



Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile  
Ministero dell'Ambiente-Regione Abruzzo



# Università degli Studi dell'Aquila

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile-Architettura, Ambientale



**Sostenibilità, resilienza, adattamento per la tutela degli ecosistemi  
e la ricostruzione fisica in Italia Centrale  
2020-2022**

## RAPPORTO TECNICO PRELIMINARE

30 novembre 2020

Rif. Progetto presentato il 29.10.2019, approvato il 23.06.2020 e attivato il 24.09.2020

### Gruppo di ricerca

#### Università dell'Aquila

Prof. Bernardino Romano (Coordinamento scientifico); Prof. Alessandro Marucci, Prof. Francesco Zullo, Ing. Lorena Fiorini, Arch. Chiara Di Dato, Ing. Gianni Di Pietro, Dott. Federico Falasca, Dott.ssa Lorena Di Bernardino, Vanessa Tomei

#### Regione Abruzzo

Responsabili proposta di intervento:

Ing. Domenico Longhi, Dirigente del Servizio Valutazioni Ambientali DPC002  
Dott.ssa Iris Flacco, ex Dirigente del Servizio Politica Energetica, Qualità dell'Aria, SINA e Risorse Estrattive del Territorio DPC025  
Referente Tecnico della Proposta di intervento DPC002: Ing. Erika Galeotti, Responsabile Ufficio VIA  
Ing. Enzo Di Placido, Responsabile Ufficio Supporto Tecnico per il Paesaggio e l'Ambiente. DPC002  
Dott. Dario Ciamponi, Responsabile Ufficio Attività Tecnico-ecologica Comunicazione ed Educazione ambientale DPC025  
Dott.ssa Serena Ciabò - Specialista Tecnico Ecologo DPC002  
Dott.ssa Ileana Schipani Specialista Tecnico Ecologo DPC002  
Ing. Andrea Santarelli - Specialista Tecnico Ingegnere DPC002  
Dott.ssa Paola Pasta - Specialista Amministrativa DPC002  
Dott.ssa Chiara Forcella - Specialista Tecnico Biologa DPC002  
Sig.ra Maria Antonietta Litterio - Collaboratore Specialista Informatico DPC002  
Arch. Laura Antosa - Specialista Tecnico Architetto DPC025  
Geom. Giuseppe Ciuca - Tecnico DPC025  
Dott.ssa Dina Cardone - Assistente Contabile DPC025  
Ing. Stefania De Amicis - Specialista Tecnico Ingegnere DPC025

## **GLI OBIETTIVI GENERALI DEL PROGETTO**

L'obiettivo generale del progetto di ricerca proposto è di sviluppare una metodologia che porti alla formulazione di linee guida che possano poi confluire nei quadri normativi e regolamentari regionali a sostegno dei processi per l'attuazione della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS). Tale progetto di ricerca, infatti, punta a produrre una serie di strumenti utili alle PA sia per integrare i principi della sostenibilità all'interno delle proprie politiche, con particolare attenzione alla sostenibilità della crescita/ricostruzione insediativa e alla connettività ecosistemica, sia per implementare funzioni di analisi, monitoraggio e controllo dei processi legati alle trasformazioni sul territorio. Il progetto proposto, inoltre, dedica ampio spazio alla formazione del personale delle PA al fine di migliorarne le competenze tecnico-scientifiche nelle direzioni tratteggiate.

