estivi. Laddove il suolo è impermeabilizzato e la copertura arborea è scarsa, come nel caso di numerose grandi città, la temperatura rilevata può essere fino a 9 gradi superiore rispetto a quella registrata in aree rurali, con conseguenze negative anche per la popolazione residente: **l'OMS stima che tra il 2000 e il 2020 la mortalità dovuta alle ondate di calore sia aumentata del 94%[13], con effetti più pronunciati nelle città** - proprio in relazione al fenomeno delle isole di calore. Tra le Nature-based Solutions, gli **interventi di forestazione urbana** risultano molto efficaci poiché consentono di abbattere le temperature di 1-2 gradi e sono essenziali per provare ad abbassare le concentrazioni di PM2,5 e PM10: anche

[13] Map 1 - Trends in the incidence of heat-related mortality in Europe, 2000-2020 | 2.7 Climate risks to society | Europe's environment 2025 (EEA)

grazie alle risorse stanziate dal PNRR, nell'investimento "Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano", nel solo 2023 sono 62 i capoluoghi interessati da tali azioni, per un totale di oltre 16 milioni di m2 di verde boschivo, con prevalenza nelle regioni del Nord e nelle Città Metropolitane, già destinatarie di alcune politiche in materia presenti nel DL Clima del 2019. Si segnala inoltre che, con fondi stanziati dall'Agenzia Spaziale Italiana sul programma Innovation for Downstream Preparation - Public Administrations, è stato realizzato il **progetto MIRIFICUS**[14] (Monitoraggio degli Interventi di Riforestazione per l'Isola di Calore Urbana tramite i Satelliti), con l'obiettivo di valutare l'efficacia degli interventi di riforestazione urbana attraverso dati satellitari ad alta risoluzione relativi alla componente superficiale del fenomeno dell'isola di calore, e dunque di **rendere accessibili alla Pubblica Amministrazione dati e servizi per il monitoraggio e l'individuazione delle aree di intervento prioritarie**.

Affrontare il tema delle aree verdi non può quindi prescindere dal ragionare sulla pianificazione urbana, quale strumento strategico per perseguire l'obiettivo di accesso universale, sicuro e inclusivo agli spazi verdi pubblici fissato dall'ONU per il 2030. Negli ultimi anni, è tuttavia emerso che la **distribuzione di tali aree tende a rispecchiare disuguaglianze di tipo economico**, con il risultato di avere più verde nei quartieri con i redditi più alti, le scuole migliori e le strade più pulite. Al fine di correggere questo trend, l'ecologo forestale olandese Cecil Konijnendijk ha suggerito di ripensare la questione dell'accessibilità secondo il **parametro 3, 30, 300**[15]: la sostenibilità degli ambienti urbani potrà essere garantita se il 30% di ogni quartiere sarà verde, se nessun cittadino vivrà a più di 300 metri da un parco e se da ogni finestra si vedranno almeno tre alberi. L'applicazione di tale principio contribuirebbe significativamente a raggiungere i target stabiliti nelle regolamentazioni internazionali, e quindi a garantire una **maggiore tutela della biodiversità**, ma richiederebbe di mediare anche tra i diversi e conflittuali interessi in merito allo spazio sotterraneo, necessario tanto alle radici delle piante - auspicabilmente di quelle delle specie più adatte al clima che cambia - quanto a metropolitane, cavi e fibre ottiche. La sfida che si profila è dunque quella di riformulare in modo complessivo il rapporto tra la città e il verde: i dati Open Street Map riferiti al 2023 evidenziano infatti che **meno di un quinto della popolazione italiana ha accesso a un'area verde pubblica entro i 300 metri** - tale valore cresce a circa un terzo nel caso delle 14 Città Metropolitane, ma risulta ancora insufficiente.

[14] Monitoraggio degli interventi di riforestazione per l'isola di calore urbana tramite i satelliti – Mirificus
[15] Il diritto di abitare guardando gli alberi - Il Sole 24 ORE

Città Metropolitane	Popolazione con accesso a un'area verde pubblica							
	Open Street Map (OSM)				Urban Atlas (UA)			
	≤ 300m		≤ 400m		≤ 300m		≤ 400m	
	(n° ab)	(%)	(n° ab)	(%)	(n° ab)	(%)	(n° ab)	(%)
Torino	590.640	37,9	839.799	53,9	279.268	17,9	420.090	27,0
Genova	124.725	19,1	192.809	29,5	103.234	15,8	159.562	24,4
Milano	1.484.951	49,8	1.978.162	66,4	891.384	29,9	1.283.206	43,1
Venezia	104.030	28,3	155.779	42,3	75.664	20,6	114.489	31,1
Bologna	318.255	56,6	411.987	73,2	217.860	38,7	289.490	51,4
Firenze	247.748	39,6	347.600	55,5	163.729	26,2	239.398	38,2
Roma	994.934	29,4	1.427.518	42,2	738.062	21,8	1.031.376	30,5
Napoli	333.286	12,3	514.773	19,0	469.901	17,3	677.108	25,0
Bari	193.773	18,8	308.033	29,9	56.421	5,5	86.897	8,4
Reggio Calabria	15.958	6,3	25.114	10,0	6.830	2,7	10.101	4,0
Palermo	85.910	9,9	133.860	15,4	108.735	12,5	166.965	19,2
Messina	19.836	7,0	32.444	11,4	-	-	-	-
Catania	58.901	7,3	99.027	12,3	33.929	4,2	54.310	6,8
Cagliari	67.043	19,1	107.180	30,6	77.038	22,0	117.162	33,4
Totale	**4.639.989**	**28,2**	**6.574.084**	**40,0**	**3.222.055**	**19,6**	**4.650.153**	**28,3**

Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA, dati Istat, CLMS e OSM

Tabella 3. Abitanti (numero e percentuale sul totale dell'area urbana della città metropolitana) con possibilità di accedere ad un'area verde pubblica tramite un percorso a piedi di 300 o 400 metri con riferimento al data base Open Street Map e Urban Atlas in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2024 (p.104)

Migliorare la pianificazione può consentire di arginare i fenomeni di crescente diffusione insediativa e di densificazione delle aree urbane e garantire - al contempo - una maggiore disponibilità di spazi verdi; nella prassi pianificatoria italiana persiste, tuttavia, una difficoltà nel recepire le istanze del verde: tra il 2017 e il 2023, come rilevato dall'ISTAT, solo 27 Capoluoghi hanno modificato le previsioni urbanistiche riducendo la superficie delle aree edificabili, e sono ancora meno numerose le città che hanno approvato piani ambiziosi di inverdimento urbano. La consapevolezza della necessità - da parte della Pubblica Amministrazione - di dotarsi di strumenti di governo del capitale naturale ha spinto a inserire nella Strategia dell'UE per la biodiversità per il 2030 un invito a dotarsi di un **Piano Urbano per la Natura (PUN)**, rivolto a tutte le città con più di 20.000 abitanti.

Caratterizzati da un approccio olistico volto ad aumentare la biodiversità delle infrastrutture verdi e blu delle città, i PUN possono essere opportunamente concepiti in relazione ai PUG (Piani di Urbanistica Generale) e come strumento integrativo e complementare alle politiche di contrasto ai cambiamenti climatici, soprattutto in ottica di mitigazione e adattamento. Questi piani si contraddistinguono inoltre per la **centralità che riservano alla co-creazione**, e dunque all'attenzione al coinvolgimento di tutti i portatori di interesse nei processi di definizione di strategie adatte alle specificità di ogni città e con una visione di **sviluppo a lungo termine**; la creazione di questi documenti è spesso il risultato di gruppi di lavoro interdisciplinari composti da consulenti professionisti esterni e operatori degli uffici tecnici delle amministrazioni locali, impegnati ad elaborare anche i contributi della cittadinanza e delle associazioni locali.

Al fine di supportare la diffusione di questo strumento pianificatorio, la Commissione Europea ha redatto il documento "*Urban Greening Plans. Guidance for cities to help prepare an Urban Greening Plan*[16]", nel quale il processo di creazione del PUN è sintetizzato nelle 10 fasi seguenti:

1. Assicurare un impegno politico di lungo termine;
2. Istituire la struttura di lavoro;
3. Avviare il processo di co-creazione;
4. Sviluppare la visione e gli obiettivi di lungo termine;
5. Analizzare lo stato corrente della natura e della biodiversità;
6. Definire indicatori e target;
7. Concordare su priorità, azioni, responsabilità, scadenze e modalità di finanziamento;
8. Sviluppare la strategia di comunicazione, educazione e sensibilizzazione pubblica;
9. Stabilire il sistema di monitoraggio, reporting e valutazione;
10. Approvare, pubblicare e attuare il piano.



Così concepiti, i Piani Urbani per la Natura sono strumenti di pianificazione estremamente utili: essi infatti non solo descrivono da un punto di vista quantitativo e qualitativo la aree verdi delle città, ma presentano analisi relative alla loro accessibilità e fruibilità da parte della popolazione, consentendo quindi di identificare obiettivi strategici e migliorare l'efficienza e la sostenibilità della gestione del patrimonio verde urbano, valutando anche l'adozione di soluzioni tecnologiche innovative a supporto dei decisori politici. Perché, tuttavia, i PUN possano diffondersi capillarmente, non rimanere isolate buone pratiche di "solipsismo green" e generare un impatto significativo in termini di miglioramento della gestione del verde pubblico dipenderanno, sarà necessario riconoscere loro una natura cogente e non di mero indirizzo, farne - ovvero - una invariante della pianificazione urbanistica, soggetta ad attività di monitoraggio secondo criteri condivisi.

[16] Urban Nature Platform - Environment - European Commission

Le Smart Communities sono chiamate ad agire in favore del verde pubblico al fine di:

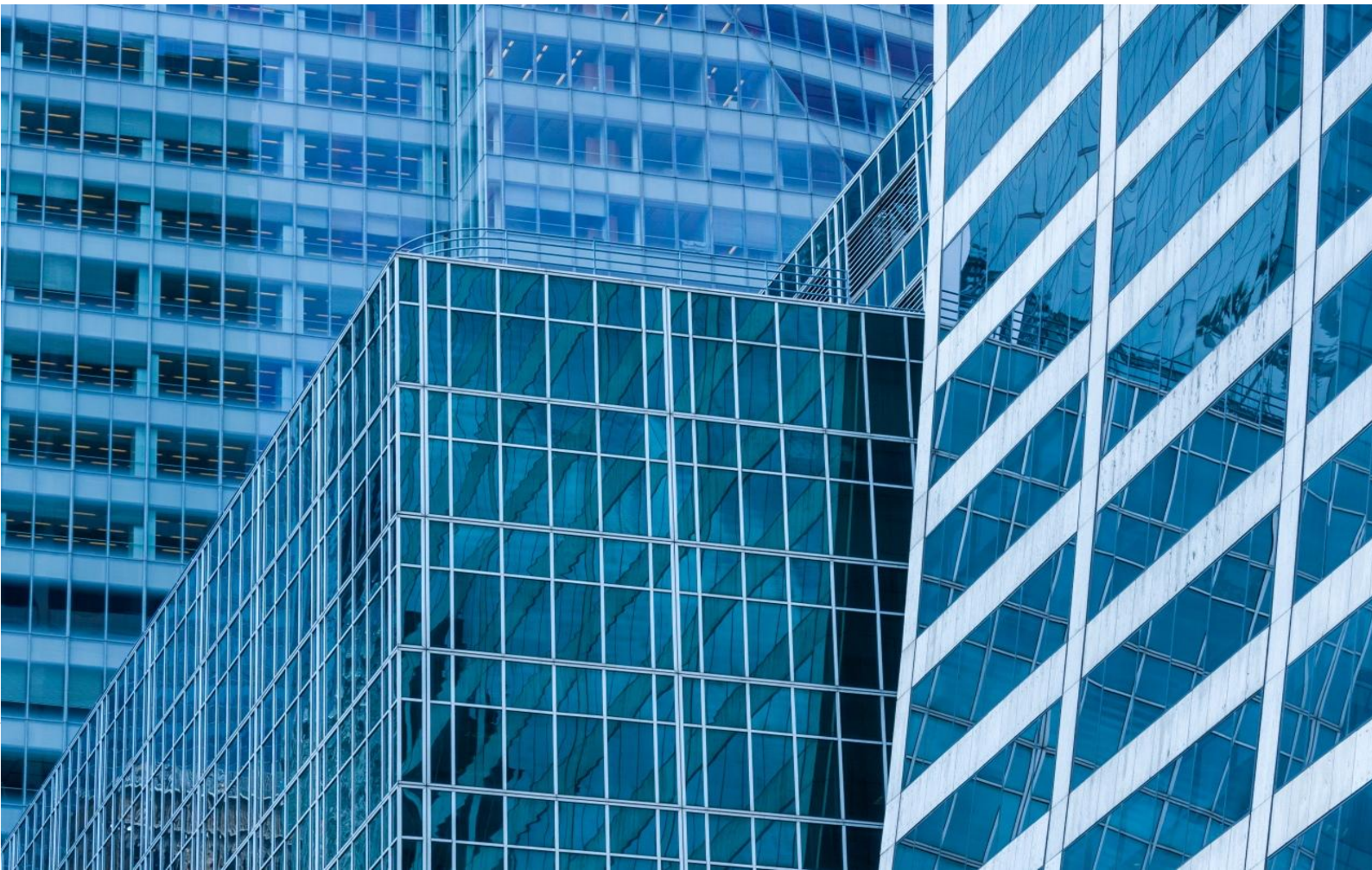
- **Mitigare gli effetti del cambiamento climatico nelle città**, valorizzando le infrastrutture ecologiche in relazione alle loro capacità di regolazione climatica, protezione della biodiversità e riduzione degli impatti connessi all'effetto isola di calore
- **Migliorare la qualità della vita**, grazie a spazi accessibili ed equamente diffusi su tutto il territorio cittadino (anche secondo il principio 3, 30, 300), capaci di ridurre l'inquinamento atmosferico e acustico e offrire opportunità ricreative e culturali, tramite le quali prendersi cura della salute del corpo e della mente
- **Stimolare sinergie tra la partecipazione civica e l'innovazione tecnologica**, rafforzando così nei cittadini e negli amministratori pubblici il senso di appartenenza alla propria città e sperimentando gli impatti di nuovi strumenti sugli ecosistemi e su coloro che li abitano. Questo binomio è essenziale per superare la frammentazione delle politiche urbane e tutelare efficacemente il verde come un'invariante della pianificazione.

PIANIFICAZIONE DEGLI SPAZI E DEI LAVORI DI MANUTENZIONE

Esposte le ragioni per le quali è non solo opportuno, ma anche urgente correggere l'attuale trend di consumo del suolo e provare a raggiungere i target stabiliti dai Sustainable Development Goals, si rende necessaria un'attenta riflessione sul tema della pianificazione dell'uso del territorio.

Pianificare opportunamente è, infatti, la prima azione correttiva da mettere in campo per arginare il fenomeno di sfrangiamento irregolare precedentemente descritto: orientando l'utilizzo degli spazi urbani, del paesaggio e dell'ambiente attraverso strumenti normativi come il Piano Regolatore Generale (PRG) e il Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) adoperati per la definizione delle destinazioni d'uso del suolo - residenziale, produttivo, verde, infrastrutturale, ecc. - è possibile limitare gli effetti negativi del cambiamento climatico, così come intervenire per contrastare disparità sociali, migliorare la vivibilità dell'ecosistema cittadino e valorizzarne il patrimonio culturale, storico e ambientale.

La dettagliata analisi sulle cause del consumo di suolo del già citato rapporto dell'ISPRA consente di individuare gli ambiti di intervento da prioritizzare al fine di una migliore pianificazione. Esaminando i dati in serie storica, si osserva che tra il 2006 e il 2024 in Italia sono stati consumati 1.409 km² di suolo naturale o seminaturale, **prevalentemente a causa dell'espansione urbana, con la costruzione di edifici (16% del totale), strade e piazzali in asfalto e cemento**.



Sistema di classificazione del consumo di suolo		Consumo di suolo 2006-2024 (ha)	Ripartizione consumo di suolo per classe 2006-2024 (%)
1	**Consumo di suolo**	**140.909**	**100,0**
1xx	**(non classificato)**	**28.867**	**20,5**
11	**Consumo di suolo permanente**	**49.234**	**34,9**
111	Edifici, fabbricati	22.644	16,1
112	Strade pavimentate	10.538	7,5
113	Sede ferroviaria	282	0,2
114	Aeroporti	171	0,1
115	Porti	59	0,0
116	Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate	12.017	8,5
117	Serre permanenti pavimentate	175	0,1
118	Discariche	913	0,6
11x	(altro consumo permanente non classificato)	2.435	1,7
12	**Consumo di suolo reversibile**	**62.808**	**44,6**
121	Strade non pavimentate	1.777	1,3
122	Cantieri e altre aree in terra battuta (piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)	34.505	24,5
123	Aree estrattive non rinaturalizzate	6.965	4,9
124	Cave in falda	621	0,4
125	Impianti fotovoltaici terra	17.573	12,5
126	Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali	262	0,2
12x	(altro consumo reversibile non classificato)	1.105	0,8

Tabella 4. Classi di consumo di suolo tra il 2006 e il 2024. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.134)

L'accelerazione di questo fenomeno negli ultimi sei anni richiede che tale tendenza sia arginata elaborando misure di contenimento più efficaci e definendo un quadro normativo di riferimento più specifico e stringente, soprattutto per le principali (e più dinamiche) città italiane, nelle quali la percentuale di nuovi cantieri, parcheggi o piazzali impermeabilizzati è di molto superiore a quella media calcolata su scala nazionale - dato da interpretare considerando, inoltre, che spesso i nuovi cantieri sono legati alla costruzione di nuovi edifici e si tramuteranno quindi in suolo definitivamente impermeabilizzato.

Al 2024, le aree edificate - coperte dunque da edifici e fabbricati - sono responsabili di più del 25% del totale di suolo consumato e interessano 5.425 km², l'equivalente dell'intera Liguria. A livello regionale, la Lombardia presenta la massima superficie coperta da edifici (circa 842 km²) e il massimo incremento di suolo ascrivibile a questa classe rispetto all'anno della precedente rilevazione, mentre il Veneto è la regione in cui le aree edificate occupano massima estensione in termini percentuali e i valori di superficie edificata in relazione al numero di abitanti sono più alti. Una migliore pianificazione dell'uso territoriale è essenziale per garantire un consumo di suolo proporzionato ai fabbisogni della popolazione residente: più di due terzi degli edifici ricadono in aree urbane a media densità

(34,6% del totale) e ad alta densità (32,8%), ma - come già riscontrato - **fenomeni come quello dello sprawl rendono sempre più difficile distinguere con chiarezza l'urbano dal rurale**, e possono portare a sottostimare le conseguenze del consumo crescente di suolo in aree di nuova urbanizzazione. Le rilevazioni evidenziano invece che, tra il 2006 e oggi, il 54% del consumo di suolo è avvenuto in aree suburbane e più del 36% in aree rurali: nel Nord, Centro-Nord e nelle regioni tirreniche, si tende ad incrementare lo sviluppo spaziale del tessuto insediativo, densificando nuclei urbani consolidati e diffondendo nuove superfici artificiali in prossimità dei margini; al Sud, invece, si osserva più tipicamente una dinamica di dispersione insediativa.