Per le regioni del centro Italia il modello di utilizzazione sostenibile legato alla qualità ecologica ha dovuto confrontarsi negli ultimi dieci anni con l'emergenza sociale ed economica del sistema insediativo, con pressioni di ricostruzione, e futura resilienza, in conflitto con il calibro ambientale diffuso. Si è determinato il ricorso a nuove metodologie e paradigmi concettuali che necessitano di approfondimenti e sperimentazioni alle quali il presente progetto vuole fornire un contributo. Si prevede una attività di scambio interregionale con le regioni Umbria e Marche in quanto le tematiche trattate nella proposta hanno rappresentato, da parte dell'unità proponente, ambiti di collaborazione e produzione intensa e continua. Alcune delle metodologie proposte per l'Abruzzo (mosaicatura avanzata degli strumenti urbanistici comunali, analisi di frammentazione ecosistemica) hanno già avuto primi momenti di sperimentazione in Umbria e nella stessa regione Abruzzo, così come l'implementazione della struttura di rete ecologica è stata avviata in Umbria e Marche, con approdi di risultato diversi e sperimentalmente interessanti. Attualmente però l'inserimento della rete ecologica nella normativa territoriale regionale deve confrontarsi con una serie di eventi e di variazioni di assetto intervenuti negli ultimi dieci anni, che hanno cambiato profondamente gli scenari evolutivi e le aspettative delle comunità dell'Italia centrale. Gli effetti di gravi e ripetuti episodi sismici, nonché una altrettanto accresciuta frequenza di fenomeni conseguenti ai cambiamenti climatici, hanno provocato in questi territori, comunque sedi di valori naturali di alto rango, l'insorgere di esigenze emergenti di ricostruzione, di incremento della resilienza, di adattamento e, sostanzialmente, di profonda revisione dei paradigmi di relazione tra territorio e società insediate. Pertanto oggi è in questo tessuto di problematiche che la qualità ecosistemica, anch'essa irrinunciabile componente di tale area geografica nella

percezione europea e mondiale, deve trovare nuove forme di dialogo e di rapporto, con una inevitabile complessificazione ed intersecazione degli obiettivi delle procedure di programmazione, di pianificazione e di progettazione che dovranno essere allestite, attuate, gestite e monitorate.

Il progetto approvato si articola nei seguenti quattro obiettivi specifici dei quali vengono fornite delle preliminari linee di sviluppo:

- 1. Stesura di un Protocollo Tecnico di Mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali.**
- 2. Sviluppo di una metodologia per l'inserimento della Rete Ecologica nella normativa regionale e criteri di valutazione dell'occlusione ecosistemica delle infrastrutture.**
- 3. Elaborazione di una consolle di indicatori di monitoraggio della sostenibilità delle trasformazioni.**
- 4. Formazione di personale delle Pubbliche Amministrazioni (Regione/Comuni/Agenzie).**

## **1. Stesura di un Protocollo Tecnico di Mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali.**

*Allestimento degli scenari di pressione ambientale delle trasformazioni insediative e sviluppo di una metodologia per il Protocollo tecnico di Mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali per dotare la Regione di linee guida per una organizzazione standard dei contenuti dei piani che possa essere di supporto ai processi per l'attuazione della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS).*

Diversi e importanti obiettivi che attengono la sfera territoriale, come ad esempio l'azzeramento del consumo di suolo nel 2050 o la diminuzione della pressione antropica nelle aree tutelate, necessitano oggi di adeguati livelli di conoscenza che permettano di tracciare possibili traiettorie trasformative sia in senso geografico, sia in termini quantitativi affinché sia possibile sviluppare opportune politiche di contenimento dei potenziali effetti negativi. In un Paese come l'Italia, dove i livelli più alti di pianificazione hanno avuto solamente rare possibilità di condizionare le decisioni a livello più basso, ha generato una pressoché totale autonomia dei comuni italiani nella gestione delle trasformazioni di ogni tipo, con carenza di controllo strategico sovraordinato, se si esclude qualche singolo caso regionale/provinciale più efficiente in tal senso. Sostanzialmente ognuna delle oltre 7900 entità amministrative comunali trasforma il proprio territorio senza avere adeguata contezza di ciò che accade (o è previsto) nei territori limitrofi con importanti conseguenze sul piano dell'organizzazione del sistema insediativo che appare sempre più privo di organicità ed estremamente invasivo nei confronti della matrice ambientale. Gli strumenti urbanistici comunali rappresentano oggi gli strumenti a più elevata capacità decisionale per le trasformazioni territoriali e questa condizione non favorisce certo l'implementazione e l'adozione di misure finalizzate al miglioramento della qualità ambientale ed urbana. Bisogna inoltre aggiungere che molti dei comuni italiani hanno degli strumenti approvati prima del 1995 (il 17% dei comuni con il 20% della popolazione nazionale), le cui previsioni sono state dimensionate sulla base di evidenze sociali ed economiche certamente oggi diverse. Piccoli aggiustamenti sono stati eseguiti attraverso singole varianti o anche accordi di programma, spesso anche in deroga rispetto a quanto indicato dallo strumento vigente.

Per ovviare alle molte conseguenze negative di scoordinamento, di anacronismo e di inadeguatezza il mosaico della strumentazione urbanistica comunale (PTM) dovrebbe inserirsi in forma istituzionale nel quadro della pianificazione italiana per colmare alcune patologie del controllo territoriale che la caratterizzano rispetto ad altri Paesi europei occidentali. Con il PTM si potrà quindi almeno avere un quadro in continuo sul futuro probabile dei territori, superando pertanto l'opacità attuale, per una cognizione pubblica degli assetti futuri per poter intervenire con eventuali azioni di sensibilizzazione, partecipazione e monitoraggio. Nella situazione attuale è sostanzialmente impossibile capire cosa accadrà sul territorio nella dimensione geografica che travalica quella del singolo comune e, in particolare, valutare ex ante il consumo di suolo o i danni ambientali che si verificheranno nell'orizzonte temporale di azione dei piani comunali.

Per ciò che attiene la redazione delle linee guida relative all'elaborazione dei nuovi strumenti urbanistici, **la prima fase** del lavoro riguarda la ricognizione a livello nazionale delle normative regionali che hanno inserito all'interno del relativo articolato sia la creazione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT), sia la mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali (e quindi anche le specifiche tecniche di allestimento del piano). **In seconda fase**, l'analisi critica di tali prodotti dovrebbe consentire di tracciare le linee guida anche tenendo conto di quanto finora prodotto dalla regione Abruzzo in tale ambito. In particolare, da una prima ricerca condotta analizzando l'opendata regionale (<http://opendata.regione.abruzzo.it/>) è stato possibile reperire il dato denominato "Armatura urbana e territoriale" (<http://opendata.regione.abruzzo.it/content/sistema-conoscenze-condivise-armatura-urbana-e-territoriale>) che fa parte del sistema delle "conoscenze condivise regionali". Secondo quanto riportato sul sito, tale dataset territoriale "*Descrive il sistema insediativo attraverso le categorie: Suoli: sono il risultato dell'unione dei suoli urbanizzati (SU), cioè le parti di città previste dai P.R.G. e già attuate, e dei suoli urbanizzati programmati (SUP), cioè le parti di città previste dai P.R.G. e non attuate*" ed è inoltre possibile effettuare il download del dato stesso suddiviso in 54 tavole riguardanti l'intero territorio regionale. È inoltre disponibile un servizio di consultazione (WMS) per visualizzare l'informazione relativa ad alcuni comuni della provincia di Pescara che, attualmente, non sono fruibili in formato vettoriale sul portale menzionato in precedenza. Un primo collaudo speditivo dei dati ha evidenziato alcune carenze, tra cui le seguenti, da accertare con maggior completezza:

- la geografia delle previsioni degli strumenti urbanistici comunali risulta essere incompleta anche per le province già mosaicate;
- carezza di metadati sulla genesi geografica e la gestione dei campi del database.
- carezza di una legenda di livello regionale in quanto l'unificazione sinottica zonale è stata effettuata a livello provinciale, ma è differente nelle tre province mosaicate. L'assenza di un quadro sinottico dei descrittori dei singoli ambiti zonali, talvolta suddivisi in sottozone, rende difficile realizzare una corretta omologazione di livello regionale. Ad esempio, la categoria dei parcheggi viene riportata nella categoria F nei comuni della provincia dell'Aquila e in H2 per i comuni della provincia di Teramo, mentre non vi è attribuzione zonale per questa categoria nei comuni della provincia di Chieti.
- assenza del dato inerente la data di attivazione dello strumento urbanistico, importante ai fini della valutazione della "energia trasformativa" intrinseca dello strumento.
- assenza del dato inerente la tipologia di strumento urbanistico vigente per ogni comune.