La pianificazione urbana è dunque chiamata ad invertire l'attuale tendenza al consumo di suolo, che si esprime in tre macro-direzioni: la **saturazione degli spazi liberi interclusi nelle aree già artificializzate**, l'**addizione a nuclei consolidati** e la **dispersione nei contesti prevalentemente naturali**. Tali fenomeni possono essere ricondotti ad alcune categorie di intervento sul territorio che devono essere regolamentate all'interno dei piani: accanto alle aree edificate, la cui concentrazione è in aumento anche in zone a pericolosità sismica, idraulica o da frana, i principali responsabili del consumo crescente di suolo sono infatti i **cantieri** e le **infrastrutture** - che in Emilia Romagna e Piemonte registrano i valori più alti in termini assoluti a livello nazionale e trend in crescita - e i **poli logistici** - che hanno interessato 504 ettari di superficie nell'ultimo anno e che, dal 2006 ad oggi, hanno trasformato la geografia del Nord Est, del Nord Ovest e del Centro, in relazione all'espansione dell'indotto produttivo e industriale, connesso soprattutto alla grande distribuzione e alla diffusione di nuovi modelli di vendita online.



Sempre più significativi sono anche gli impatti connessi alla diffusione di **impianti fotovoltaici a terra**, che interessano quasi 18.000 ettari di territorio nazionale con una distribuzione elevata in Puglia, Emilia Romagna e Lazio e recenti aumenti significativi in Veneto, Piemonte e Sicilia; le stime degli studi ISPRA suggeriscono che possano esserci tra i 760 e i quasi 1000 km² di superfici disponibili sui tetti degli edifici - escludendo quelli nei centri storici - che, con il supporto dei decisori pubblici, potrebbero ospitare nuovi impianti con una potenza totale compresa tra i 70 e i 91 GW, utili a coprire l'aumento di energia rinnovabile complessiva previsto entro il 2030. Se tale soluzione consentirebbe di raggiungere importanti obiettivi ambientali senza aumentare il consumo netto di suolo, parallelamente è opportuno rilevare - dal punto di vista della pianificazione - che a livello nazionale, con l'investimento 1.1 all'interno della Missione 2 Componente 2 del PNRR, si è sostenuta la realizzazione di **sistemi agrivoltaici di natura sperimentale**: l'agrivoltaico prevede la combinazione, sulla stessa unità di suolo, della produzione agricola e della generazione energetica da fotovoltaico, ed è dunque altamente strategico per coniugare la tutela ambientale e la diffusione delle rinnovabili, preservando le funzioni primarie del terreno e stimolando soluzioni tecnologiche innovative capaci di perseguire questa duplice finalità.


Copyright: Ryzhkov Aleksandr, Autore: Ryzhkov Aleksandr

Nonostante i benefici connessi a tale approccio, comprovati a livello internazionale, l'implementazione dell'agrivoltaico incontra ancora numerose resistenze a causa dell'impatto visivo dei pannelli disposti a parziale copertura del suolo; tale evidenza porta all'attenzione una rilevante declinazione delle sfide connesse al soil management: la percezione personale e collettiva della degradazione di un paesaggio è infatti fortemente

influenzata dagli aspetti di carattere visivo che spesso si traducono non in una forma di avversione a determinati interventi valutati positivamente dai cittadini - come quelli connessi alla produzione di energia da fonti rinnovabili - ma in una preferenza per la loro realizzazione in un luogo lontano dalla loro proprietà, secondo il principio ormai noto come "***not in my backyard***".

In fase di pianificazione, è dunque opportuno tenere in considerazione anche le questioni legate all'impatto visivo, che può essere quantificato con l'**indice di visibilità di suolo consumato**, calcolato come la percentuale di spazio occupato dal suolo consumato rispetto al campo visivo dinamico dell'osservatore. Edifici e cantieri presentano la copertura più omogenea a livello nazionale, ma sul piano dell'impatto visivo sono le infrastrutture viarie, le aree cantieristiche e gli impianti fotovoltaici a registrare i valori più alti nell'indicatore: promuovere interventi sostenibili significa dunque **supportare trasformazioni del paesaggio che valorizzino il potenziale ecologico di uno specifico ecosistema**, preferendo coperture del suolo non permanenti, azioni di ripristino e soluzioni che preservino le funzioni essenziali del terreno senza comprometterne la percezione umana.

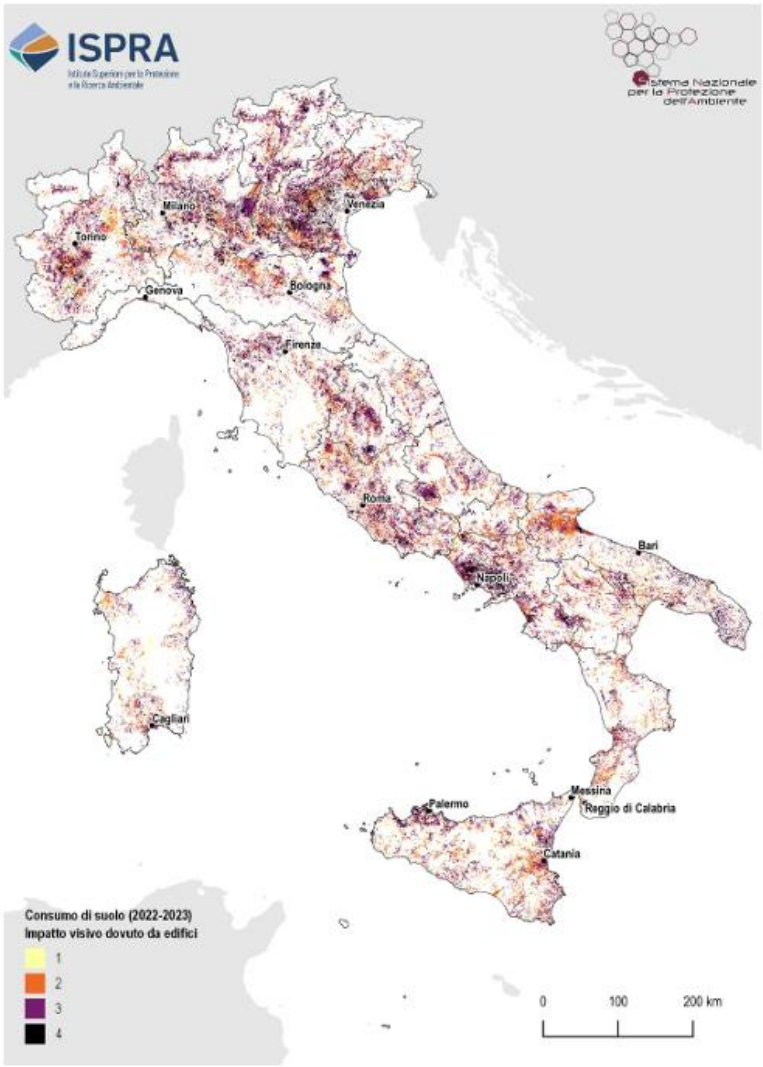


Figura 7. Mappa nazionale dell'indice di visibilità associato ai nuovi edifici.
Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2024 (p.179)

Pianificare gli spazi in contesti urbani e periurbani con l'obiettivo di migliorare l'attuale gestione del suolo porta inoltre a dover affrontare le criticità connesse al fenomeno di **frammentazione** del territorio, il processo a causa del quale la superficie degli ambienti naturali e seminaturali si sta progressivamente riducendo a causa dell'espansione delle città e dello sviluppo delle reti infrastrutturali: l'aumento dell'isolamento di tali aree si traduce in una riduzione della connettività ecologica e di conseguenza della resilienza degli habitat e della loro capacità di fornire servizi ecosistemici. L'indice **Effective Mesh-Density** è utilizzato a livello europeo per misurare - su una scala in cinque classi - l'ostacolo al movimento dovuto alla presenza sul territorio di cosiddetti "elementi frammentanti", ovvero barriere fisiche - incluso il suolo consumato - presenti nel raggio di 1 km².

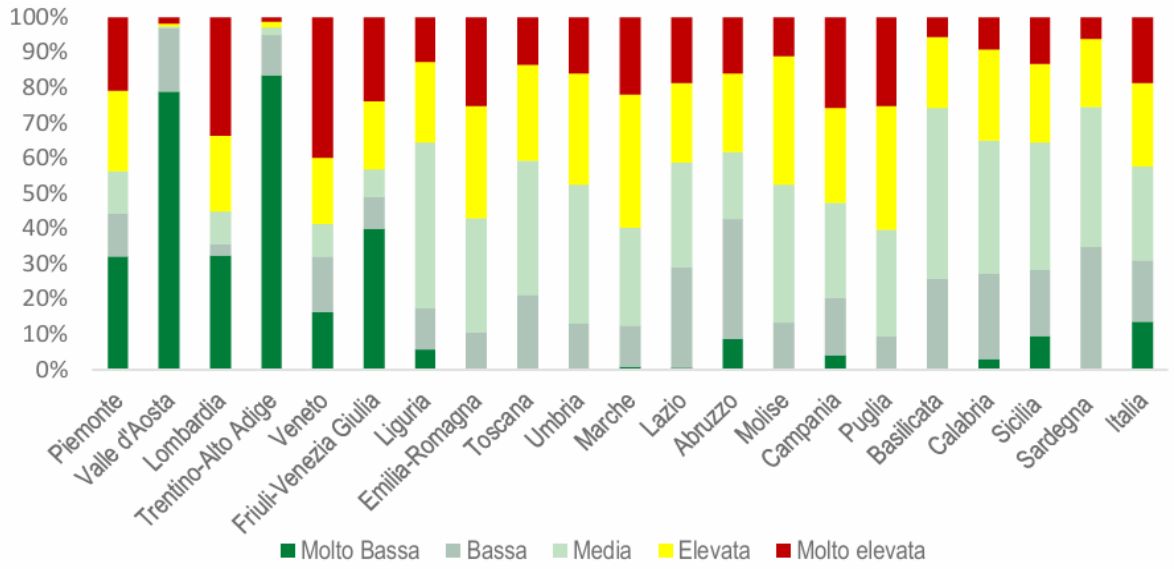


Figura 8. Composizione percentuale del territorio regionale rispetto alle cinque classi di frammentazione (2024). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Rapporto 2025 (p.220)

Come emerge dalla rilevazione, le aree a frammentazione molto bassa coincidono con gli ecosistemi a più alto grado di naturalità, ed in particolar modo con le regioni dell'arco alpino per l'ampia presenza di aree montane; per contro, le aree di costiera e di pianura, così come quelle maggiormente urbanizzate, registrano elevati livelli di frammentazione: **Lombardia e Veneto sono le regioni con le percentuali di aree molto frammentate più alte**, a causa soprattutto dell'alto tasso di urbanizzazione anche in contesti a bassa e media densità. Nel complesso, oltre il 40% del territorio nazionale è a frammentazione elevata o molto elevata, con un aumento - dal 2006 ad oggi - in tutte le regioni, ad eccezione della Valle d'Aosta, e una significativa riduzione delle aree a frammentazione bassa in 14 casi su 20: **l'inversione di questa tendenza è possibile solamente attraverso processi di pianificazione territoriale orientati alla conservazione e alla creazione di nuovi corridoi biologici** essenziali per

preservare la biodiversità e per accrescere la resilienza degli ecosistemi, che in tutta Europa, con circa l'80% del territorio utilizzato per insediamenti, infrastrutture e sistemi di produzione (agricoltura e silvicoltura), risulta particolarmente fragile.

Il fenomeno della frammentazione è inoltre particolarmente rilevante poiché influenza direttamente la classificazione del continuum urbano-rurale, sulla base del quale è calcolato l'indicatore 11.3.1 degli SGDs, relativo alla **Land Use Efficiency**: confrontando il tasso di variazione del consumo di suolo con il tasso di variazione della popolazione in un intervallo di tempo di 10 anni (2011 - 2021), si è così osservato che il 56% dei Comuni italiani ha registrato un aumento di territorio consumato a fronte di una riduzione della popolazione: la pianificazione degli spazi urbani è dunque chiamata a riequilibrare i rapporti tra demografia e processi di infrastrutturazione, da un lato tutelando maggiormente le aree di suolo non coperte e dall'altro garantendo la vivibilità delle città, sempre più interessate dagli effetti del cambiamento climatico - come ondate di calore ed eventi meteorologici estremi. I processi di urbanizzazione sono infatti, come già citato, tra le principali cause dell'aumento del degrado del suolo e degli habitat e negli ultimi anni hanno portato ad un'espansione delle città su terreni agricoli e aree naturali e a una saturazione degli spazi liberi interclusi in tessuti già artificializzati: **la mappatura delle destinazioni d'uso degli spazi e il monitoraggio in serie storica dei cambiamenti intercorsi sono fondamentali per individuare i contesti a maggiore rischio e quelli nei quali avviare processi di ripristino ecologico**.

Le metriche della Landscape Ecology possono supportare nell'analisi morfologia delle aree urbane: il calcolo della Edge Density (ED) permette così di valutare la complessità e il grado di frammentazione dei margini urbani, attraverso il rapporto tra il perimetro e la superficie del costruito, mentre l'indice di dispersione (ID) misura la densità del costruito mettendo in relazione l'estensione delle aree a medio-bassa densità, comunemente definite suburbane, sul totale, calcolato come la somma delle precedenti e di quelle ad alta densità. In Italia, entrambi gli indicatori rafforzano le considerazioni precedentemente esposte e restituiscono un quadro caratterizzato dalla **densificazione dei nuclei urbani**, anche nelle aree urbanizzare a bassa e media densità.

La pianificazione dell'uso del suolo è dunque uno dei processi più efficaci per **facilitare l'adattamento locale ai cambiamenti climatici e quantomeno rallentare tali trasformazioni**, e contribuisce a ridurre i rischi ambientali - come frane, incendi e inondazioni - per lo sviluppo territoriale. L'adozione di un **approccio a quadrupla elica**, nel quale siano valorizzate - accanto a quelle della Pubblica Amministrazione - le prospettive dei centri di ricerca, del settore produttivo e della cittadinanza rappresenta tanto una sfida quanto un'opportunità per sensibilizzare tutta la società civile sulle questioni relative al consumo del suolo, all'accessibilità e alla sicurezza urbana e co-progettare soluzioni innovative che tutelino tutti gli interessi, inclusi quelli di carattere ambientale.

Il dialogo tra questi attori consente inoltre di contrastare il nuovo consumo di suolo, grazie ad una **mappatura delle infrastrutture esistenti e dei fabbisogni futuri** che potrebbe orientare verso il riutilizzo e il ripristino di aree già coperte in alternativa alla costruzione su superfici naturali o agricole adiacenti le aree urbane.

Parallelamente, il tema della pianificazione nella gestione degli spazi richiede anche una **migliore programmazione dei lavori su strade, reti idriche ed energetiche e telecomunicazioni**, che sono tipicamente oggetto di interventi di manutenzione e ammodernamento e dalle quali dipende il regolare funzionamento dell'ecosistema cittadino. Le tecnologie avanzate attualmente disponibili abilitano un monitoraggio costante delle condizioni delle infrastrutture - e al contempo la raccolta di dati sullo stato del sottosuolo - e consentono già la manutenzione predittiva e un intervento più rapido in caso di emergenza, permettendo così di ridurre, ad esempio, gli scavi ripetuti che spesso portano operatori e gestori di servizi differenti ad intervenire sulla stessa porzione di strada in tempi ravvicinati, causando continue aperture e ripristini di suolo, limitando altresì i costi economici e ambientali associati alle attività di cantiere.

La programmazione degli interventi è inoltre utile per migliorare la gestione dell'impermeabilizzazione del suolo: nel corso dei lavori possono infatti essere introdotte soluzioni - come sistemi di drenaggio - o ripristinate aree verdi per supportare uno dei principali servizi ecosistemici, ovvero quello di assorbire e trattenere l'acqua piovana, e a mitigare il rischio di allagamenti, sempre più frequenti in relazione a **fenomeni estremi** come i flash flood connessi al cambiamento climatico.

L'impegno delle Smart Communities per una migliore pianificazione degli spazi urbani è essenziale per tutelare il suolo e gli ecosistemi che esso ospita, attraverso misure strategiche volte a:

- **Rafforzare modelli di governance collaborativa** - sulla base di modelli a quadrupla elica - per integrare lo sviluppo urbano e la resilienza climatica e migliorare l'accettabilità sociale degli interventi promossi per contrastare il fenomeno della frammentazione territoriale;
- **Stimolare l'implementazione di nuove tecnologie** - a partire dalla sensoristica ambientale - per monitorare le condizioni del suolo e delle infrastrutture permanenti e temporanee costruite e individuare aree adatte al ripristino;
- **Promuovere la rigenerazione attraverso una manutenzione puntuale e interventi di riqualificazione** di aree marginalizzate o deteriorate, ottimizzando inoltre l'uso delle risorse pubbliche impegnandole in lavori coordinati che riducano inefficienze e limitino al minimo il nuovo consumo di suolo.

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Tra i principali fenomeni correlati ai trend di copertura e consumo di suolo precedentemente descritti, il dissesto idrogeologico rappresenta un tema particolarmente rilevante - in termini di impatti sulla popolazione, sui centri abitati, sui beni culturali e sul tessuto economico produttivo - per il contesto italiano, nel quale la propensione naturale a tale rischio è stata aggravata da una marcata antropizzazione, non sempre allineata ai princìpi della corretta pianificazione territoriale. **Ad oggi sono 7.463 i Comuni soggetti a rischio frane, alluvioni, valanghe e/o erosione costiera, pari al 94,5% del numero totale**: 11 Regioni (Valle D'Aosta, Trentino Alto Adige, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo, Molise, Basilicata e Calabria) hanno il 100% di Comuni interessati da aree a pericolosità da frana elevata e molto elevata (P3-P4), idraulica media, erosione costiera e/o aree valanghive, e altre 7 (Lazio, Friuli-Venezia Giulia, Sicilia, Puglia, Sardegna, Piemonte, Campania) registrano una percentuale di enti locali interessati maggiore del 90%, contribuendo così a delineare la situazione rappresentata nel grafico proposto dall'ISPRA nel rapporto *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - edizione 2024*[17].

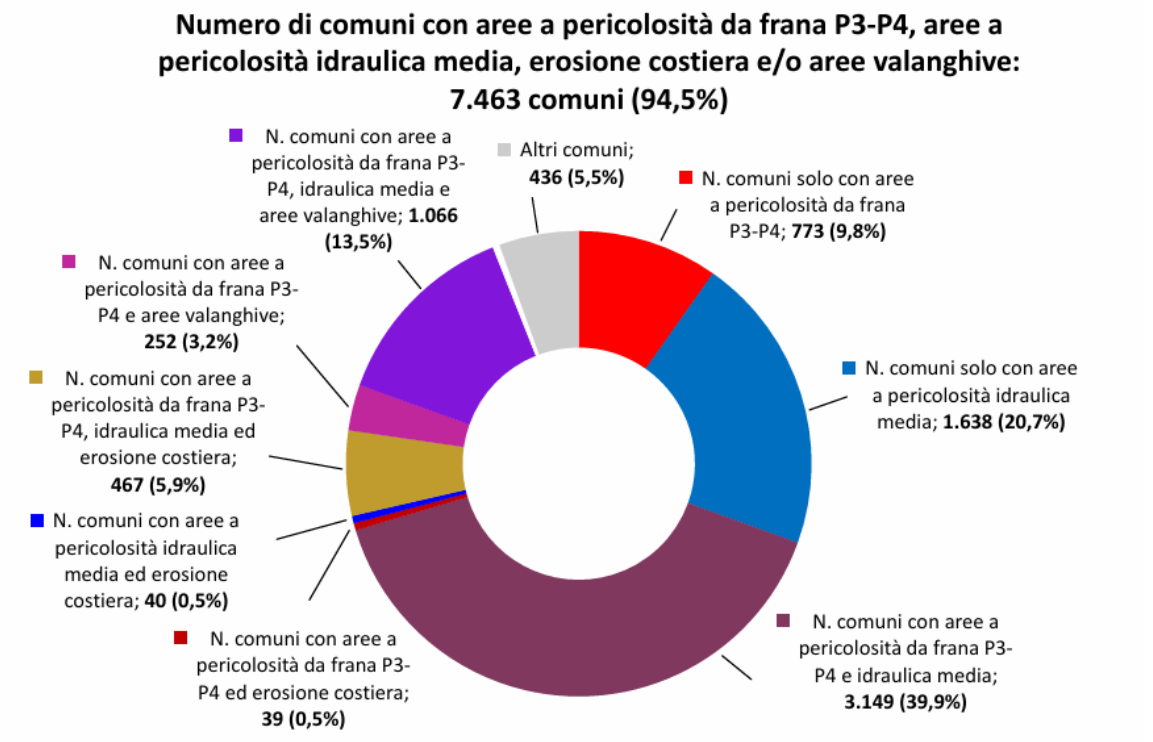


Figura 9. Numero di comuni con aree a pericolosità da frana P3-P4, idraulica media, erosione costiera e/o valanghe. Fonte: Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizione 2024 (p. 147)

[17] ISPRA - Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio. Edizione 2024

In termini di superficie, questi dati si traducono in altri preoccupanti valori numerici: **il 19,2% del territorio italiano** (ovvero 57.924 km²) **è classificato a maggiore pericolosità per frane e alluvioni** - con oltre 636.000 frane rilevate in serie storica, pari a due terzi del totale a livello europeo; **934 km di litorali sono interessati dal fenomeno dell'erosione** (il 27% delle spiagge attuali) e **9.283 km² di territorio montano sono a rischio valanghe**. L'abbandono delle aree rurali montane e collinari conseguente all'espansione delle grandi città ha determinato il mancato presidio e manutenzione di territori attualmente indeboliti anche da fenomeni connessi al cambiamento climatico, quali lo scioglimento dei ghiacciai e dei depositi nevosi, gli aumenti delle temperature, dei livelli del mare e degli eventi meteorologici estremi. Affrontare le questioni connesse ai rischi di tipo idrogeologico significa dunque ricominciare a prendersi cura della salute del suolo: solo in questo modo sarà possibile **ridurre sia il numero di persone residenti in aree ad elevato rischio frane e alluvioni (rispettivamente 1,28 e 6,8 milioni di abitanti), sia i costi connessi alla perdita del flusso di servizi ecosistemici - che oscilla tra i tra i 500 e i 610 milioni di euro nel 2024**, con il valore più alto associato proprio al servizio di regolazione del regime idrologico prodotto dal consumo di suolo.

Frane

I fenomeni franosi, dovuti al movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante, sono - come già anticipato - molto diffusi in Italia: l'instabilità dei pendii è dovuta sia al frequente e diffuso affioramento di litotipi limo-sabbiosi e/o argillosi, con scadenti caratteristiche di resistenza meccanica, sia ad una debolezza strutturale delle formazioni rocciose a comportamento rigido, che sono spesso interessate da faglie e altre tipologie di discontinuità. Il censimento di tali eventi secondo modalità standardizzate e condivise è curato dall'**Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia** (IFFI)[18], che costituisce un database approfondito, costruito integrando più metodologie - dal rilevamento al confronto con i dati storici e all'aerofotointerpretazione - per lo studio del rischio legato a tale problematica del suolo, che interessa un'area di 25.000 km², pari all'**8,3% del territorio nazionale**.

Per il 28% del totale, le frane sono fenomeni a cinematismo rapido - come crolli, colate di fango e detrito - caratterizzati da velocità elevate, fino ad alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane; altrettanto importanti sono movimenti di colate lente e scivolamenti rotazionali o traslativi, che - pur essendo caratterizzati da velocità moderate - possono causare danni importanti a centri abitati e alle principali infrastrutture di comunicazione. Ad innescare tali eventi sono tipicamente le **precipitazioni brevi e Intense, quelle persistenti e i terremoti,** ma negli

[18] IFFI - Inventario dei fenomeni franosi in Italia

ultimi decenni sono diventati particolarmente rilevanti anche i **fattori antropici correlati al consumo di suolo, come tagli stradali, scavi e sovraccarichi dovuti a edifici, e quelli connessi al cambiamento climatico**, che - causando un aumento della temperatura - portano tanto all'aumento degli eventi pluviometrici estremi, quanto alla degradazione del permafrost e all'aumento dei fenomeni di instabilità e, seppur in modo indiretto, ad un incremento della frequenza di incendi associato a periodi prolungati di siccità che privano il suolo della sua naturale copertura vegetale e lo rendono più vulnerabile all'attivazione di frane superficiali.

Benché i fattori scatenanti siano noti, **l'analisi della pericolosità da frana** - calcolata come la probabilità di occorrenza di un fenomeno potenzialmente distruttivo, di una determinata intensità in un dato periodo e in una specifica area - **è complessa, a causa della mancanza di informazioni relative alle date di attivazione delle frane**; per questo motivo, spesso si ricorre alla stima della suscettibilità o pericolosità in termini spaziali: le aree così individuate rientrano - come zone di possibile evoluzione di fenomeni in corso o di nuovi eventi franosi - nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), che costituiscono uno strumento fondamentale per una pianificazione che rispetti i vincoli geomorfologici e le regolamentazioni d'uso del territorio. La mosaicatura dell'Italia in relazione alla pericolosità da frana consente di **classificare il suolo in quattro classi di rischio, calcolato secondo la formula *R = P x E x V***, dove R è il rischio, P la pericolosità, E gli elementi esposti e V la vulnerabilità:

- **P4 - molto elevata**: in queste aree sono possibili unicamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, quelli strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie o di volume e senza cambiamenti di destinazione d'uso. Possono essere realizzate opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi e di siti contaminati, azioni di manutenzione ordinaria e straordinaria e di restauro conservativo dei beni culturali, nuove infrastrutture lineari e a rete quando dichiarate essenziali e non delocalizzabili. In questa classe rientrano 10.598 km² di suolo italiano, pari al 3,5% del territorio nazionale;
- **P3 - elevata**: oltre a quelli ammessi nelle aree a categoria P4, sono qui consentiti anche gli interventi di ampliamento di edifici esistenti per adeguamento igienico-sanitario e la realizzazione di impianti di trattamento delle acque reflue. 18.203 km² (6% del totale nazionale) sono classificati come P3;
- **P2 - media**: per i 18.074 km² (circa il 6% della superficie italiana) compresi in questa classe, sono ammissibili tutti gli interventi previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, solitamente a seguito di uno studio di compatibilità volto a garantire che sia preservata la sicurezza, non si determinino condizioni di instabilità e non si modifichino negativamente i processi geomorfologici nell'area interessata;
- **P1 - moderata**: ogni tipologia di intervento prevista dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica è ammessa per questi 15.489 km² di territorio italiano - il 5,1% del totale nazionale.

La **superficie complessiva delle aree a pericolosità da frana è pari a 69.530 km²** (23% del territorio nazionale): Toscana, Emilia-Romagna, Valle d'Aosta, Campania, Sardegna, Piemonte, Abruzzo, Lombardia e la Provincia Autonoma di Trento sono le regioni con le maggiori aree (in km²) a pericolosità elevata P3 e molto elevata P4, come si evince dalla figura seguente.

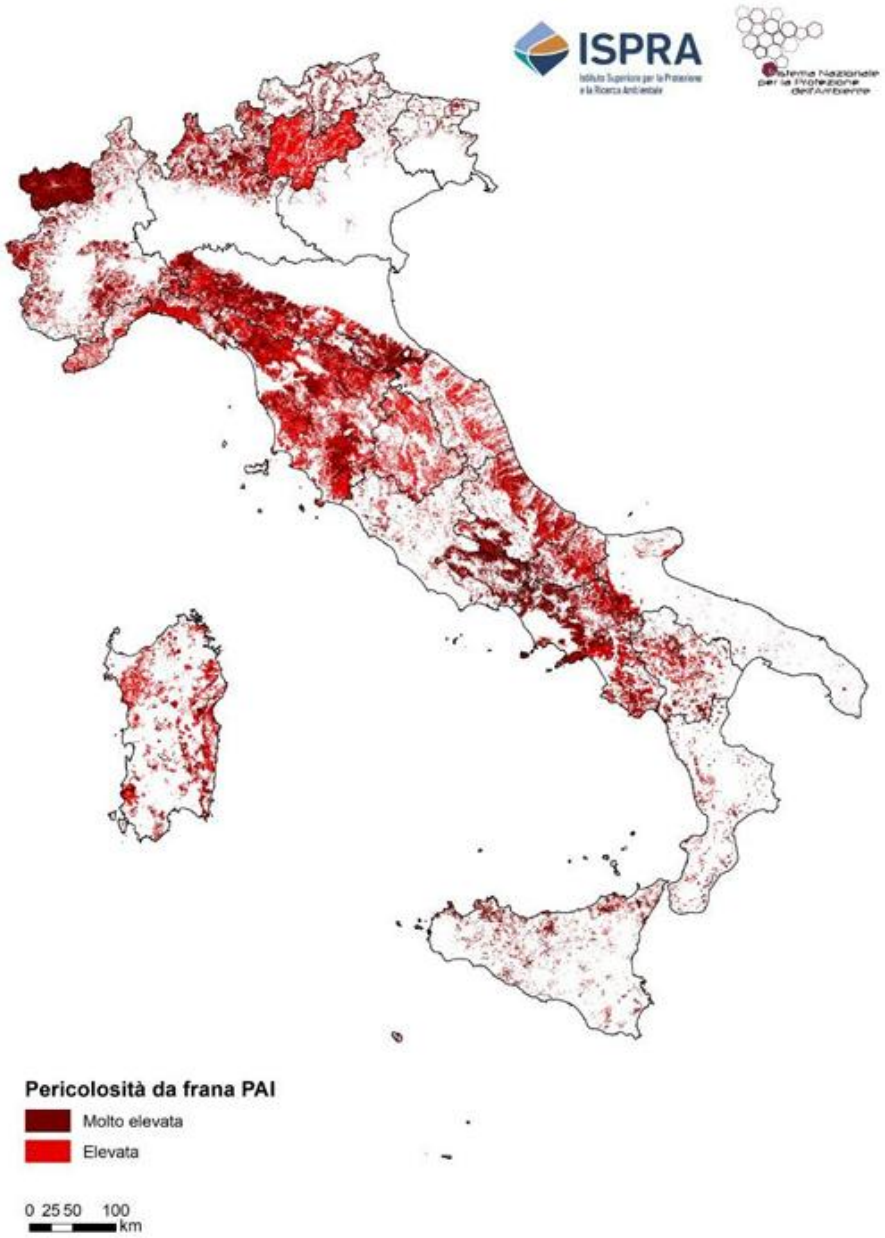


Figura 10. Aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 – Mosaicatura 2024 Fonte: Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizione 2024 (p.18)

L'importanza di mettere in sicurezza di questi territori - e dunque di promuovere una migliore gestione e un ripristino di suolo attualmente coperto - emerge anche dall'analisi dei dati relativi alla popolazione, agli edifici e ai beni culturali esposti al rischio frane: in Italia sono infatti **5,7 i milioni di abitanti residenti in aree sotto osservazione**, dei quali 480.000 in territori a pericolosità molto elevata P4 e 808.000 in quelli a P3; su un totale di 18,4 milioni di edifici, quelli a rischio frane sono oltre 2,6 milioni (14,2%), di cui oltre 243.000 in aree P4 e quasi 499.000 in quelle a pericolosità elevata P3. Per i residenti come per gli edifici, le regioni con il numero più elevato di soggetti a rischio sono la Toscana, la Campania e l'Emilia-Romagna. Per quanto concerne infine i beni culturali, sono oltre 45.000 (pari al 19,8% del totale) quelli ritenuti a rischio: la loro salvaguardia prevede che siano valutate con attenzione tutte le classi di pericolosità in quanto, in caso di evento, i danni al patrimonio potrebbero essere irreversibili e per i beni di tipo architettonico, monumentale e archeologico - che non consentono la delocalizzazione - devono essere predisposte adeguare misure di conservazione.

Alluvioni

Accanto alle frane, le alluvioni - ovvero gli allagamenti temporanei di aree abitualmente non coperte d'acqua a causa di fiumi, torrenti, canali, laghi e mare, nel caso delle zone costiere - rappresentano il principale fattore di rischio di tipo idrogeologico per il contesto italiano.

Anche in relazione a tali fenomeni, come già descritto per quelli di carattere franoso, ad aumentare i rischi e la vulnerabilità del territorio sono tanto gli eventi piovosi estremi e improvvisi, che il cambiamento climatico ha reso più intensi, persistenti e frequenti su specifiche aree e regioni (come accaduto negli ultimi anni soprattutto in Emilia-Romagna), quanto gli interventi di carattere antropico: **l'alterazione del suolo e la sua copertura artificiale compromettono i meccanismi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali**, limitando in parte o in toto la capacità del terreno di assorbire l'acqua piovana e modificando i processi di dinamica fluviale, e portano dunque ad un aumento del tipo e della numerosità di beni esposti al rischio.

L'implementazione della Direttiva Alluvioni (Direttiva 2007/60/CE)[19], entrata in vigore in Italia con il D.Lgs. 49/2010[20], mira a contenere i pericoli connessi a tali eventi, attuando in maniera consequenziale e ciclica - con aggiornamenti alla Commissione Europea ogni 6 anni - adempimenti relativi alla Valutazione Preliminare del Rischio di Alluvioni e all'individuazione delle Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvioni, alla redazione di Mappe della

[19] Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
[20] DLGS_49_2010_agg2014.pdf

pericolosità e del rischio di alluvioni e, infine, alla definizione di un Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, comprensivo di obiettivi di mitigazione e strategie per conseguirli - rispetto alle quali vanno monitorati il livello di implementazione e di efficacia e lo stato di conservazione delle opere già realizzate.

La mosaicatura delle aree a pericolosità idraulica realizzata dall'ISPRA in collaborazione con le Autorità di Bacino Distrettuali - aggiornata al 2020 per la Direttiva Alluvioni - classifica il territorio a rischio nei seguenti tre scenari:

- **Pericolosità elevata**, con alluvioni frequenti (tempo di ritorno tra 20 e 50 anni), che interessano 16.224 km² di suolo - pari al **5,4% del territorio nazionale**;
- **Pericolosità media**, con alluvioni poco frequenti (tempo di ritorno tra 100 e 200 anni), per 30.194 km² - il **10% della superficie dell'Italia**;
- **Pericolosità bassa**, per 42.376 km² di territorio - pari al **14% del totale**, con scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi.

Le sempre più frequenti anomalie termiche e gli eventi meteorologici intensi rappresentano una minaccia per tutto il territorio nazionale, indipendentemente dalle classi di mosaicatura, ed interpellano dunque le Smart Communities nell'individuazione di nuove misure di monitoraggio e mitigazione del rischio, adoperando tecnologie innovative, promuovendo azioni di ripristino ambientale e sensibilizzando la popolazione sui comportamenti da attuare in caso di emergenze ormai ricorrenti. Se nel 2022 si è registrato il minimo storico nazionale di precipitazioni annue, con il 20% del territorio in condizioni di siccità estrema, **il 2024 è stato il secondo anno più piovoso nel Nord**, con precipitazioni che si sono spesso concentrate su aree specifiche, **causando eventi alluvionali con effetti amplificati in quelle aree che sono state principalmente caratterizzate da fenomeni di siccità e stress idrico** - come nel caso del versante orientale dell'Etna, con gli allagamenti registrati nella zona di Giarre e la necessaria evacuazione di diverse famiglie. Gravissimi danni sono stati inoltre registrati in Valle d'Aosta e in Piemonte con esondazioni e colate di detriti e in Emilia-Romagna, con alluvioni generate da precipitazioni eccezionali di carattere locale.

Erosione costiera

La trasformazione della dinamica morfologica naturale come effetto dell'antropizzazione interessa in misura sempre maggiore anche le aree costiere italiane, lunghe circa 8.300 km, con **alterazioni soprattutto legate al fenomeno dell'erosione**; la complessità nella gestione di queste aree è inoltre aggravata dalle conseguenze del cambiamento climatico, che alterano ulteriormente gli equilibri naturali.

I processi che regolano la dinamica costiera possono essere così schematizzati: i corsi d'acqua apportano - soprattutto durante le piene - sedimento che si deposita alla foce e che viene conseguentemente disperso e trasportato dalle correnti d'onda, ed in particolare da quelle ad energia maggiore che si generano durante le mareggiate; gli accumuli di sedimento costituiscono le dune costiere, che con le mareggiate più forti vengono intaccate, trascinando via sedimento che si depositerà nuovamente nei mesi e negli anni successivi. L'alterazione di tale dinamica è dovuta prevalentemente al prelievo del sedimento trasportato dai fiumi prima del suo arrivo al mare, per essere usato nell'edilizia e ad una sua riduzione dovuta all'aumento delle superfici boscate - un tempo coltivate o gestite a pascolo - che oggi non si staccano più dai versanti delle colline e delle montagne: per queste ragioni, **benché le mareggiate non registrino cambiamenti significativi in serie storica, sta diminuendo l'importanza del loro ruolo funzionale di distribuzione del sedimento, bloccato dalla presenza di opere antropiche lungo le coste**, e prevalgono gli spostamenti di materiale precedentemente depositato verso il largo.

Attualmente, il 90% delle coste sono naturali, ovvero libere da strutture marittime, e di queste più della metà è costa rocciosa, sia alta sia bassa, con plateaux affioranti o scogli; questa panoramica chiarisce le ragioni per le quali tra le principali cause di dissesto figura l'instabilità delle falesie - le aree di costa rocciosa a picco sul mare - che rendono le spiagge e le aree limitrofe tra i territori più vulnerabili all'azione del mare, e dunque all'erosione e al degrado geomorfologico. La classificazione promossa dall'ISPRA evidenzia inoltre che **1.278 km di spiagge, il 37% del totale, possono essere categorizzate come "strette"**, in quanto profonde non più di 25 m: in tali aree, **gli arretramenti progressivi, anche di pochi metri, possono produrre effetti particolarmente dannosi per l'ecosistema**, con lo spostamento verso terra della linea di retrospiaggia o persino il riposizionamento dell'intera spiaggia verso l'entroterra. La rilevanza dei fenomeni di erosione è strettamente connessa al fatto che **in Italia le aree costiere siano tra i territori maggiormente occupati da insediamenti abitativi** - vi risiede stabilmente il 30% della popolazione, con una densità doppia rispetto alla media italiana -, da attività produttive e da infrastrutture di trasporto: in prossimità della riva, la percentuale di suolo consumato è pari all'80%, tra le più elevate a livello nazionale.