-assenza degli indici urbanistici di zona per la stima delle potenzialità volumetriche parziali e totali. Si tratta di un dato essenziale per tutte le tipologie zonali, comprese le aree agricole dove le trasformazioni edilizie sono in taluni casi consentite, pur se con indici volumetrici molto bassi.

Partendo da queste condizioni intermedie, **la terza fase** del progetto prevede di implementare le linee guida per la redazione di ogni nuovo strumento urbanistico alle quali ogni singolo comune dovrà poi attenersi per la redazione del proprio, procedendo ad un riordino metodologico delle attività già intraprese. Il risultato dovrebbe approdare ad un protocollo molto dettagliato di tecnoassistenza per ogni amministrazione comunale verso la produzione di un dataset di piano che sia direttamente integrabile con la mosaicatura di livello regionale. Un requisito focale di tale strumento è la aggiornabilità, quasi in tempo reale, delle prospettive trasformative parziali e totali sul territorio regionale, con elevato potenziale dialogico verso le procedure di Valutazione Ambientale Strategica e di copianificazione.

#### Indice di potenzialità trasformativa dei piani.

Come descritto, le amministrazioni comunali spesso non dispongono degli strumenti adeguati per affrontare tematiche territoriali quanto mai attuali come le questioni legate ai cambiamenti climatici, alla resilienza dei sistemi urbani o alle reti ecologiche solo per citarne alcune. Strumenti vetusti, approvati diversi anni addietro che non riescono quindi a rispondere in maniera rapida ed efficiente alle mutate condizioni territoriali. Come sottolineato in precedenza, le mutate condizioni sociali ed economiche non giustificano in molti casi le zonazioni e i dimensionamenti approvati. Tutto questo si traduce sostanzialmente in strumenti che presentano elevate potenzialità trasformative dettate dai piani, ma che non hanno le necessarie energie economiche per attuarle nell'immediato futuro. Per tale ragione una utile chiave di lettura della reale probabilità di attuazione di queste previsioni è rappresentata dall'analisi delle variazioni demografiche ed economiche verificatesi all'interno di ogni comune valutate successivamente all'approvazione dello strumento stesso. A tal fine sarà sperimentato un nuovo indice in grado di esprimere la potenzialità trasformativa dei piani in funzione delle credenziali socio-economiche di ogni unità amministrativa. Una prima ipotesi da collaudare nella valutazione di efficienza è rappresentata dal PTTP (Planning Tool Transformation Potential) la cui formulazione è la seguente:

$$PTTP = \frac{\sum_1^n S^*}{\sum_1^m \bar{S}} \frac{1}{\Delta y} Cse$$

dove:

S\* = superfici delle n zone insediative previste dall'i-esimo piano, o frazioni di esse, ancora libere da urbanizzazione;

S = superfici delle m zone insediative previste dall'i-esimo piano

$\Delta y$  = intervallo di tempo (n. anni) intercorso dalla attivazione del piano alla data odierna

Cse = Credenziale socio-economica =  $\frac{\tau_i \text{pci}_i}{\tau_r \text{pci}_r}$

$\tau_i$  = tasso medio di variazione demografica dell'i-esimo comune nell'intervallo di tempo (n. anni) intercorso dalla attivazione del piano alla data odierna

$\tau_r$  = tasso medio di variazione demografica della regione nell'intervallo di tempo (n. anni) intercorso dalla attivazione del piano alla data odierna

$\text{pci}_i$  = reddito pro capite medio dell'i-esimo comune

$\text{pci}_r$  = reddito pro capite medio della regione (provincia)