La dinamica di erosione ha origini antiche, ed è da far risalire al dopoguerra: tra gli Anni Cinquanta e il 2000 circa 1.800 km di spiaggia (il 55% del totale) hanno subito cambiamenti superiori a 25 m, con una perdita di superfici marino-costiere e picchi di arretramento di centinaia di metri, particolarmente evidenti e profondi in corrispondenza delle foci dei fiumi. L'elevata densità abitativa ha reso necessari numerosi interventi per la mitigazione locale del fenomeno e la protezione delle infrastrutture da mareggiate e inondazioni. **Nel rilievo tra 2006 e 2020 condotto dall'ISPRA si è rilevato un cambio di tendenza, con una prevalenza della lunghezza dei tratti in avanzamento su quelli in erosione di circa 30 km**: i litorali stabilizzati artificialmente tramite opere di difesa rigide e semirigide - con

investimenti quantificabili in centinaia di milioni di euro - stanno progressivamente aumentando; le azioni di sistemazione costiera interessano soprattutto le coste basse e non rocciose, nelle quali sono site le infrastrutture urbane.

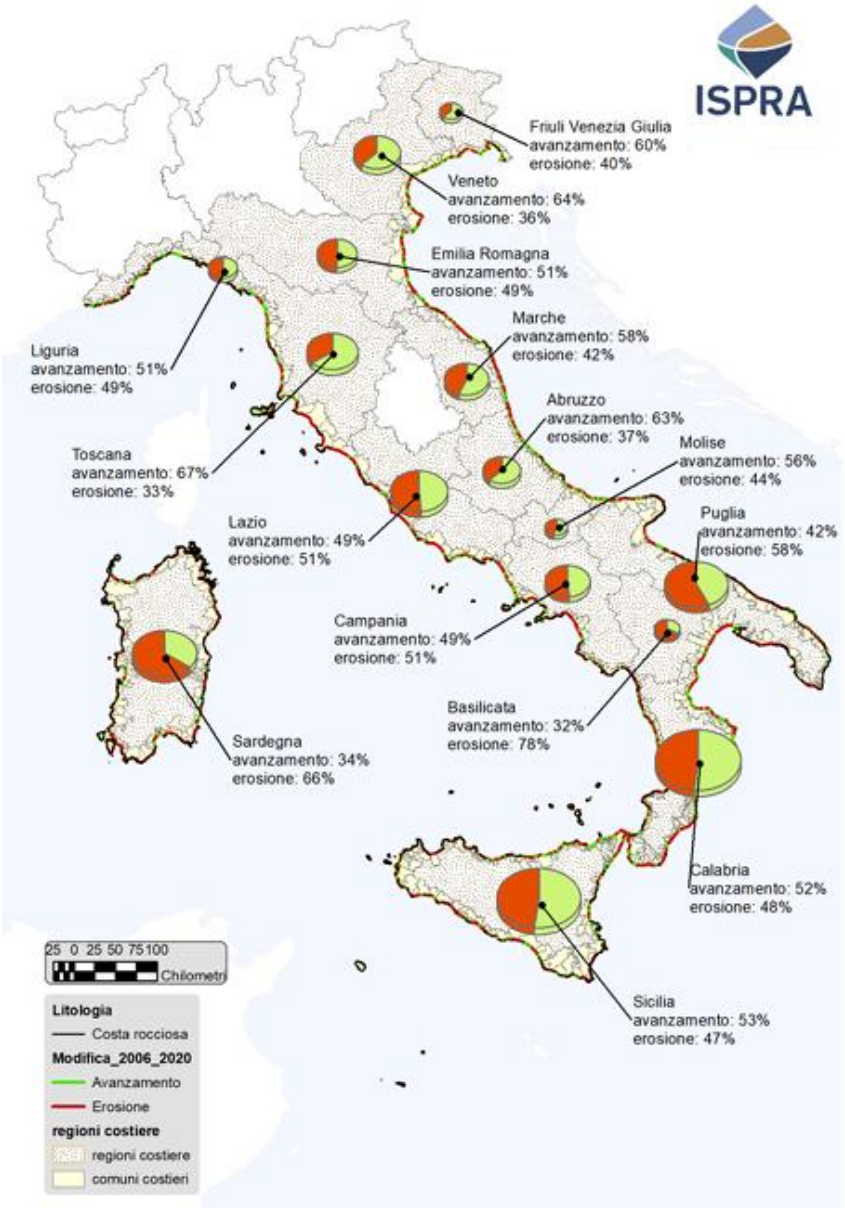


Figura 11. Percentuale dei tratti in avanzamento ed erosione delle coste nel periodo 2006-2020. Fonte: Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizione 2024 (p.124)

Il trend di avanzamento non riguarda in modo uniforme tutte le regioni italiane: in quelle del Nord e Centro-adriatiche e in Toscana, grazie agli investimenti stanziati nella gestione dei litorali, si registrano saldi positivi tra spiagge in avanzamento e in erosione; nel Sud e nelle isole si osservano anche significativi cambiamenti in termini di riduzione della costa.

Negli ultimi anni, le **problematiche sempre più stringenti legate all'erosione costiera sono state oggetto di azioni di pianificazione e di intervento da parte delle amministrazioni regionali e locali**: se la normativa europea ha storicamente affrontato il tema evidenziando che le aree litorali sono soggette a dinamiche naturali e a pressioni antropiche che finiscono per limitare la capacità di tolleranza dell'ambiente locale e rendono necessarie misure di prevenzione e mitigazione degli impatti negativi dell'erosione, a livello italiano tuttora non esiste una trattazione uniforme del tema e sono state dunque le Regioni - insieme alle Autorità di Bacino - ad emanare norme ed elaborare piani di protezione per le coste: il passaggio dai Programmi Operativi Regionali (POR), che prevedevano interventi solo su 116 aree classificate come critiche, a strumenti estesi all'intera costa regionale per finalizzare piani di protezione e tutela dell'ambiente e delle infrastrutture antropiche in esso presenti ha consentito l'adozione diffusa di un approccio più integrato alle problematiche. Seppur non definitivi e non equamente distribuiti su scala nazionale, **gli effetti positivi del contrasto al fenomeno dell'erosione costiera dimostrano l'importanza della pianificazione nell'uso del suolo - e dell'inversione delle dinamiche di consumo - e delle azioni di gestione del territorio**: tali interventi tuttavia evidenziano anche la necessità di investire ingenti risorse economiche per la tutela degli ecosistemi costieri e di monitorare con regolarità le dinamiche di avanzamento ed erosione, che potrebbero registrare oscillazioni ancora più marcate in conseguenza del cambiamento climatico.

Valanghe

Tra i fenomeni che contribuiscono a definire il quadro del rischio idrogeologico per l'Italia sono infine considerate anche le valanghe che - in quanto masse di neve in movimento lungo un pendio - generano effetti sul suolo sottostante e sono concausate dalle conseguenze di alcune dinamiche di consumo del territorio. Lo studio di tali eventi si concentra sulle aree esposte ad un potenziale innevamento significativo, ovvero quelle montane poste a quota superiore agli 800 m s.l.m. - pari al 22,3% della superficie nazionale - e, sopra i 1.200, equivalente al 12,3%. La **complessità dell'analisi delle dinamiche valanghive è dovuta principalmente all'assenza, fino al 2016, di un indicatore tematico omogeneo e adottato sull'intero territorio italiano e di una copertura nazionale di dati** provenienti dai catasti valanghe, dalle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) e dalle aree a pericolosità valanghe identificate nei Piani di Assetto Idrogeologico. La collaborazione avviata dall'ISPRA con il Servizio Meteomont e i servizi regionali competenti in materia ha consentito di identificare - nel 2016, anno della prima indagine nazionale - 23.741 siti valanghivi, con una densità media di 35 siti su 100 km² di territorio montano.

La necessità di migliorare la gestione del rischio - anche in risposta all'aumento del numero dei fenomeni e dei conseguenti danni a beni e persone - ha portato ad un DPCM dell'agosto 2019[21] con il quale le Regioni e le Province Autonome sono state vincolate a definire, sulla base di studi di pericolosità condotti a partire dalle informazioni fornite dai Comuni, una prima mappatura delle aree soggette a rischio valanghe e ad emanare **direttive per l'allertamento e gli indirizzi per la pianificazione degli interventi di protezione civile**. Per supportare i policy maker nella classificazione delle opere civili esposte al pericolo valanghivo e nella prioritizzazione degli interventi per la mitigazione del rischio in ambiente antropico, sono state inoltre condivise con gli enti comunali e regionali - da parte del Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie della Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - le Linee Guida per la valutazione e mitigazione del Rischio Valanghe di Neve sulle Costruzioni[22] e quelle per la Classificazione e gestione del Rischio, la Valutazione della Sicurezza ed il Monitoraggio dei Ponti esistenti[23].

Sulla base delle informazioni aggiornate e rese disponibili dagli enti locali, nel 2024 è stata avviata una nuova indagine che ha consentito di realizzare il Livello informativo nazionale delle Valanghe, pubblicato sulla piattaforma IdroGEO[24] . Individuata in fase di analisi territoriale tramite elaborazioni in ambiente GIS e sulla base di fattori topografici, morfologici e vegetativi, la **superficie complessiva della mappatura delle aree interessate in passato da eventi o classificate come a pericolosità ammonta ad oggi a 9.283 km², pari al 3,1% del territorio nazionale** e al 13,8% del territorio a quota maggiore di 800 m s.l.m. Elementi come la quota, l'esposizione, l'acclività, la curvatura e la rugosità dei versanti sono determinanti nell'innesco di una valanga: **l'80% delle aree a rischio individuate ha una pendenza compresa tra 25° e 60°**, mentre il **parametro della rugosità è particolarmente influente nel determinare la propensione al distacco e l'estensione delle valanghe**. Non da ultimo, il tipo di copertura del suolo è un fattore rilevante: **le superfici prive di copertura arborea sono maggiormente soggette al rischio valanghivo**, e chiamano in causa l'intervento umano nella gestione di tali risorse. Al pari del mancato presidio dei territori montani a media e alta quota, la tendenza al disboscamento indebolisce infatti una delle funzioni ecosistemiche del suolo, ne diminuisce la resilienza e favorisce la discesa delle masse nevose, aumentando così le dimensioni delle aree a rischio.

[21] Direttiva del PCM del 12 agosto 2019 | Dipartimento della Protezione Civile
[22] Linee Guida per la valutazione e mitigazione del Rischio Valanghe di Neve sulle Costruzioni | Dipartimento per gli Affari Regionali e le Autonomie
[23] Linee Guida per Classificazione e gestione del Rischio, la Valutazione della Sicurezza ed il Monitoraggio dei Ponti esistenti | Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
[24] IdroGEO - Pericolosità e rischio

Intervenire per arginare il rischio idrogeologico

Per contrastare la grande varietà di fenomeni che compongono il quadro del rischio idrogeologico in Italia e promuovere una maggiore salute dei suoli, negli ultimi anni sono stati realizzati numerosi interventi di mitigazione; il processo decisionale che l'ISPRA promuove nel rapporto sul dissesto precedentemente citato, in accordo con la letteratura sul tema, prevede un'**analisi conoscitiva pre-intervento**, sviluppata attraverso un primo inquadramento generale delle aspettative funzionali e degli obiettivi e una valutazione delle possibili soluzioni alternative per soddisfare i requisiti funzionali. Successivamente si procede con la **progettazione preliminare delle soluzioni alternative e l'individuazione della soluzione ottimale**, valutando dunque la fattibilità tecnica ed economica dei possibili interventi individuati, e si procede infine con il **progetto esecutivo**, predisponendo i dettagli operativi della soluzione scelta e avviando l'azione di implementazione a livello locale.

L'iter proposto per mitigare efficacemente i rischi deve ovviamente comprendere uno **studio dei fattori predisponenti** - ovvero di quelle caratteristiche intrinseche al sistema nel quale si intende intervenire - **e dei fattori scatenanti** che ne minano la stabilità e li rendono pericolosi: nella prima categoria, rientrano caratteristiche di assetto morfologico e geologico, proprietà idrauliche e meccaniche dei terreni e delle rocce, lo status del regime idraulico superficiale e sotterraneo; nella seconda, invece, azioni climatiche (come pioggia, neve e vento), meteo-marine, sismiche e antropiche - tra le quali, a titolo di esempio, il disboscamento e l'impermeabilizzazione del terreno.

Nel caso specifico dei rischi da frana e valanga, all'interno di una misura di mitigazione devono essere **combinati interventi di tipo strutturale** - ovvero quelli che prevedono una modifica significativa delle caratteristiche di un sito tramite opere di ingegneria civile volte a garantire la sicurezza dei beni e della popolazione - **e non strutturale** - che si concentrano invece su azioni che non comportano realizzazioni fisiche dirette in



situ, ma promuovono una gestione del rischio in termini di riduzione dell'esposizione e monitoraggio di parametri rappresentativi del comportamento instabile del suolo, spesso in ottica di Early Warning.

Misure caratterizzate da questo livello di complessità richiedono la **collaborazione di tutti gli attori della quadrupla elica dell'innovazione**, dalla Pubblica Amministrazione al settore imprenditoriale, dagli enti di ricerca alla cittadinanza, per garantire efficacia duratura alle azioni intraprese. Gli interventi strutturali possono riguardare la riduzione della vulnerabilità, attraverso l'incremento della robustezza strutturale o infrastrutturale di un sistema a rischio, o della pericolosità - distinguendo le azioni di prevenzione, finalizzate a contenere la probabilità di accadimento del dissesto di una determinata intensità, e quelle di protezione, volte invece a ridurre la probabilità che un dissesto di una data intensità interessi gli elementi esposti.

Gli interventi non strutturali per la riduzione dell'esposizione intendono limitare quanto più possibile che persone, infrastrutture e attività economiche siano esposte al rischio inibendo l'uso di aree potenzialmente pericolose: le principali iniziative afferenti a questa classe concernono la pianificazione territoriale e la zonizzazione del rischio, la rimozione delle abitazioni e delle attività dalle aree pericolose e l'adeguamento tecnico-normativo delle costruzioni, l'educazione della cittadinanza e il miglioramento dell'accesso alle informazioni e alla cartografia del rischio.

Per costruire un unico quadro informativo aggiornato sulle opere e sulle risorse impegnate nella difesa del suolo, indipendentemente dalla fonte di finanziamento, a partire dal 2005 è stato sviluppato il **Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo - ReNDiS**[25]: tale piattaforma rappresenta una best practice a livello nazionale relativamente alla digitalizzazione dei flussi documentali, all'integrazione delle informazioni e alla fruizione pubblica di intere banche dati - raccoglie infatti informazioni di tipo tecnico e finanziario e agevola il coordinamento nella programmazione degli interventi, il monitoraggio nell'avanzamento delle azioni e la partecipazione e il controllo in fase di attuazione, anche da parte della cittadinanza.

L'analisi delle tipologie di dissesto sulle quali si è intervenuti spiega in quale modo e in quali aree geografiche, a livello nazionale, negli ultimi 25 anni, siano affrontate le principali problematiche idrogeologiche e ambientali. I grafici riportati di seguito presentano la distribuzione degli oltre 25.500 interventi inseriti in ReNDiS e dei rispettivi 19.207 milioni di euro in essi investiti.

[25] ReNDiS Repertorio Nazionale degli interventi per la Difesa del Suolo - ISPRA

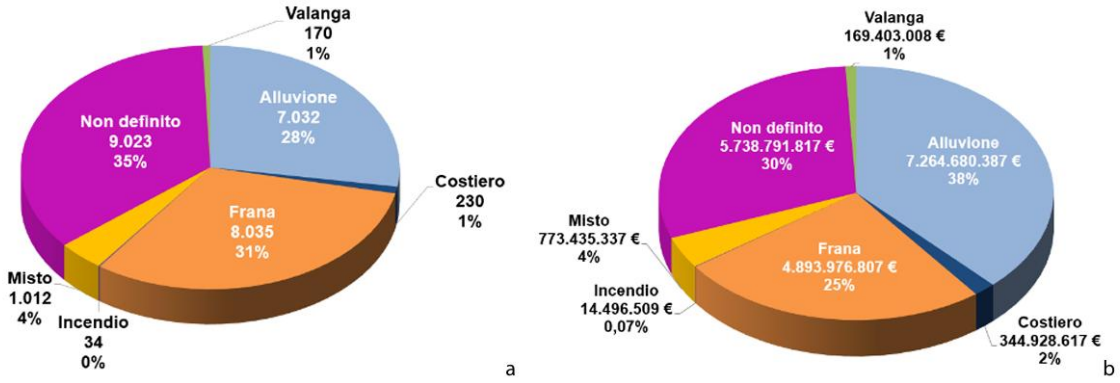


Figura 12. Distribuzione complessiva del numero d'interventi (a) e dei relativi importi finanziati (b), suddivisi per amministrazione di competenza. Fonte: Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizione 2024 (p.181)

Le aree in frana e colpite da dissesti alluvionali sono state interessate rispettivamente dal 31% e dal 28% degli interventi totali mappati, con costi unitari dei progetti di sistemazione idraulica - quali erosione di sponde, piene repentine, ostacoli al deflusso e sfondamenti arginali - mediamente superiori a quelli legati alle frane - come scivolamenti, soilcreep e frane superficiali, poiché tipicamente interessano porzioni di territorio più estese. Particolarmente significativi sono anche i valori associati ad azioni non riconducibili ad una specifica classe di intervento (il 35% del totale): tale criticità è giustificata dal fatto che, per tutte le azioni implementate grazie a risorse economiche extra MASE in anni passati, sono tipicamente disponibili solo dati di tipo amministrativo-contabile e sullo stato di avanzamento, senza ulteriori dettagli in merito alla tipologia di dissesto.

Accanto all'azione di monitoraggio e raccolta dati sugli interventi operata da ReNDiS, si segnala l'esperienza del partenariato esteso **RETURN (multi-Risk sciEnce for resilienT commUnities undeR a changiNg climate)**[26], che a partire dal 2022 ha accompagnato i processi di ricerca sui rischi ambientali, naturali e antropici, contribuendo a rafforzare le competenze chiave, il trasferimento di tecnologie e la governance pubblico-privata per la prevenzione e la migliore gestione di eventi estremi.

Finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca nell'ambito dell'Investimento 1.3 della Missione 4 Componente 2 del PNRR, RETURN ha raccolto 26 soggetti tra atenei, enti pubblici di ricerca e imprese, coordinati dall'Università degli Studi di Napoli Federico II. Secondo il **modello hub & spoke** previsto per i partenariati estesi, le attività sono state distribuite su otto aree tematiche, denominate Spoke: quattro *Vertical Spoke – VS* (Acqua, Instabilità del terreno, Terremoti e vulcani, Degrado ambientale); tre *Transversal Spoke* –

[26] Fondazione Return

TS (Insediamenti urbani e metropolitani, Resilienza multi-rischio delle infrastrutture critiche, Comunità resilienti); e infine un *Diagonal Spoke – DS* (Servizi climatici per la mitigazione e l'adattamento).