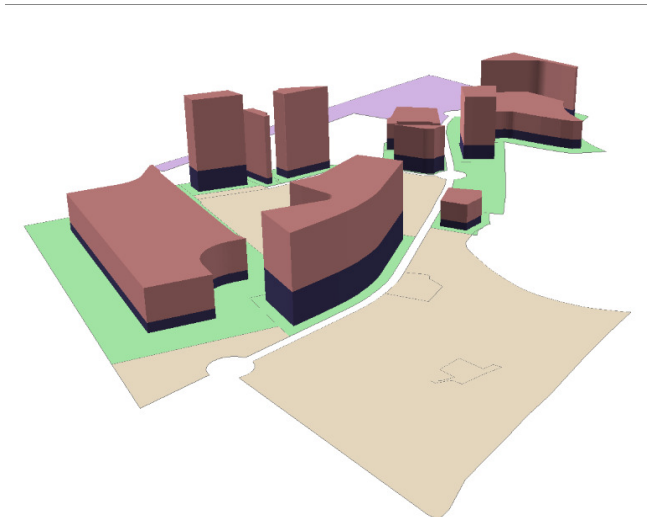
Nel caso in cui vi fossero piani di recente attivazione (es. 1 anno) il secondo fattore ( $1/\Delta y$ ) è uguale a 1, quindi il potenziale trasformativo è quello espresso in toto dal piano stesso. L'energia demografica e quella economica rappresentano quindi un fattore di peso in merito alle potenzialità trasformative. È in corso di valutazione la possibilità di valutare tale parametro nello stesso arco temporale utilizzato per la dinamica demografica. In sostanza, tale indicatore esprime indirettamente la maggiore o minore probabilità che le previsioni trasformative contenute nel piano vengano effettivamente realizzate nel prossimo futuro. In altre parole, un comune con piano recente, geograficamente collocato lungo la costa o in aree con intense attività turistico-produttive avrà un valore dell'indice PTTP molto alto mentre, al contrario un comune con piano datato, con dinamica di spopolamento e deboli energie economiche avrà un indice PTTP molto basso. Tale indicatore dovrà essere necessariamente campionato per ottenere i relativi valori di riferimento rispetto a casi specifici, e in questa fase verrà condotta una prima sperimentazione su alcuni comuni regionali in modo da modificare la sua formulazione in funzione dei risultati ottenuti. Sarà necessario dunque effettuare dapprima una attenta analisi sulle attuali condizioni sociali ed economiche in cui versano i comuni abruzzesi.

#### Implementazione della mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali. Selezione dei comuni campione

La procedura di mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali è di per sé piuttosto complessa sia nella sua fase ontologica che in quella tecnica per diversi motivi. Innanzitutto vi è una inadeguatezza tecnologica nella redazione dello strumento che comporta il ricorso a tecniche (e software) di varia natura per l'omologazione finale. I processi di governo del territorio, indipendentemente dalla scala alla quale agiscono, necessitano di un elevato numero di informazioni che derivano da diverse fonti, ognuna delle quali dispone spesso di una diversa codifica. La mancanza di formati e procedure standard per l'implementazione e l'aggiornamento di tali strumenti genera problemi di varia natura, non solo di tipo tecnico ma anche economica e gestionale. Il concetto di interoperabilità, sia tecnica sia semantica, applicato ai dati per il governo del territorio assume un ruolo di primaria importanza sottolineato anche dalla recente normativa sia europea sia nazionale (Direttiva Inspire, Regolamento europeo sui metadati 1205/2008 – D.lgs 32/2010) volta a superare tale problematica. Il lavoro prevede quindi diverse fasi iniziali volte ad acquisire le informazioni necessarie per la mosaicatura che sarà eseguita su un campione di 30 amministrazioni comunali selezionato di comune accordo con la regione Abruzzo. La scelta terrà conto di diversi aspetti quali l'inserimento nel cratere sismico del 2016, l'importanza strategica nell'ottica della Rete Ecologica Regionale, le potenzialità trasformative sulla base della posizione geografica (es: ambito costiero), la continuità ambientale tra Parchi Nazionali.