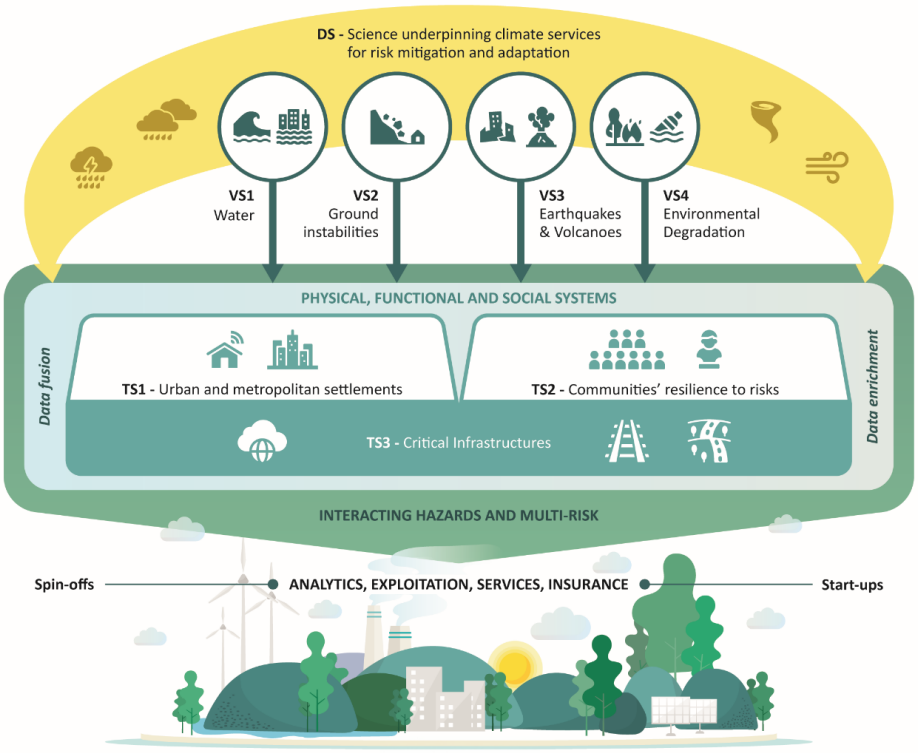


Figura 13. La struttura complessiva delle attività del Partenariato Esteso RETURN, con l'articolazione in Spoke. Fonte: Chi siamo - Fondazione Return

Grazie a questa articolazione interna, RETURN ha garantito maggiore efficacia e capillarità alle proprie azioni di rafforzamento del legame tra ricerca e prodotti finali, che – come illustrato di seguito – hanno spesso mirato a monitorare e arginare il rischio idrogeologico:

Spoke 1: gestione dei rischi connessi ad alluvioni, siccità e inondazioni costiere attraverso lo sviluppo di un prototipo di gemello digitale del territorio che integra precipitazioni, consumo di suolo ed esposizione della popolazione per simulare scenari e orientare strategie di adattamento;

Spoke 2: frane, voragini e fenomeni di subsidenza, con modelli di monitoraggio e scenari di pericolosità per valutarne l'impatto sull'ambiente costruito e supportare le strategie di mitigazione;

Spoke 3: gestione del rischio sismico e vulcanico, con sistemi integrati di monitoraggio, allerta precoce e risposta rapida e soluzioni sostenibili per ridurre la vulnerabilità degli edifici;

Spoke 4: inquinamento, incendi boschivi e degrado di ambienti terrestri, costieri e marini, con strumenti di mappatura dinamica e soluzioni di prevenzione e bonifica;

Spoke 5: impatti climatici su città e patrimonio culturale, con urban lab per la gestione dinamica del multi-rischio e indicatori a supporto della pianificazione di politiche climate-proof e di eco-distretti resilienti;

Spoke 6: sicurezza di reti stradali, ferroviarie, idriche ed energetiche, con mappe dinamiche dei pericoli e modelli basati anche sull'intelligenza artificiale per valutarne la vulnerabilità;

Spoke 7: dimensioni sociali, economiche, legali e culturali del rischio, con nuovi modelli di comunicazione, educazione e co-progettazione per accrescere la consapevolezza e la preparazione della popolazione;

Spoke 8: previsioni ad alta risoluzione di variabili climatiche, idrologiche e marine, alla base di sistemi di supporto alle decisioni per le strategie di mitigazione e adattamento.

L'esperienza di RETURN appare particolarmente significativa anche alla luce della sua **capacità di generare valore oltre il perimetro del partenariato**. Nell'ambito degli otto Spoke tematici sono stati infatti attivati oltre 70 bandi a cascata, con i quali si sono favorite l'innovazione e la collaborazione tra mondo accademico e sistema produttivo, con un'attenzione particolare ai territori del Mezzogiorno. Allo stesso modo, i risultati della ricerca hanno trovato una prosecuzione naturale in azioni di accompagnamento alla nascita di spin-off e start-up, che ne hanno consentito la valorizzazione in chiave imprenditoriale e hanno contribuito a radicare sui territori nuove competenze.

Il percorso avviato dalla Fondazione RETURN prosegue oggi le proprie attività con due nuovi progetti promossi nell'ambito del Programma Nazionale Ricerca, Innovazione e Competitività per la transizione verde e digitale (PN RIC) 2021-2027 – RISING e TOWARD – presentati a Napoli nel settembre 2026.



All'interno del panorama di interventi volti ad una migliore gestione del suolo, devono essere ricomprese anche azioni per la mitigazione del rischio idrogeologico, con l'obiettivo di:

- **Sostenere modelli innovativi di presidio e monitoraggio del territorio**, contrastando il fenomeno dell'abbandono delle aree montane e collinari che spesso ne accresce la debolezza e prevenendo così - anche attraverso la valorizzazione delle attività agricole e alla conservazione della copertura verde - il dissesto
- **Attivare programmi e iniziative di formazione e sensibilizzazione** rivolti alla cittadinanza sui rischi derivanti da frane, alluvioni, valanghe ed erosione costiera, evidenziando come l'intervento umano spesso ne costituisca una concausa e indicando quali comportamenti adottare in caso di emergenza
- **Rendere accessibili e interoperabili dati sul rischio** per supportare decisioni informate e poter valutare sistematicamente gli impatti delle trasformazioni territoriali sulla resilienza del suolo. L'infrastruttura di ricerca GeoSciences IR[27], finanziata all'interno della Missione 4 Componente 2 del PNRR e coordinata dall'ISPRA insieme a 15 Università ed Enti di ricerca italiani, intende proprio promuovere la sperimentazione di tecnologie innovative per il monitoraggio, la produzione di dati e il trasferimento di conoscenze ai Servizi geologici regionali relativamente alle diverse tematiche relative al suolo e ai suoi rischi. La disponibilità di informazioni condivise può migliorare la capacità decisionale degli enti locali e orientare gli investimenti in modo più efficace, verso le aree più vulnerabili.

[27] GeoSciences IR – Infrastruttura di Ricerca per la Rete Italiana dei Servizi Geologici

ESPERIENZE DI SMART SOIL MANAGEMENT NEL CONTESTO ITALIANO

Nelle pagine seguenti, la Roadmap del Cluster Smart Communities presenta un portfolio di progettualità realizzate o in corso di realizzazione sul territorio italiano ed europeo relative alle quattro declinazioni del soil management approfondite nella precedente sezione.

Tale panoramica non intende ovviamente offrire un quadro esaustivo delle numerosissime iniziative che hanno coinvolto in anni recenti pubbliche amministrazioni, enti di ricerca e imprese italiane nella mitigazione degli effetti connessi al crescente aumento del consumo di suolo e nell'inversione delle attuali tendenze, ma rappresenta un insieme di **buone pratiche e modelli di riferimento – in ottica di scalabilità e replicabilità – su altri territori**.

Ogni iniziativa è catalogata in base al topic di interesse (consumo di suolo e impermeabilizzazione, verde urbano, pianificazione degli spazi e dei lavori di manutenzione, rischio idrogeologico) e analizzato attraverso una scheda che riporta il programma di finanziamento, il periodo di realizzazione, la dotazione economica, la presentazione del partenariato, la sfida indirizzata, la soluzione ad essa proposta e una descrizione delle azioni condotte sulle specifiche aree di intervento individuate dall'iniziativa; un link è infine fornito per approfondire strumenti, metodologie e risultati sulle pagine ufficiali di progetto.



Prato Urban Jungle

Programma: UIA - Urban Innovative Action
Anni: 2019-2022

Budget: € 2.959.792,00
Topic: consumo di suolo



Partenariato

Città di Prato (capofila); Stefano Boeri Architects - architecture studio; Pnat Sr - architecture studio; C.N.R- IBIMET: Institute of Biometeorology; National Research Council - research institute; Estra S.p.A- EnergyServices Territory Environment - public utility; greenApes Srl SB – SME; Treedom srl – SME; Legambiente Toscana.

Sfida

Come molte aree urbane in Europa, anche la città di Prato affronta le sfide legate all'urbanizzazione, che negli ultimi decenni ha rappresentato una delle principali cause di degrado del suolo e degli habitat incidendo sulla frammentazione delle aree naturali, sulle emissioni di gas serra e sulle temperature e accelerando gli effetti del cambiamento climatico. Studi approfonditi sui fenomeni urbani mettono poi in luce la stretta connessione tra i quartieri caratterizzati da vulnerabilità ambientale (ad esempio, carenza di aree naturali con conseguenti fenomeni di isola di calore, impermeabilizzazione dei suoli con conseguenti fenomeni di ruscellamento superficiale, ecc.) e la vulnerabilità sociale della popolazione residente. A queste si aggiungono le complessità legate alle numerose aree industriali abbandonate sul territorio, eredità della crisi economica iniziata negli anni '10.

A partire dal 2014, la Città ha quindi avviato una riflessione pubblica sul proprio sviluppo sostenibile, confluita nel Prato Green Deal (PGD), un documento di coordinamento di tutte le politiche che contribuiscono a realizzare la visione di neutralità climatica della città, l'economia circolare urbana e le azioni di smart city. Il progetto PUJ si inserisce nel contesto di intervento del PGD e si propone di rigenerare le aree urbane dismesse e in declino e di creare hub verdi di comunità, che offrano spazi aperti, quartieri sociali e nodi culturali.

Prato Urban Jungle

Soluzione

Coerentemente con il Prato Green Deal, il progetto PUJ ha elaborato una strategia basata sul re-inserimento della natura e dei processi naturali in 3 contesti urbani: un nodo caratterizzato da un'elevata densità di traffico (edificio ESTRA e dintorni); un'area densamente popolata di edilizia sociale (San Giusto) e una ex area industriale (Macrolotto 0).

Per affrontare le sfide legate all'uso del suolo nelle città, ripristinare ecosistemi degradati e rafforzare l'adattamento e la mitigazione dei cambiamenti climatici, sono state adottate le Nature-based Solutions (NBS), combinando due elementi complementari: forestazione urbana/periurbana e soluzioni plant-based integrate nell'architettura (ovvero l'inserimento di vegetazione come componente strutturale degli edifici e degli spazi costruiti).

Alla dimensione ambientale si affianca inoltre una dimensione sociale: rimodellando lo spazio urbano, le NBS possono aumentare inclusività, equità e vivibilità, rigenerando i quartieri più svantaggiati e migliorando la salute fisica e mentale dei cittadini, con un'attenzione specifica ai gruppi più vulnerabili.

Link di approfondimento:
PUJ - Prato Urban Jungle | UIA - Urban Innovative Actions

ALP-AI

L'Intelligenza Artificiale al servizio della biosicurezza e del territorio transfrontaliero

Programma: Interreg VI-A Italia-Svizzera
Anni realizzazione: 2026-ongoing

Budget: € 678.640,00
Topic: consumo di suolo



Partenariato

Politecnico di Milano (capofila); Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana; Fondazione Politecnico di Milano - Sede Operativa di Lecco; Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia; Ente Parco regionale Campo dei Fiori (Varese); Servizio fitosanitario cantonale

Sfida

Il progetto ALP-AI agisce sul patrimonio ambientale transalpino, particolarmente vulnerabile dal punto di vista del disseccamento e dello stress vegetativo - fattori che incidono sull'aumento del rischio di innesco e propagazione di incendi. Nel 2017, infatti, un incendio ha interessato il Parco Regionale Campo dei Fiori, distruggendo 350 ettari di bosco e causando gravi conseguenze sulla biodiversità del sito, che è tuttora in fase di ripresa.

Altrettanto negativamente impattanti risultano essere i depositi di materiali e rifiuti illecitamente abbandonati o impropriamente trattati registrati in Svizzera, che rilasciano nel suolo sostanze nocive e contaminano falde sotterranee e corpi idrici superficiali. Infine, la diffusione di specie animali aliene o patogene sta contribuendo al danneggiamento di biodiversità e biosicurezza del territorio.

Il degrado e il consumo del suolo sono sfide a cui risponde il progetto ALP-AI, che standardizza e verifica sul campo l'uso di tecniche, processi innovativi e mappe tematiche per il monitoraggio del rischio ambientale e la prevenzione di fenomeni quali l'inquinamento da rifiuti di suolo, aria e acque, la diffusione di specie aliene/patogene, lo stress vegetativo e il rischio di incendi.

ALP-AI

L'Intelligenza Artificiale al servizio della biosicurezza e del territorio transfrontaliero

Soluzione

L'approccio multidisciplinare proposto dal progetto integra Intelligenza Artificiale (IA) e Geospaziale (Geospatial Intelligence) per creare un sistema avanzato di prevenzione e gestione dei danni ambientali.

La sperimentazione si realizza nell'area del Parco Regionale Campo dei Fiori, e metterà a disposizione al termine del progetto le seguenti soluzioni: un algoritmo di IA per l'analisi delle immagini satellitari per l'identificazione di località con presenza di rifiuti e stress vegetativo; un algoritmo di IA che processa immagini da drone per localizzare, conteggiare e monitorare la popolazione di specie animali obiettivo di indagine; un algoritmo di IA a basso costo computazionale per il monitoraggio delle specie di insetti nocive o invasive; mappe tematiche di degrado vegetale e inquinamento; mappe tematiche per biodiversità e biosicurezza.

Link di approfondimento: ALP-AI | Interreg Italia Svizzera

POLARECCE

New chance for Polluted Lands

Programma: Interreg VI-B Central Europe
Anni realizzazione: 2024-2026

Budget: € 1.765.700,00
Topic: consumo di suolo



Partenariato

Istituto di Ingegneria Ambientale dell'Accademia Polacca delle Scienze (capofila); Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Dipartimento di Scienze Agrarie e Alimentari; Università delle Risorse Naturali e delle Scienze della Vita di Vienna; WOODTECH Plc; FOS Spa; ANCI Liguria; Comune di Ormož; Circolo di Coltivazione Gyoma-Felsőrészi Gyomaendrőd; OIKON Ltd. - Istituto di Ecologia Applicata; Comune di Skawina

Sfida

Il progetto PoLaRecCE si propone di affrontare le sfide legate al degrado dei suoli agricoli e marginali nell'Europa centrale, causato da inquinanti provenienti principalmente dalle attività dell'uomo, con conseguenti rischi per la salute e l'ambiente, oltre che sulla coltivazione di alimenti e mangimi. Le aree pilota scelte per la sperimentazione del progetto raccontano di territori attraversati da lunghi periodi di industrializzazione pesante (siderurgia, vetrerie, fonderie) e agricoltura meccanizzata intensiva, che hanno portato a un sovra-sfruttamento del suolo e una esposizione prolungata all'inquinamento chimico. A queste problematiche, si aggiungono inondazioni ricorrenti dei fiumi, smaltimento abusivo di rifiuti e presenza di aree caratterizzate da un'elevata densità di traffico. Il progetto risponde alle sfide individuate dalle 5 aree pilota fornendo strumenti e approcci innovativi per la gestione e il recupero sostenibile del suolo.

Soluzione

La strategia di intervento si basa su due azioni complementari: da un lato la diagnosi iniziale del terreno, operata attraverso una combinazione di screening geofisico rapido, caratterizzazione pedologica e di qualità, e analisi di fertilità; dall'altro l'utilizzo della produzione agricola non alimentare (fiori, biomasse, colture industriali) come via di recupero funzionale del suolo.

POLARECCE

New chance for Polluted Lands

La scelta di questo approccio integrato permette di rimettere in uso economico i terreni contaminati senza reintrodurre il rischio di contaminazione della catena alimentare. Il progetto ha previsto la creazione di diverse aree pilota tra Italia, Ungheria, Slovenia e Polonia, operando scelte differenti in base al contesto territoriale. La strategia di intervento si basa su due azioni complementari: da un lato la diagnosi iniziale del terreno, operata attraverso una combinazione di screening geofisico rapido, caratterizzazione pedologica e di qualità, e analisi di fertilità; dall'altro l'utilizzo della produzione agricola non alimentare (fiori, biomasse, colture industriali) come via di recupero funzionale del suolo.

La scelta di questo approccio integrato permette di rimettere in uso economico i terreni contaminati senza reintrodurre il rischio di contaminazione della catena alimentare. Il progetto ha previsto la creazione di diverse aree pilota tra Italia, Ungheria, Slovenia e Polonia, operando scelte differenti in base al contesto territoriale. In Italia, a Cairo Montenotte, il pilot ha dimostrato la fattibilità del recupero di un suolo contaminato tramite floricoltura non alimentare (peonie erbacee ed ortensie); l'Ungheria, con la città di Gyomaendrőd, ha orientato l'intervento sull'impianto di piantagioni energetiche a ciclo breve, al fine di catturare CO_2, migliorare la qualità dell'aria e la gestione idrica del suolo, a lungo oggetto di pratiche agricole scadenti. Le aree di Ormož, in Slovenia, e Skawina, in Polonia, invece hanno affrontato il tema del recupero del suolo attraverso l'impianto di - rispettivamente - gelso bianco e Miscanthus × giganteus (famiglia delle graminacee). Le due aree pilota hanno proposto un modello facilmente scalabile e adatto a terreni altamente degradati.

Link di approfondimento:
PoLaRecCE – New Chance for Polluted Lands | Interreg Central Europe

UPPER

Urban Productive Parks for the development of NBS related technologies and services

Programma: UIA - Urban Innovative Actions
Anni realizzazione: 2019-2023

Budget: € 3.947.760,00
Topic: verde urbano

PARCHI PRODUTTIVI URBANI

Partenariato

Comune di Latina (capofila); Cooperativa Sociale Labirinto; Innovaction Europe Social Cooperative; Ce.R.S.I.Te.S. - Università di Roma La Sapienza; Tesserae Urban Social Research; Engie; Fondazione Roffredo Caetani; Associazione Tecla; Parco Nazionale del Circeo

Sfida

Negli ultimi 50 anni, la città di Latina ha vissuto una rapida urbanizzazione che ha condotto, come in molti altri casi in Italia, ad un consumo di suolo e di risorse naturali locali non regolato: la disponibilità di aree verdi pubbliche e accessibili per abitante è inferiore alla media nazionale - con effetti sulla frequenza dei fenomeni delle isole di calore - e i parchi presenti risultano comunque poco utilizzati perché non attrezzati e percepiti come poco sicuri. Al contempo, l'ecosistema dei canali e dei fiumi è indebolito dagli eventi atmosferici estremi sempre più frequenti, che portano ad allagamenti improvvisi, e cronicamente affetto da una elevata concentrazione di sostanze inquinanti.

Il mancato coordinamento tra attori pubblici e privati e la dispersione di professionalità specializzate - anche dovuta al fatto che oltre il 70% dei laureati, al termine degli studi, si trasferisce in altre città, mentre rimangono alte la disoccupazione e l'inattività giovanili - hanno reso più difficile il recupero degli ecosistemi e la manutenzione delle infrastrutture verdi e blu di Latina.

Con il progetto UPPER, Latina ha dunque voluto aumentare la disponibilità, l'accessibilità e la sostenibilità delle aree verdi pubbliche, migliorare la qualità dell'aria e dell'acqua e favorire così lo sviluppo economico e culturale locale.

UPPER

Urban Productive Parks for the development of NBS related technologies and services

Soluzione

UPPER ha sperimentato un uso innovativo delle aree verdi urbane attraverso la creazione di parchi produttivi destinati alla ricerca, allo sviluppo e all'autoproduzione di Nature-based Solutions e co-gestiti dai partner di progetto e da numerosi stakeholder e la sperimentazione delle soluzioni di rigenerazione autoprodotte - quali piante per la fitodepurazione di acqua e terreno, alberi autoctoni per combattere le isole di calore e l'inquinamento, piante filtranti e rinforzanti sulle sponde dei canali - in ulteriori aree della città. L'approccio adottato dal progetto ha affiancato alla rinaturalizzazione un insieme di servizi e attività volte ad affrontare anche questioni di carattere economico e sociale: nelle otto aree di intervento sono stati così realizzati gli UPPER Seeds, attività educative, sportive e ricreative rivolte alla cittadinanza, coinvolta in attività di co-progettazione attraverso gli UPPER City Lab.

È stato inoltre attivato un programma di inserimento lavorativo rivolto a persone vulnerabili per formare profili impegnati nella gestione e manutenzione dei Parchi Produttivi Urbani, e si è sperimentata una Green Areas Bank, un'iniziativa volta a far incontrare domanda e offerta delle NbS autoprodotte, coinvolgendo attori pubblici e privati e promuovendone l'impegno per garantire la sostenibilità economica futura dei parchi. Grazie ad una Business Challenge, il progetto ha supportato la creazione di tre startup innovative nel settore delle Nature-based Solutions.

Tra gli interventi più significativi, si evidenziano quello del Campo Boario e del Canale Acque Medie, quello di Piazzale dei Mercanti e quello di Piazza Ilaria Alpi: nel primo caso, il canale scorre in un'area densamente abitata - incluso il quartiere di Campo Boario - e funge da corridoio ecologico blu e collegamento tra i Monti Lepini e la fascia costiera. Grazie al coinvolgimento della popolazione, all'impegno di associazioni ambientaliste e culturali e ai comitati di quartiere, in questi luoghi è stato realizzato il **Parco delle Acque Medie** che, con un'estensione di 6km, collega la periferia nord-est della città con il centro. Il parco ospita percorsi ciclopedonali e punti di osservazione naturalistica, attrezzature sportive e ricreative; gli interventi hanno da un lato riguardato la piantumazione di specie vegetali fitodepurative per filtrare le sostanze inquinanti provenienti dalla sede stradale e, dall'altro, consentito di consolidare gli argini e realizzare bacini di laminazione sulle sponde per evitare rischi alluvionali.

UPPER

Urban Productive Parks for the development of NBS related technologies and services

Piazzale dei Mercanti si trova invece in una zona della città un tempo caratterizzata da aree boschive e di macchia mediterranea e oggi fortemente antropizzata, con un'elevata densità abitativa e numerose attività economiche e sociali (tra le quali diverse scuole e il mercato settimanale). Il Parco Produttivo qui realizzato è uno spazio multifunzionale dedicato alla socialità e ad attività ludiche e ricreative organizzate in collaborazione con gli attori sociali locali; gli interventi hanno riguardato la de-impermeabilizzazione di alcune porzioni di suolo per ripristinare la funzione idraulica del terreno, la piantumazione di frassini e querce e l'installazione di sistemi per la raccolta e l'infiltrazione delle acque piovane, con due vasche comunicanti per garantire un regolare approvvigionamento idrico alle nuove specie vegetali.

Infine, grazie ad un percorso partecipativo che ha coinvolto associazioni e residenti del quartiere, l'area di **Piazza Ilaria Alpi** - uno spazio di forma rettangolare circondato da edifici residenziali e affacciato verso un piccolo bosco di eucalipti e i Monti Lepini - ospita specie vegetative scelte per rafforzare la connettività ecologica e un terrapieno - dotato di un canale vegetato progettato per raccogliere e gestire naturalmente le acque piovane - che degrada verso uno spazio destinato a spettacoli ed eventi, tra i quali quelli ricreativi UPPER Seeds. Il Patto di Collaborazione tra il Comitato della Piazza e il Comune ha sancito una gestione condivisa dell'area verde, allestita inoltre con un'aula all'aperto, attrezzature sportive e un orto sinergico.

Link di approfondimento:
UPPER - Urban Productive Parks for the development of NBS related technologies and services | UIA - Urban Innovative Actions

WETLAND4CHANGE

Wetlands-based solutions for climate change adaptation, risk prevention and mitigation

Programma: Interreg VI-B EURO Mediterranean
Anni realizzazione: 2024-2026
Budget: € 1.774.195,10
Topic: verde urbano



Partenariato

University of Forestry di Sofia (capofila); Goulandris Natural History Museum; Fondazione MEDSEA - Mediterranean Sea and Coast Foundation; Università di Malaga; Università di Valencia; Fondazione Tour du Valat

Sfida

Nelle regioni del Mediterraneo, numerosi sono gli effetti del cambiamento climatico e dell'antropizzazione del paesaggio: dal 1970 ad oggi, quasi la metà delle wetland, le zone umide naturali dell'area, è andata perduta a causa dell'intensificazione agricola, dell'espansione urbana e dell'eccessivo sfruttamento delle risorse idriche. Le wetland svolgono un ruolo fondamentale nella fornitura di servizi ecosistemici essenziali, tra i quali - oltre al sostegno alla biodiversità - il sequestro di carbonio e la regolazione delle piene fluviali: la perdita e il degrado di tali zone indicano che l'importanza di tali loro funzioni è ancora scarsamente riconosciuta, tanto dalla popolazione, quanto dai decisori politici. Di fronte alla sfida dell'adattamento alle trasformazioni del clima e degli ecosistemi, il progetto Wetland4Change ha promosso - tra le Nature-based Solutions - soluzioni innovative volte a ripristinare e conservare le zone umide mediterranee, aggiornando e valorizzando le conoscenze disponibili sullo stato di tali aree e sui servizi ecosistemici che esse forniscono.

Soluzione

Per rafforzare la capacità di affrontare la crisi climatica sia a livello locale, sia su scala internazionale, migliorando la condivisione di conoscenze scientifiche e di meccanismi di governance efficaci, il progetto ha testato e validato due soluzioni replicabili basate sulle wetland, relative al sequestro di carbonio e alla regolazione delle piene e del rischio di alluvioni.

WETLAND4CHANGE

Wetlands-based solutions for climate change adaptation, risk prevention and mitigation

I pilot sono stati realizzati in cinque siti: il bacino transfrontaliero del fiume Struma/Strymon tra Bulgaria e Grecia, la zona umida di Oristano, l'area dell'Albufera in Spagna e la Camargue in Francia; il coinvolgimento di comunità locali, autorità pubbliche, scuole e associazioni del territorio in eventi e iniziative di sensibilizzazione ha consentito di rafforzare il legame con i territori e promuovere una cultura della tutela di tali ambienti.

In relazione al tema del sequestro di carbonio, si sono dapprima definiti protocolli armonizzati per la raccolta dei dati e la preparazione degli input - comprensivi anche di analisi satellitari - per la modellizzazione e successivamente sono state avviate campagne mirate di monitoraggio sul campo con una camera galleggiante dotata di sensore per la misurazione della CO2; parallelamente, si sono raccolti e integrati nel tool per il monitoraggio delle piene i dataset di tutte le aree individuate per le sperimentazioni e, grazie a simulazioni realizzate integrando dati pedologici e ponderando i diversi indicatori, si è evidenziato il ruolo che gli ecosistemi delle diverse zone umide hanno nella regolazione dei livelli dell'acqua e si sono individuate le NbS più adatte alle peculiarità di ogni contesto. Sotto il profilo scientifico, Wetland4Change ha dunque consentito la quantificazione del carbonio attualmente immagazzinato negli ecosistemi umidi e di quello potenzialmente sequestrato in diversi scenari di ripristino e conservazione, proponendo un'analisi comparativa tra i diversi contesti di implementazione della soluzione; si è inoltre arrivati alla definizione di un quadro metodologico strutturato per la mappatura e la valutazione dei servizi di regolazione delle inondazioni in caso di piene connessi alle wetland: utilizzando GIS e dati di Earth Observation e prendendo in considerazione variabili biofisiche fondamentali come le caratteristiche dei suoli, la copertura di vegetazione e la capacità di ritenzione idrica, si è potuto quantificare il contributo delle zone umide alla riduzione dei rischi idraulici e fornire una solida base scientifica per sostenere interventi di conservazione di tali aree in ottica di Nature-based Solutions e Ecosystem-based Adaptation.

Parte integrante del progetto, infine, è la Wetlands Climate Solutions Platform, che mette a disposizione informazioni relative alla localizzazione, all'estensione, allo stato di conservazione e alle funzioni ecosistemiche delle zone umide presenti nei siti pilota, facilitando la scalabilità e la replicabilità delle soluzioni ad altri territori, con l'obiettivo di mitigare gli effetti del cambiamento climatico, ridurre il rischio idraulico e consentire una pianificazione e uno sviluppo territoriale sostenibile.

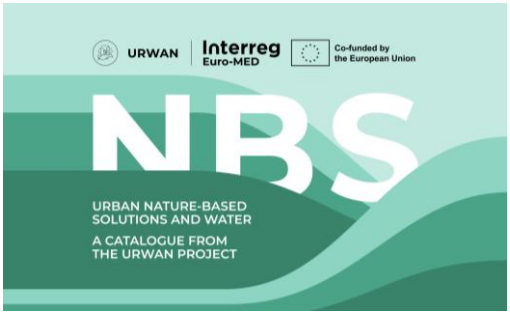
Link di approfondimento: Wetland4Change | Interreg Euro-MED

URWAN

Urban Regenerative Water Avant-garde(N)

Programma: Interreg VI-B EURO Mediterranean
Anni realizzazione: 2024-2026

Budget: € 2.784.405,70
Topic: verde urbano



Partenariato

ANCI Lazio (capofila); IRIDRA s.r.l.; Centro Euro-Mediterraneo per lo Sviluppo Sostenibile; Associazione per l'Innovazione e l'Economia Sociale "Make it Better"; MedCities; Centro di Ricerca Scientifica Bistra Ptuj; Agenzia maltese per l'Energia e l'Acqua; Città di Sarajevo

Sfida

A causa del cambiamento climatico, le regioni mediterranee sono sempre più colpite da lunghi periodi di siccità e da gravi fenomeni di scarsità idrica, e la vulnerabilità dei territori si traduce spesso in problematiche di tipo economico e sociale per le popolazioni residenti. Aumentare la presenza di verde nelle città è necessario per mitigare gli effetti di queste trasformazioni, ma la pianificazione di questi investimenti spesso non risponde ad una strategia di lungo periodo nella quale siano valutate la disponibilità di risorse, gli impatti attesi e le opportunità connesse a tali interventi. Le sfide nella gestione dell'acqua richiedono, invece, un approccio integrato, frutto di una condivisione di conoscenze e competenze tra diversi stakeholder. Il progetto URWAN approfondisce il nesso tra rigenerazione urbana e gestione delle risorse, in sinergia con i princìpi della New European Bauhaus Initiative, dimostrando come le Nature-based Solutions - sviluppate attraverso approcci di co-creazione - possano rappresentare una risposta congiunta da parte di amministratori locali, esperti, tecnici e cittadini per migliorare la resilienza delle città al cambiamento climatico.

Soluzione

Per migliorare la resilienza climatica delle città alle sfide della siccità e della scarsità idrica, URWAN ha coinvolto sei città nell'elaborazione e sperimentazione di un Enabler Pack tramite cui promuovere l'implementazione di NbS e infrastrutture verdi e blu. La soluzione promossa dal progetto consta di quattro elementi, ciascuno dei quali volto a soddisfare un obiettivo

URWAN

Urban Regenerative Water Avant-garde(N)

Il programma formativo si rivolge principalmente ai dirigenti delle amministrazioni locali, ai funzionari pubblici e agli esperti tecnici e mira a sensibilizzare e sviluppare maggiore consapevolezza sulle NbS. Il catalogo è invece organizzato in due sezioni, dedicate alle Water Snob NbS - ovvero alle soluzioni con elevato fabbisogno idrico - e alle Water Smart NbS - orientate per contro al risparmio idrico; tutti gli esempi sono descritti attraverso schede che ne evidenziano le caratteristiche tecniche, i principali benefici ambientali, i casi concreti di applicazione e alcune possibilità di integrazione - in ottica di replicabilità - in differenti contesti urbani. Le linee guida Start Park supportano le comunità e le amministrazioni nella co-progettazione di infrastrutture verdi e blu tramite cui rafforzare la resilienza climatica a livello ecosistemico e comunitario: lo strumento comprende un serious game utile a far collaborare cittadini ed esperti nella definizione degli elementi fisici dell'infrastruttura e delle dinamiche sociali che la accompagnano. La checklist infine è uno strumento pratico di supporto che aiuta progettisti e amministratori a verificare che tutti gli elementi essenziali a implementare correttamente una NbS siano stati presi in considerazione nelle fasi di pianificazione, progettazione e realizzazione.

Il progetto URWAN è stato implementato in Portogallo, Slovenia, Bosnia-Erzegovina, Italia e Cipro. Nella città portoghese di Cuba si è dimostrata l'efficacia di un sistema integrato di NbS nella gestione sostenibile delle acque piovane e grigie, con l'obiettivo di ridurre il fabbisogno di acqua potabile per l'irrigazione attraverso un processo di sewer mining, che intercetta e tratta localmente le acque reflue, trasformando lo scarto in una nuova risorsa idrica. Nella città di Ptuj è stato invece sviluppato un Digital Twin, alimentato con dati GIS e informazioni topografiche, ambientali e urbane, e collegato con il motore di resilienza Kassandra, per calcolare il livello di resilienza climatica e simulare diversi scenari di adattamento in relazione a differenti possibili interventi. A Roma, il progetto ha consentito di realizzare un sistema integrato di NbS per la gestione delle acque urbane in modo più sostenibile: in particolare, in una scuola del nono Municipio della capitale, si è proceduto alla rimozione delle superfici impermeabili del cortile scolastico a favore della creazione di un rain garden e di un'area di bioretention per migliorare il microclima e la vivibilità dello spazio e raccogliere e immagazzinare l'acqua piovana in un serbatoio dedicato, riducendo il consumo di quella potabile per l'irrigazione dell'orto scolastico e delle aree verdi.

Link di approfondimento: URWAN | Interreg Euro-MED

RE-PUBLIC SPACES

Revitalisation of public spaces in historic cities - adaptation of cities courtyards to climate change in Central Europe

Programma: Interreg VI-B Central Europe
Anni realizzazione: 2024-2026

Budget: € 1.467.368,66
Topic: pianificazione degli spazi



Partenariato

Politecnico di Lublino (capofila); Fondazione LINKS; Città di Pinerolo; Energy Institute Hrvoje Požar; Città di Osijek; Università di Ljubljana; Polish National Committee ICOMOS; Città di Łódź; Città di Velenje

Sfida

La resilienza al cambiamento climatico rappresenta una delle principali sfide e una priorità strategica che le città europee sono e saranno chiamate a perseguire nei prossimi anni: particolare attenzione dovrà essere riservata ai centri storici, spesso costituiti da isolati edilizi con cortili interni ad oggi poco utilizzati, e per i quali sono scarsi o persino assenti strumenti e politiche adeguati in ottica di adattamento alle trasformazioni del clima. I processi di riqualificazione finora intrapresi non sono stati efficaci nel tenere conto delle peculiarità che caratterizzano tali aree, che richiedono soluzioni non solo di tipo tecnico, ma anche sociali e organizzative, frutto di una rinnovata pianificazione degli spazi urbani nella quale gli esperti dialoghino tanto con le amministrazioni quanto con i residenti. Il progetto RE-PUBLIC SPACES ha promosso la collaborazione tra ricercatori di quattro Paesi per lo sviluppo di una nuova metodologia di analisi delle potenzialità dei cortili, con l'obiettivo di salvaguardare i centri storici, creando ambienti che - mentre proteggono dagli specifici effetti dei cambiamenti climatici di ciascuna regione - migliorino anche la qualità di vita dei cittadini.

Soluzione

Per migliorare l'adattamento dei centri storici al cambiamento climatico, il progetto ha promosso lo sviluppo congiunto di apposite strategie utili ad affrontare le sfide climatiche e strutturali locali, analizzare le condizioni dei cortili interni e proporre raccomandazioni per l'introduzione di infrastrutture verdi in termini di Nature-based Solutions, misure di contrasto

alle isole di calore urbane mediante raffrescamento e ombreggiamento, e sistemi per mitigazione delle piogge intense, attraverso giardini e soluzioni per la ritenzione e l'infiltrazione delle acque piovane. L'elaborazione delle strategie è il risultato tanto della cooperazione internazionale tra i partner tecnici e le città direttamente coinvolte, quanto dello scambio di esperienze all'interno del partenariato e di un processo di co-progettazione che ha coinvolto i diversi stakeholder delle comunità locali. Oltre a quattro protocolli di adattamento, dedicati ciascuno ad una specifica problematica e volti a migliorare il microclima urbano, è stato redatto un set di linee guida contenente soluzioni pratiche per integrare l'adattamento climatico nelle politiche locali, regionali e nazionali. Parte integrante della soluzione promossa da RE-PUBLIC SPACES è inoltre la Carta dei cortili verdi e sostenibili nelle città storiche, un documento di indirizzo finalizzato a guidare la conservazione e la gestione sostenibile dei cortili: la Carta offre un quadro di riferimento pensato per essere recepibile nelle normative nazionali dei paesi europei e supporta le autorità competenti e le pubbliche amministrazioni locali nella tutela del patrimonio storico, nell'integrazione delle pratiche di riqualificazione dei cortili nelle più ampie politiche urbane - anche con riferimenti ai processi di autorizzazione e approvazione di progetti dedicati.