Una volta definito il quadro dei 30 comuni si procederà con il reperimento delle necessarie informazioni (Norme Tecniche d'Attuazione – NTA - zoning di piano) attraverso varie modalità (verifica sul sito istituzionale, contatto telefonico, ufficio tecnico). Verranno inoltre acquisite informazioni riferite alla tipologia di strumento urbanistico (Programma di Fabbricazione, Piano Regolatore Generale – Strutturale/Operativo,...) e all'anno di approvazione dello stesso per i motivi elencati in precedenza. Una delle prime problematiche da affrontare riguarda la diversa genesi informatica della cartografia dello zoning di piano. Sono infatti diversi i formati attraverso i quali tale documento è reperibile dal cartaceo fino al file vettoriale

georeferenziato. È chiaro che la tipologia di formato influenza le tecniche che devono essere necessariamente adottate per l'omologazione finale in ambiente GIS (Geographic Information Systems). A tal proposito, per l'omologazione finale sarà adottato lo shapefile in quanto standard de facto per l'informazione geografica, mentre la validità geometrica sarà assicurata tramite una verifica topologica finale del dato. Il file sarà fornito nel sistema di riferimento adottato dalla regione Abruzzo (WGS84 UTM 33N – EPSG:32633). Sarà inoltre strutturato un database contenente i campi relativi alle necessarie informazioni che ogni strumento dovrà contenere per il corretto inserimento nel PTM.



Esempio di mosaicatura spaziale-volumetrica di piano urbanistico comunale nella quale vengono inserite le zone omogenee con legenda unificata e i volumi già realizzati (in nero) e potenzialmente realizzabili a partire dagli indici urbanistico-edilizi espressi nelle NTA.

## **2. Sviluppo di una metodologia per l'inserimento della Rete Ecologica nella normativa regionale e criteri di valutazione dell'occlusione ecosistemica delle infrastrutture.**

*Analisi del recepimento delle Reti Ecologiche all'interno delle Leggi Regionali delle altre Regioni italiane, con particolare riferimento a Regione Umbria e Marche con le quali il gruppo di ricerca proponente ha avuto collaborazioni proficue riguardo tali tematiche.*

Le reti ecologiche si sono affermate in Europa come tema centrale delle politiche ambientali, all'interno del più ampio dibattito relativo alla conservazione della natura, ed hanno prodotto una nuova concezione della tutela, transitando dal modello per specifiche aree protette a regime speciale a quello di gestione avanzata dell'intera struttura degli ecosistemi presenti nel territorio. A livello comunitario le iniziative sulle reti ecologiche sono numerose e tra di esse va ricordato il Programma EECNET (The European Ecological Network), elaborato dall'Istituto Europeo per le politiche ambientali, con lo scopo di promuovere la valorizzazione della biodiversità attraverso la costituzione di una rete ecologica europea quale riferimento per l'evoluzione delle politiche per le aree protette e le aree rurali.

Nel 1996 il Consiglio d'Europa ha promosso la Strategia Pan-Europea per la Diversità Biologica e Paesistica (PEBLDS – Pan European Biological and Landscape Diversity

Strategy) per attuare la Convenzione sulla diversità biologica (CBD - Convention of Biological Diversity). Un elemento chiave della PEBLDS è lo sviluppo della Rete Ecologica Europea PEEN (Pan European Ecological Network), costituita da aree centrali, corridoi e aree buffer e, dove necessario, restoration areas, con l'obiettivo di conservare gli ecosistemi, gli habitat e le specie di importanza Europea. La PEEN si è articolata in tre progetti relativi all'Europa centrale e orientale, a quella sud-orientale e a quella occidentale.

Il principale strumento della politica dell'Unione Europea per la conservazione della biodiversità è la Rete Natura 2000. La rete viene istituita ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.

Secondo quanto espresso nell'articolo 3 "è costituita una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata Natura 2000. Questa rete, formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I e habitat delle specie di cui all'allegato II, deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale. La rete "Natura 2000" comprende anche le zone di protezione speciale classificate dagli Stati membri a norma della direttiva 79/409/CEE" (Direttiva 92/43/CEE).