Accanto alle attività di ricerca, il progetto ha inoltre previsto la sperimentazione in contesto reale dell'approccio metodologico proposto, attraverso pilot condotti nei cortili delle città partner: a Łódź, in Polonia, sono state implementate infrastrutture verdi e NbS per ridurre l'impermeabilizzazione dei cortili e fronteggiare meglio il problema delle piogge torrenziali; a Velenje, in Slovenia, si è intervenuto in un'area precedentemente riqualificata in modo inadeguato e si sono installati arredi mobili - che consentissero diverse disposizioni spaziali - integrati con il verde e realizzati con materiali naturali; a Osijek, in Croazia, il compito di ridurre le temperature urbane è stato affidato ad una serie di infrastrutture blu e verdi, tra i quali fontane e dispositivi di nebulizzazione. Il pilota "Cooler City" di Pinerolo ha voluto mitigare gli effetti delle ondate di calore negli spazi pubblici del centro storico attraverso la combinazione di superfici ad alta riflettanza e un incremento dell'ombreggiamento: l'intervento ha interessato il cortile del Comune e ha coinvolto i dipendenti in un processo partecipativo volto sia a individuare fabbisogni e priorità, sia a collaborare alla realizzazione dei lavori. Si è proceduto dunque al ridimensionamento di un'area destinata a parcheggio, a favore di arredi per la sosta e l'incontro tra le persone, e all'applicazione di rivestimenti in asfalto chiaro per aumentare la riflettività della superficie, grazie ad un'opera di street art orizzontale a cromie chiare sulla pavimentazione; con l'installazione di un pergolato ombreggiante e la piantumazione di nuova vegetazione, che intercetta la radiazione solare lungo il susseguirsi delle stagioni e favorisce l'evapotraspirazione, si è inoltre riusciti a creare un microclima locale più fresco.

Link di approfondimento: RE-PUBLIC SPACES - Interreg Central Europe

CoFarm4Cities

Creating a sustainable model for urban fringe farming in Central Europe

Programma: Interreg VI-B Central Europe
Anni realizzazione: 2023-2026

Budget: € 2.241.514,39
Topic: pianificazione degli spazi



Partenariato

Distretto di Óbuda-Békásmegyer - Budapest (capofila); Città di Torino; KAIROS Consorzio di cooperative sociali; Città di Zagabria; Città di Cracovia; Città di Ljubljana; Università di Óbuda – Budapest; Istituto per l'economia circolare della Croazia; Associazione DOVES - FEE Slovenia

Sfida

Tanto l'urbanizzazione e il consumo di suolo ad essa correlato quanto il cambiamento climatico rappresentano una minaccia per la sovranità alimentare delle città dell'Europa Centrale, per la fertilità dei suoi terreni e per la preservazione della biodiversità. In questo scenario, contrastare l'espansione urbana incontrollata - e dunque il fenomeno dello sprawl - attraverso approcci basati sulle Nature-based Solutions e rigenerare le aree degradate, anche al fine di rafforzare i sistemi alimentari locali, diventano obiettivi primari; al contempo, come dimostra anche la diffusione degli orti comunitari soprattutto nel periodo post-pandemico, è in crescita la domanda da parte dei cittadini di maggiori superfici coltivabili anche all'interno dei contesti urbani: le competenze agricole e orticole risultano però spesso insufficienti e poco diffuse, e necessitano dunque di essere migliorate.

Con il progetto CoFarm4Cities, si è voluto sia potenziare la produzione alimentare nelle aree periurbane, sia rendere l'agricoltura urbana accessibile ad un maggiore numero di cittadini, valorizzandone i benefici ambientali e socioeconomici - ancora poco osservati in queste regioni europee: l'obiettivo era infatti quello di identificare modelli sostenibili e replicabili di utilizzo di aree agricole periurbane e di aree a uso misto o abbandonate coinvolgendo anche gli stakeholder locali nella loro gestione e manutenzione.

Soluzione

Per favorire la conversione di alcune aree in terreni dedicati all'agricoltura urbana rispondendo alle sfide legate al consumo di suolo in termini di perdita della biodiversità e di compromissione della fertilità dei terreni, il progetto ha analizzato alcune buone pratiche

CoFarm4Cities

Creating a sustainable model for urban fringe farming in Central Europe

sviluppate in contesto europeo e le ha adoperate come punto di partenza per definire diversi possibili **scenari di uso agricolo del suolo urbano e periurbano**, prendendo in considerazione aspetti gestionali, economici, ambientali e sociali e avviando una fase di test a Budapest (nella fattoria urbana di Csúcshegy), Zagabria (nel frutteto urbano di Brestje), Cracovia (nell'orto comunitario Plot), Lubiana (nella mini-fattoria urbana Rakova Jelša, dove le attività sono state organizzate in sinergia con il programma Eco-Schools Slovenia) e Torino. L'area prescelta è quella degli Orti Urbani di Cascina Falchera, che comprendono 83 appezzamenti, distribuiti tra cittadini e associazioni del territorio, e sono dotati di un biocompostatore: il progetto è iscritto infatti in una più ampia strategia di trasformazione del quartiere Falchera in termini di sostenibilità non solo ambientale, volta a preservare i terreni agricoli dall'espansione urbana, ma anche economica e sociale, con una particolare attenzione ai processi decisionali partecipativi nei quali coinvolgere i residenti.

Le cinque città hanno definito i propri Piani d'Azione, documenti di indirizzo strategico che riflettono le peculiarità del territorio e le esigenze delle comunità, che sono state coinvolte - insieme ai decisori politici, esperti del settore e altre città interessate al progetto - sia dal lato della produzione, sia da quello della domanda di agricoltura urbana: i piani hanno identificato le misure necessarie per rendere sostenibili sul lungo periodo queste tipologie di soluzioni e per integrare in modo permanente sempre più spazi verdi all'interno delle città.

Il lavoro su scala locale è stato affiancato a quello a livello internazionale, che ha consentito ai partner di CoFarm4Cities di sviluppare il **modello UFSLU - Urban Farming-based Sustainable Land Use**, uno schema dettagliato e integrato per supportare la diffusione dell'agricoltura urbana e periurbana nell'Europa Centrale: al fine di favorire la replicabilità di tale approccio, il modello ha inoltre predisposto un kit di strumenti e linee guida per il coinvolgimento della comunità e degli stakeholder.

Nel periodo di implementazione, i territori pilota hanno inoltre attivato **percorsi di educazione ambientale** per studenti e specifiche fasce di popolazione e formazione per i decisori pubblici sul tema dell'agricoltura sostenibile. Attraverso questi differenti strumenti, il progetto ha inteso rinsaldare il legame tra le comunità e le aree dedicate alla coltivazione e rafforzare la produzione locale di cibo sano, contribuendo alla transizione verso sistemi alimentari sostenibili - come indicato dalla strategia europea Farm to Fork.

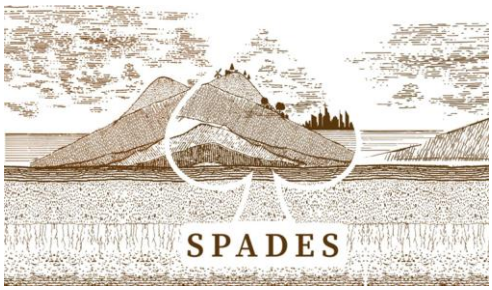
Link di approfondimento: CoFarm4Cities | Interreg Central Europe

SPADES

Spatial Planning and Design with Soil

Programma: Horizon Europe
Anni realizzazione: 2024-2028

Budget: € 6.974.042,50
Topic: pianificazione degli spazi



Partenariato

Stichting Deltares (capofila); Politecnico di Milano; Politecnico di Delft; Centro Helmholtz per la Ricerca Ambientale; Istituto belga per la Ricerca Agricola e della Pesca; Istituto Nazionale francese di Ricerca per l'Agricoltura, l'Alimentazione e l'Ambiente; Università Tecnologica Chalmers; Agenzia Federale austriaca per l'Ambiente (s.r.l.); Istituto di Urbanistica della Repubblica di Slovenia; Fondazione olandese Istituto per l'Eccellenza Urbana; Ufficio di Ricerche Geologiche e Minerarie francese; Segretariato Europeo di ICLEI Associazione Accesso alla Terra per l'Agroecologia (A.L.P.A.); Associazione Urban 2020 Associazione per lo Sviluppo Intercomunale dell'Area Metropolitana di Baia Mare; Città metropolitana di Grenoble; BURST Organizzazione non-profit; Città capoluogo del Land di Klagenfurt am Wörthersee

Sfida

Cambiamenti climatici, urbanizzazione e degrado del territorio stanno compromettendo la **salute del suolo** in Europa e la sua capacità di fornire i servizi ecosistemici essenziali, quali il sequestro di carbonio, l'infiltrazione dell'acqua e il sostegno alla biodiversità: per questo motivo, è sempre più importante sostenere la transizione verso suoli sani elaborando strumenti pratici e accrescendo le conoscenze e le competenze dei decisori politici così come delle comunità locali. Si intende così promuovere un **miglioramento nei processi di pianificazione e progettazione territoriale**, integrando il suolo come elemento centrale tanto nella risposta alle esigenze presenti, quanto nella preservazione di differenti ecosistemi per le generazioni future.

Il progetto SPADES coinvolge ricercatori, amministratori pubblici e professionisti nello sviluppo di soluzioni e modelli per **integrare la gestione del suolo nella pianificazione territoriale**, sperimentando approcci innovativi in 17 siti pilota distribuiti su 10 Stati membri dell'UE: grazie ad una più stretta sinergia tra pianificazione e gestione della risorsa suolo, i processi di urbanizzazione potranno essere più sostenibili e miglioreranno sia la resilienza degli ambienti naturali, sia la qualità della vita urbana.

SPADES

Spatial Planning and Design with Soil

Soluzione

Per tutelare la salute del suolo e arginare gli effetti dannosi generati dal consumo non opportunamente pianificato e dal ritmo sempre crescente dell'urbanizzazione, il progetto intende colmare il divario tra le scienze del suolo e la pianificazione territoriale. L'approccio adottato si basa dapprima su un'analisi e sulla ricognizione dello stato dell'arte sul tema della gestione dei terreni e del contrasto al loro degrado condotte sui 10 Stati membri coinvolti nel progetto (Romania, Germania, Ungheria, Francia, Austria, Belgio, Paesi Bassi, Slovenia, Svezia e Italia), e successivamente sull'elaborazione di strumenti operativi che permettano di definire dei quadri di pianificazione nei quali la salute del suolo sia presa in considerazione nella scelta di intervenire su infrastrutture verdi, blu e grigie: i 17 pilot testeranno questi tool per elaborare ciascuno la propria strategia - in sinergia con gli obiettivi del Green Deal europeo e della Strategia dell'UE per il suolo 2030 - e affinare l'uso degli strumenti in contesti urbani, periurbani e rurali con differenti sfide in termini di destinazione d'uso del suolo e condizioni socioeconomiche. In tali siti, sarà inoltre fondamentale il coinvolgimento attivo di una pluralità di stakeholder - quali decisori politici, esperti tecnici e comunità locali, in ottica di collaborazione intersettoriale - per garantire l'adeguatezza e l'efficacia delle soluzioni proposte a specifici fabbisogni: workshop, attività educative e percorsi di formazione saranno organizzati per aumentare la cultura del suolo e rafforzare le competenze degli interlocutori coinvolti su scala locale.

Attraverso questa metodologia e grazie alle soluzioni implementate sui diversi territori, SPADES mira a generare un impatto non solo di tipo ambientale, supportando la resilienza delle aree urbane e rurali al cambiamento climatico, aumentando la biodiversità e tutelando le funzioni del suolo, ma anche sociale ed economico, promuovendo la creazione di nuove opportunità occupazionali legate allo sviluppo sostenibile e rendendo accessibili nuovi spazi verdi all'interno delle città per migliorare la qualità della vita di quanti vi risiedono. In termini di politiche e di governance del territorio, infine, il progetto vuole sviluppare strumenti di tutela del suolo scalabili, che possano essere integrati in modo duraturo nelle politiche locali, nazionali ed europee. Per questo motivo, l'eterogeneità delle aree di implementazione rappresenta un punto di forza di SPADES.

La città rumena di Baia Mare si è storicamente sviluppata grazie all'attività estrattiva ed è chiamata ad affrontare le problematiche legate, da un lato, alla presenza di numerose aree di suolo degradato e, dall'altro, alla necessità di tutelare una riserva naturale di castagni

SPADES

Spatial Planning and Design with Soil

senza danneggiare le attività economiche legate al turismo: l'obiettivo del pilot è quello di effettuare uno studio preliminare per analizzare il suolo e valutarne il livello di degrado, per individuare dunque soluzioni per il riutilizzo e il reinserimento di tali aree nel circuito economico e sociale.

In Austria, Klagenfurt si trova invece ad affrontare un fenomeno di aumento del consumo di suolo (+21% negli ultimi vent'anni) non proporzionato alla crescita demografica, a danno di un territorio che presentava solo un terzo della propria superficie come urbanizzata, mentre le restanti parti erano agricole, forestali o naturali: SPADES accompagnerà il Comune, selezionato tra le 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030, nel perseguimento dei propri ambiziosi obiettivi climatici elaborando una strategia di recupero e riutilizzo di terreni edificati sottoutilizzati e promuovendo la densificazione nelle aree già urbanizzate.

Nella città metropolitana di Nantes, la presenza della Loira ha storicamente contribuito allo sviluppo della regione e grazie a cantieri navali e all'industria marittima ha determinato una significativa espansione urbana, che tuttavia oggi si intende contenere per arrivare all'obiettivo della Zero Net Artificialisation, migliorando inoltre l'equilibrio tra edilizia residenziale e tutela ambientale; SPADES contribuirà a rafforzare le azioni di recupero e rigenerazione dei suoli in sinergia con il programma nazionale di ricerca e sviluppo PermePolis, che intende definire metodologie partecipative su scala territoriale per la progettazione di strategie di de-impermeabilizzazione.

In Italia, invece, il pilot riguarda l'autostrada A35 che dal 2014 collega direttamente Brescia e Milano, passando anche nei territori delle province di Bergamo e Lodi: la realizzazione di questa infrastruttura ha avuto un impatto significativo in termini di consumo permanente di suolo e impermeabilizzazione, coinvolgendo 27 Comuni e quattro parchi regionali fluviali. In collaborazione con il Politecnico di Milano e coinvolgendo attivamente gli stakeholder locali, la sperimentazione analizzerà le conseguenze ambientali dirette e indirette della costruzione dell'autostrada, esaminerà le misure di compensazione ambientale adottate e valuterà i sistemi di monitoraggio adottati: l'obiettivo è quello di valorizzare le indicazioni contenute nei Piani di Governo del Territorio e nelle Valutazioni Ambientali Strategiche elaborati dalle amministrazioni pubbliche e migliorare la pianificazione territoriale alla luce delle evidenze emerse.

Link di approfondimento:
SPADES - Spatial Planning and Design with Soil | HORIZON EUROPE

STRENGTH

STRategies for assessing climate changeand natural hazards' impact on urban ecosystems increasing resilience to ENvironmental hazards and promoting territorial GrowTH

Programma: Interreg VI-A Italia-Croazia
Anni realizzazione: 2024-2026

Budget: € 1.877.043,60
Topic: rischio idrogeologico



Partenariato

Università di Ferrara (capofila); Consorzio di bonifica Pianura di Ferrara; Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale, OGS; Comune di Ravenna; Università di Spalato, Facoltà di ingegneria civile, architettura e geodesia e Facoltà di ingegneria elettronica, meccanica e navale; Agenzia di sviluppo RERA; Comune di Kastela

Sfida

Il territorio dei tre siti pilota — Ravenna, Ferrara, Kaštela — condivide una fragilità duplice: da un lato l'esposizione fisica a fenomeni climatico-idrogeologici (innalzamento del mare, intrusione salina, alluvioni lampo, mareggiate, subsidenza), dall'altro un patrimonio edilizio e infrastrutturale di cui non si conosce con precisione lo stato di salute strutturale.

A questo si somma un **gap conoscitivo di monitoraggio**: mancano reti dense di sensori in tempo reale, sistemi di allerta calibrati sulle condizioni locali e strumenti standardizzati; anche laddove i dati di monitoraggio esistono, occorre comunque potenziare una cooperazione tra enti e una standardizzazione delle soglie e dei protocolli operativi tra i diversi contesti transfrontalieri, da adottare in caso di emergenza. Il progetto risponde a queste sfide, proponendo un approccio predittivo/preventivo nella gestione del rischio costiero e strutturale, e aumentando l'efficacia nei processi di intervento e cooperazione della protezione civile.

Soluzione

STRENGTH ha favorito la diffusione transfrontaliera di tecnologie intelligenti per il monitoraggio di strutture e infrastrutture attraverso tecnologie digitali e geofisiche.

STRENGTH

STRategies for assessing climate changeand natural hazards' impact on urban ecosystems increasing resilience to ENvironmental hazards and promoting territorial GrowTH

A Ravenna l'intervento si è concentrato sul rafforzamento della capacità di monitoraggio e allerta del Comune, attraverso l'installazione di tre nuove stazioni meteo IoT in punti strategici — S. Alberto, Porto Corsini e Lido Adriano — dotate di sensori per pioggia, vento, temperatura e umidità. Questo ha rafforzato l'"Alert System", il servizio comunale di allerta telefonica/SMS/app attivo dal 2023, e che si è già dimostrato efficace durante le alluvioni del 2023 e del 2024.

A Ferrara, il focus è stato declinato invece sulla diagnosi fisica del territorio: nell'area di Comacchio è stata condotta una campagna geofisica multi-metodo su un tratto di argine fluviale critico, storicamente soggetto ad allagamenti.

A Kaštela, infine, il progetto ha costruito un sistema integrato di monitoraggio del rischio idrogeologico e sismico, integrando stazioni meteo in 5 località che alimentano un modello idrologico su misura per il bacino torrentizio che scende dal Kozjak verso la costa, capace di valutare quanto il suolo sia già saturo e attivare allerte crescenti per il rischio di flash flood — validato con telecamere sul campo e affinato sugli eventi reali del 2025-2026. Sul fronte sismico, sono state condotte analisi ingegneristiche avanzate su 5 scuole cittadine per la stima del rischio.

Il progetto ha inoltre risposto alla sfida comune alle 2 Regioni di proporre soluzioni di rafforzamento dei processi operativi della protezione civile, integrando sistemi di allerta precoce (EWS) e un modello idrogeologico-idraulico con soglie di allerta calibrate sul contesto territoriale.

Link di approfondimento: STRENGTH | Interreg Italia Croazia

Ero-STOP

Approcci avanzati e sostenibili alla prevenzione dell'erosione del suolo

Programma: Interreg VI-A Italia-Slovenia
Anni realizzazione: 2024-2026

Budget: € 983.410,00
Topic: rischio idrogeologico



Partenariato

Camera dell'Agricoltura e della Silvicoltura della Slovenia Istituto Agricolo e Forestale di Nova Gorica (capofila); Comune di Duino Aurisina – Občina Devin Nabrežina; VeGAL - GAL Venezia Orientale; Università di Lubiana; Università IUAV di Venezia

Sfida

La problematica dell'erosione del suolo nelle aree pilota della Slovenia e dell'Italia rappresenta un fenomeno complesso e multidimensionale, in quanto coinvolge fattori geologici, pedologici, idrologici, climatici e antropici. Benché i rilievi collinari della Valle del Vipacco in Slovenia e le aree costiere e carsiche in Italia (Venezia, Duino-Aurisina) differiscano per morfologia e uso del suolo, in entrambi i territori si riscontrano problemi di erosione pluviale che, nel contesto dei cambiamenti climatici, risultano sempre più accentuati e richiedono strategie di adattamento.