Il dibattito sulle Reti Ecologiche, quali componenti ambientali da attenzionare nel governo del territorio ad ogni livello, si è sviluppato in Italia alla metà degli anni '90 con due esperienze scientifiche incentrate sull'Abruzzo e sulla Lombardia, raccogliendo i messaggi di ricerca in Ecologia del Paesaggio provenienti dalle esperienze del nord-Europa. Sono stati coinvolti diversi settori scientifici, quali appunto la ecologia del paesaggio, le scienze forestali, la zoologia e le scienze biologiche, l'ecologia vegetale e le scienze territoriali, spesso in chiave interdisciplinare, ed è stata prodotta una ricchissima letteratura scientifica nazionale e internazionale, con la istituzione anche di specifici settori nell'ambito di agenzie governative e di Università. L'intensità del dibattito è stata molto elevata in Italia e testimoniata da una moltitudine di eventi congressuali, partecipazione a progetti europei, finanziamento di ricerche universitarie, con cinque regioni su 20 (Umbria, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana and Marche) che hanno anche varato normative indirizzate. A fronte di un livello di avanzamento delle ricerche anche molto pronunciato, è intervenuto uno spegnimento di interesse piuttosto repentino che ha impedito di inserire il tema in una più ampia strategia nazionale e di approfondirlo nelle regioni ancora mancanti. Va segnalato che l'attività di ricerca sulle reti ecologiche ha comunque attivato uno spettro di conoscenze che ha poi alimentato altri settori, tra i quali certamente vanno citati quelli delle greenways e dei servizi ecosistemici, che costituiscono ancor oggi il core business scientifico di importanti e molteplici sedi di ricerca italiane. Riconducibile prevalentemente agli obiettivi politici è stato poi il Progetto APE (Appennino Parco d'Europa) varato nel 1995 ed inserito nel Programma Stralcio per la tutela ambientale del Ministero dell'Ambiente del 28 maggio 1998, nel quale la Regione Abruzzo ha ricoperto un ruolo di leadership per molto tempo e attraverso il quale si è dimostrato che, nel nostro Paese, stante la stretta commistione dei sistemi antropico e naturale, le implicazioni di un eventuale network ecologico nazionale interferiscono a tutti i livelli della programmazione delle trasformazioni e dell'uso dei suoli.

Ricerche ed attività di studio sul tema hanno poi coinvolto ripetutamente l'ANPA (poi APAT e oggi ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) ed ancora Regioni, Province ed Università italiane, realizzando diversi convegni nazionali



e internazionali, e producendo nel 2003 le Linee Guida sulla gestione delle reti ecologiche nella pianificazione locale, oltre a generare una rivista (Reticula) tutt'ora in pubblicazione e censita tra quelle scientifiche dei settori disciplinari della pianificazione territoriale.

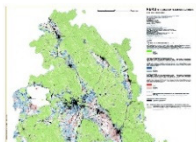
Diversi anni dopo il progetto RERU (Rete Ecologica della Regione dell'Umbria) nasce da una ulteriore risposta che la sensibilità amministrativa di questa regione ha dato alle istanze ed agli spunti che, come già detto, hanno pervaso il panorama italiano delle istituzioni scientifiche e, a seguire, di quelle di governo del territorio.

Il progetto RERU è prima stato recepito nel Piano Urbanistico Territoriale con una riformulazione degli articoli indirizzati alla tutela della biodiversità ed alla mitigazione delle fratture ecologiche (artt. 46 e 47 della L. R. N. 11/05 che sostituiscono gli artt. 9 e 10 del PUT L.R. 27/2000), assumendo così valenza giuridica idonea all'indirizzo della pianificazione di coordinamento delle province e di quella strutturale dei comuni, ma i suoi contenuti sono poi confluiti nella L.R. 21 gennaio 2015, n. 1. (Testo unico governo del territorio e materie correlate).

La Rete Ecologica delle Marche ha subito vicende di costruzione più articolate, partendo da un primo disegno elaborato dal WWF nel 2004, basato prevalentemente sulla geografia regionale della biopermeabilità e sul sistema di fratture e di barriere costituito dall'organismo insediativo e infrastrutturale, ma giungendo a individuare le aree critiche per la biodiversità e gli indirizzi politici e di investimento mirati.