L'analisi dei processi erosivi evidenzia che l'erosione superficiale, come quella da impatto delle gocce di pioggia (splash), diffusa (interrill) e incanalata (rill), nonché l'erosione profonda, come quella a solchi (gully) e a incisioni più marcate, influiscono direttamente sulla qualità del suolo e sulla produttività agricola. Le trasformazioni del territorio, inclusi gli interventi edilizi, le pratiche agricole e la gestione della viabilità rurale, contribuiscono ulteriormente alla definizione dei livelli di rischio, facendo risultare particolarmente vulnerabili i versanti ripidi e le superfici prive di copertura vegetale, dove il manto vegetale è degradato o assente. L'implementazione di adeguate misure antierosive richiede quindi un approccio combinato che integri soluzioni tecniche, uso sostenibile del suolo e promozione della vegetazione naturale per una stabilizzazione a lungo termine.

Ero-STOP

Approcci avanzati e sostenibili alla prevenzione dell'erosione del suolo

Soluzione

Nel contesto sopra descritto, il progetto Ero-STOP ha istituito un gruppo transfrontaliero di esperti nel campo dell'erosione con l'obiettivo di predisporre un piano d'azione comune per la realizzazione di azioni preventive e correttive nelle aree non urbane sottoposte o già colpite dall'erosione. La costituzione di tale pool transfrontaliero rappresenta la prima iniziativa di questo tipo nell'area del programma. Il principale output del progetto è rappresentato dal Piano di azione, che affronta l'identificazione, la prevenzione e il risanamento dei processi erosivi in aree con diversi usi del suolo, attraverso il seguente piano di attività:

- Generazione di nuovi dati e mappatura della suscettibilità all'erosione: attraverso mappatura ingegneristico-geologica e idrogeologica, sono state identificate le aree a maggiore suscettibilità all'erosione;
- Misure e soluzioni per prevenire e contrastare l'erosione, suddivise in misure tecniche e misure biotecnologiche. Le prime includono interventi che modificano la geometria del terreno e gestiscono i flussi d'acqua per fermare il ruscellamento (terrazzamenti geometrici, pendenza longitudinale controllata, pozzetti di drenaggio, bacini di ritenzione, drenaggi sotterranei etc); le seconde sfruttano invece elementi naturali, piante e microrganismi per stabilizzare lo strato superficiale del suolo (inerbimento autunnale, colture di copertura, leguminose a radice profonda, agroforestazione etc).
- Disseminazione: organizzati due workshop nell'ambito della preparazione del Piano d'azione per le misure di prevenzione e bonifica dell'erosione.

Link di approfondimento: Ero-STOP | Interreg Italia-Slovenia

PrévRisk-CC

Prevenzione dei rischi e adattamento ai cambiamenti climatici nei territori dell'Espace Mont-Blanc

Programma: Interreg France-Italia ALCOTRA
Anni realizzazione: 2023-2026

Budget: € 2.583.154,91
Topic: rischio idrogeologico



Partenariato

Fondazione Montagna Sicura (capofila); ARPA Valle d'Aosta; Association la Chamoniarde; CNRS–EDYTEM, INRAE; Comune di Courmayeur; CCVCMB - Communauté de Communes de la Vallée de Chamonix Mont-Blanc; Centro funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta; Canton du Valais

Sfida

La Valle d'Aosta registra la percentuale più alta d'Italia di territorio classificato a **pericolosità da frana elevata e molto elevata** (83,7%), e la provincia di Aosta è tra quelle con il maggior numero di eventi franosi principali dal 2010 (Dati ISPRA, 2024). I cambiamenti climatici stanno amplificando questi rischi, con l'incremento di piogge intense, frane superficiali, colate detritiche e, in alta quota, con la degradazione del permafrost che destabilizza versanti rocciosi e infrastrutture.

L'Espace Mont-Blanc presenta una vulnerabilità accentuata rispetto ad altri territori montani per quattro ragioni: alta densità di popolazione nelle valli, elevata frequentazione turistica, altitudine estrema e vasta estensione di ghiacciai e permafrost. I fenomeni di dissesto che ne derivano sono concatenati: il ritiro glaciale genera nuovi laghi il cui svuotamento improvviso innesca piene e colate detritiche a fondovalle; la fusione del permafrost riduce la stabilità delle pareti rocciose, minacciando rifugi, impianti di risalita e vie di accesso; l'alterazione dell'innevamento modifica frequenza e tipologia delle valanghe. Tutti questi processi agiscono in sinergia, provocando effetti a cascata particolarmente critici.

PrévRisk-CC risponde a questa sfida riunendo collettività locali, centri di ricerca e organismi del soccorso alpino, con l'obiettivo di produrre conoscenza scientifica sui rischi emergenti, sviluppare strumenti operativi di monitoraggio e previsione, realizzare azioni pilota di adattamento e diffondere una cultura transfrontaliera del rischio in montagna.

PrévRisk-CC

Prevenzione dei rischi e adattamento ai cambiamenti climatici nei territori dell'Espace Mont-Blanc

Soluzione

PrévRisk-CC ha voluto rispondere alle sfide progettuali combinando ricerca scientifica sui rischi emergenti e azioni pilota di adattamento nelle aree di Courmayeur (Italia) e della Valle di Chamonix (Francia). Le attività scientifiche hanno riguardato quattro ambiti:

- Ghiacciai e pareti rocciose: quantificazione dei volumi di ghiaccio destabilizzabile nei ghiacciai pensili (sito test: Aiguille du Midi), analisi dell'evoluzione secolare di una decina di pareti nord del Massiccio tramite rilievi LiDAR e fotogrammetrici, studio dell'evoluzione termica dei ghiacciai sospesi, confronto di modelli numerici per le traiettorie delle valanghe di ghiaccio.
- Ponti di neve: studio specifico nel settore del Col du Géant, area ad alto tasso di incidenti per cadute in crepaccio.
- Laghi glaciali: sviluppo di una metodologia di rilevamento automatico basata su immagini satellitari e Machine Learning, applicata all'intero Espace Mont-Blanc.
- Valanghe: modelli statistici con algoritmi di Machine Learning per correlare attività valanghiva e condizioni nivo-meteorologiche, utilizzando catasti transfrontalieri e rianalisi meteorologiche, con trasposizione del quadro modellistico al contesto della Valle d'Aosta. Le reti di osservazione in quota, compresa la stazione meteorologica del Monte Bianco (la più alta d'Europa), sono state integrate e potenziate.

Sul versante francese, EDYTEM ha studiato il permafrost in quattro siti infrastrutturali critici: il Rifugio dei Cosmiques, l'Aiguille du Midi, la stazione a monte dei Grands Montets (basamento in deterioramento) e il Rifugio dei Grands Mulets. Sul versante italiano, il Comune di Courmayeur ha avviato un'azione pioniera sulla gestione multirischio a fondovalle, affrontando il riutilizzo dei materiali derivanti da fenomeni gravitativi e la programmazione anticipata delle opere di protezione.

Link di approfondimento:
PrévRisk-CC - "Prevenzione dei Rischi e adattamento ai Cambiamenti Climatici nei territori dell'Espace Mont-Blanc" | Alcotra 2021 - 2027



CONCLUSIONI

L'analisi proposta sul tema dello smart soil management nella presente Roadmap restituisce una panoramica dal punto di vista teorico-scientifico e pratico-implementativo dello stato dell'arte dell'uso del suolo e delle attività realizzate per invertire un fenomeno in accelerazione, che richiede risposte urgenti e coordinate. Come già ricordato, infatti, nel 2024 sono stati **83,7 i km² di territorio trasformato in aree artificiali**, con un ritmo pari a **2,7 m² consumati ogni secondo** e quasi 12 km² di suolo passati da una copertura reversibile rilevata per l'anno precedente ad una permanente. **Infrastrutture, edifici e altre forme di artificializzazione del paesaggio occupano il 7,17% del territorio italiano, rispetto alla media europea che si attesta al 4,4%**. Per contenere l'espansione urbana e infrastrutturale e promuovere il ripristino ecologico a favore di una migliore resilienza del territorio, il coinvolgimento attivo di istituzioni, imprese, enti di ricerca e cittadini non può essere ulteriormente rimandato e deve contribuire efficacemente al raggiungimento degli obiettivi nazionali ed europei che - come definito nel Piano per la Transizione Ecologica e nel regolamento europeo sul ripristino della natura - prevedono anzitutto l'azzeramento del consumo netto di suolo entro il 2030, sia limitando il più possibile gli interventi di artificializzazione, sia aumentando il ripristino naturale delle aree più compromesse.

Poiché **il consumo di suolo ha effetti diretti o indiretti su circa due terzi del territorio nazionale**, con impatti particolarmente significativi in termini di frammentazione ecologica e in relazione al microclima delle aree urbanizzate, l'inversione dell'attuale tendenza rappresenta anche una misura chiave per affrontare le sfide poste dal cambiamento climatico e migliorare l'adattamento agli eventi estremi, la qualità dell'aria, dell'acqua e del terreno stesso e la capacità degli ecosistemi di preservare la biodiversità. **A differenza di altri paesi europei, l'Italia non si è ancora dotata di una strategia specificamente dedicata al suolo** e tutte le politiche che attualmente affrontano questo tema sono integrate in quadri normativi più ampi ai quali risultano subordinate, rendendo più complesse azioni coordinate sul tema. Lo stesso Ministro per Protezione civile, Nello Musumeci, ha sottolineato la necessità dell'Italia di dotarsi entro il 2027 di una normativa nazionale per disciplinare l'uso del suolo e centralizzare la raccolta di tutte le risorse che oggi sono distribuite in maniera frammentata agli enti locali per la gestione di emergenze idriche, dissesto e frane. L'assenza di regolamenti chiari e di priorità definite a livello centrale sulla salute del suolo, così come di attori intermedi capaci di trasferire dalle istituzioni agli attori locali indicazioni pratiche e strumenti di crescita delle competenze e della consapevolezza su queste sfide costituisce uno dei primi gap da colmare per tutelare davvero il territorio. Se le comunità - soprattutto quando direttamente colpite dalle conseguenze del degrado del suolo - hanno dimostrato di essere sensibili a tali problematiche, al punto di organizzarsi anche in enti informali impegnati a favore di questa specifica causa (quali, ad esempio, i biodistretti), i processi di pianificazione territoriale continuano però ad essere gestiti prevalentemente a livello comunale, a detrimento di un uso sostenibile del suolo su scala vasta e integrata.

[28] Directive - EU - 2025/2360 - EN - EUR-Lex

Nello scenario sopra descritto, l'approvazione da parte del Parlamento europeo e la successiva pubblicazione in Gazzetta ufficiale della **Direttiva sul monitoraggio e resilienza del suolo**[28] a fine novembre 2025 rappresentano un importante punto di svolta nel processo di costruzione di un quadro comune per la tutela della salute del suolo in Europa, in linea con gli obiettivi definiti per il 2050. Il sistema di monitoraggio istituito dalla nuova regolamentazione potrà così contribuire a raggiungere la neutralità del degrado di suolo, considerata come l'equilibrio tra un uso che porta al suo degrado e azioni di protezione, gestione e utilizzo sostenibile; nel recepire le nuove norme, gli Stati membri dovranno pertanto, entro il 2028, **predisporre un sistema di distretti e unità di suolo, definire le soglie per i principali parametri di salute del terreno e per l'uso dei contaminanti e attuare i principi di mitigazione del consumo**, con particolare attenzione all'impermeabilizzazione e alla rimozione di suolo, oggetto del monitoraggio. Le attività condotte da ISPRA e da SNPA per la redazione degli studi e dei rapporti presi a riferimento teorico per il presente documento possono costituire un punto di partenza per l'Italia in questo processo di adeguamento normativo e nella direzione di contribuire concretamente alla Missione "*A Soil Deal for Europe*", che si declina nei seguenti **otto obiettivi specifici**:

- Ridurre il degrado del suolo legato alla desertificazione;
- Conservare e aumentare le riserve di carbonio organico nei suoli
- Raggiungere l'azzeramento del consumo netto di suolo e aumentare il riutilizzo dei suoli urbani
- Ridurre l'inquinamento del suolo e potenziare gli interventi di bonifica e ripristino
- Prevenire l'erosione
- Migliorare la struttura del suolo per accrescere la qualità dell'habitat per gli organismi del suolo e per le colture
- Ridurre l'impronta globale dell'Unione europea sui suoli
- Accrescere la consapevolezza e la cultura del suolo nella società di tutti gli Stati membri.

All'interno del programma europeo per la ricerca e l'innovazione Horizon Europe e quale parte integrante delle strategie del Green Deal europeo, tale missione sostiene infatti la transizione verso suoli sani entro il 2030 e l'approdo del continente alla neutralità climatica entro il 2050 attraverso la creazione di una rete di 100 Living Labs e Lighthouse distribuiti su territori urbani e rurali e lo sviluppo di nuove conoscenze e soluzioni innovative per la gestione sostenibile e il ripristino del territorio. Per arginare il fenomeno della degradazione del suolo e quello della perdita di capacità di fornire servizi ecosistemici, "*A Soil Deal for Europe*" intende pertanto accrescere il numero di "*soil steward*", rendendo sempre più persone custodi e responsabili del suolo, e mettere a disposizione delle autorità pubbliche - a livello nazionale così come a quello comunale - strumenti e competenze utili per migliorare le pratiche di gestione e attuare interventi efficaci.

Tra le iniziative avviate a supporto dell'attuazione della missione, a complemento delle esperienze approfondite nella sezione del documento dedicata ai casi studio relativi al contesto italiano si segnalano i progetti Horizon Europe PREPSOIL e NOVASOIL in virtù

degli strumenti in essi elaborati e ritenuti di potenziale interesse per le pubbliche amministrazioni, le aziende, i centri di ricerca e le comunità locali italiane che volessero intraprendere iniziative volte a migliorare la salute del suolo.
Nel triennio 2022 - 2025, **PREPSOIL**[29] ha contribuito alla costruzione di una solida base conoscitiva, organizzativa e metodologica per una migliore gestione del suolo: tra le risorse sviluppate grazie al progetto, si segnalano un **Atlante Online**, ovvero una piattaforma interattiva volta a migliorare la visibilità delle esperienze in corso (Living Labs, Lighthouses e altre iniziative correlate), facilitando lo scambio di conoscenze e promuovendo la collaborazione tra enti a livello europeo, un **Business Model Canvas specifico per i Living Lab sul suolo** e un catalogo di casi concreti e buone pratiche per supportare i territori nella definizione della proposta di valore di una simile iniziativa, nell'individuazione dei partner e degli stakeholder chiave e nell'identificazione delle migliori strategie di finanziamento e sviluppo nel lungo periodo, e il **Toolbox for Soil Living Lab Growth** comprensivo di strumenti operativi e modelli per accompagnare la progettazione iniziale, la governance, l'organizzazione e il monitoraggio delle attività e la valutazione degli impatti generati.

Nel medesimo triennio, anche **NOVASOIL**[30] - altro progetto finanziato dal programma Horizon Europe - ha contribuito ad evidenziare i benefici degli investimenti nella salute del suolo sul fronte ambientale e sociale, con un focus specifico sulle conseguenze nel settore agricolo e per la tutela dei servizi ecosistemici. Le attività di identificazione delle esigenze, delle aspettative e degli ostacoli incontrati da diverse tipologie di stakeholder nella realizzazione di interventi conservativi e migliorativi della salute dei terreni hanno portato alla creazione di una **cassetta degli attrezzi con modelli replicabili e casi studio relativi alla gestione sostenibile e al riutilizzo del suolo** in diversi contesti climatici, e di un codice di condotta etico per lo sviluppo di modelli di business rispettosi di tale risorsa, volto a favorire l'inclusione di prospettive economiche e ambientali suggerite anche da attori del terzo settore - come le ONG - per orientare i futuri investimenti.

Le ***policy recommendation*** elaborate dal partenariato di NOVASOIL ed elencate di seguito, a conclusione della presente Roadmap, vengono suggerite anche dal Cluster Smart Communities quali pilastri per l'inversione dell'attuale tendenza al consumo di suolo e per il perseguimento degli obiettivi della Strategia UE per il Suolo e del Green Deal europeo.

- **Rendere la salute del suolo una priorità politica autonoma**, non affrontandola indirettamente attraverso politiche agricole, ambientali o per la biodiversità, ma rafforzando il coordinamento intersettoriale a supporto di organi decisionali dedicati specificamente a questo tema
- **Riformare gli incentivi economici a sostegno dell'adozione di pratiche sostenibili e gli strumenti di gestione del rischio esistenti**, integrando contributi fissi e premi legati ai risultati raggiunti per ridurre l'incertezza economica associata agli investimenti

[29] Prepsoil | Preparing the EU Mission towards healthy soils
[30] NOVASOIL – Innovative Business Models for Soil Health

- **Garantire un quadro normativo stabile, flessibile e armonizzato**, con obiettivi chiari e a lungo termine e pienamente allineati alla Direttiva sul monitoraggio e resilienza del suolo recentemente approvata
- **Rafforzare le conoscenze in materia di suolo e renderle disponibili in modo capillare sui territori**, colmando - con nuovi profili professionali e attraverso un maggiore scambio di buone pratiche - la mancanza di competenze tecniche specialistiche che rappresenta un importante ostacolo all'adozione di pratiche di tutela e ripristino dei territori
- **Coinvolgere maggiormente le filiere produttive e il settore privato**, promuovendo accordi di lungo termine e sistemi di certificazione riconosciuti che valorizzino economicamente i prodotti ottenuti attraverso pratiche benefiche per il suolo



BIBLIOGRAFIA

Caring for soil is caring for life (2020) – European Commission

Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, edizione 2025 – a cura del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio, edizione 2024 – a cura dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Infrastrutture verdi: rafforzare il capitale naturale in Europa (2013) – European Commission

I Piani comunali del verde: strumenti per riportare la natura nella nostra vita?, edizione 2024 – a cura dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Nature Restoration Law (2024) - European Commission

Report Ambiente urbano, anno 2023 – a cura dell'Istituto Nazionale di Statistica

Soil Strategy for 2030 (2021) - European Commission

Status of the World's Soil Resources: Main Report, ed.2026 - Food and Agriculture Organization of the United Nations

Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030 (2023) – a cura del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica

“Conoscere il tuo pianeta è un passo verso il proteggerlo.”

Jacques-Yves Cousteau



Associazione Cluster Tecnologico Nazionale per le Tecnologie sulle Smart Communities
Sede legale e operativa: Via Vela, 3 - 10128 Torino **-** Telefono: +39.011.19501401
Email: info@smartcommunitiestech.it
smartcommunitiestech.it