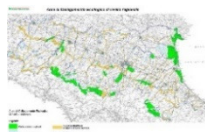
In una seconda fase il progetto REM (Rete Ecologica delle Marche) è stato preso in carico dalle Università regionali (Ancona, Macerata e Camerino) ed è orientato ad un approfondimento dello schema già citato, ma anche alla creazione di strati informativi fondamentali per le interpretazioni ecologiche, quali le carte della vegetazione e le indagini faunistiche.

Il quadro attuale dei provvedimenti istitutivi regionali è quello di seguito esposto, ma dovrà essere aggiornato con l'indagine su altri fronti di inserimento del tema:



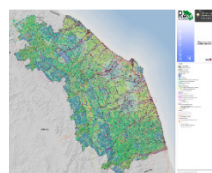
#### Regione Umbria

Legge Regionale 21 gennaio 2015, n. 1. (Testo unico governo del territorio e materie correlate).



#### Regione Emilia Romagna

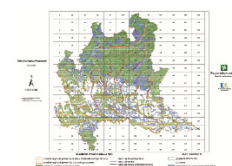
L.R.17 febbraio 2005, n. 6 (Disciplina della formazione e della gestione del sistema regionale delle aree naturali protette e dei siti della rete Natura 2000)



#### Regione Marche

D.L.R. approvata il 29 gennaio 2013, n. 105

(Norme in materia di rete ecologica delle Marche e di tutela del paesaggio e modifiche alla legge regionale 15 novembre 2010, n. 16 "assestamento del bilancio 2010")



#### Regione Lombardia

DGR n. 8/8515 del 26.11.2008 integrata con DGR n. 8/10962 del 30.12.2009 ha approvato il disegno di rete ecologica regionale (RER)

Regione	Denominazione	Strumento	Anno	Aggiornamenti	Stato	Note	Ink
Abruzzo							
Basilicata							
Calabria							
Campania							
Emilia Romagna	Legge regionale 6/2005 "DISCIPLINA DELLA FORMAZIONE E DELLA GESTIONE DEL SISTEMA REGIONALE DELLE AREE NATURALI PROTETTE E DEI SITI DELLA RETE NATURA 2000".	Legge regionale 6/2005	2005	2011		L.R. 23 dicembre 2011, n. 24 (Tit. 1, Art. 1, comma 2 c) contribuire alla costruzione della rete ecologica regionale.	<a href="https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/sistema-regionale/rete-ecologica">https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/parchi-natura2000/sistema-regionale/rete-ecologica</a> <a href="http://www.regione.emilia-romagna.it/it/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGUA21/#id8">http://www.regione.emilia-romagna.it/it/ambiente-territorio/pianificazione-gestione-territorio/FOGUA21/#id8</a>
Friuli Venezia Giulia	RER Rete Ecologica Regionale	Piano Paesaggistico Regionale (Art. 43 delle NTA)	2018		Approvato		
Lazio							
Liguria	DGR n.1793 del 18 dicembre 2009 "Istituzione Rete ecologica - LR 28/2009 art.3".	Disposizioni in materia di tutela e valorizzazione della biodiversità	2009			Legge relativa alla RN2K	
Lombardia	LEGGE REGIONALE 30 novembre 1983, N. 86 ("Piano regionale delle aree regionali protette. Norme per l'istituzione e la gestione delle riserve, dei parchi e dei monumenti naturali nonché delle aree di particolare rilevanza naturale e ambientale", l'articolo 3 ter disciplina la definizione e la gestione della Rete Ecologica Regionale)	Piano Territoriale Regionale (PTR) 2019 Rete Ecologica nell'ambito della Azione A5 del progetto Life IP GESTIRE 2020.	2009	2019-2020	Attuata		
Marche							
Molise							
Piemonte	Legge regionale 29 giugno 2009, n. 19 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità".	Piano Paesaggistico Regionale (PPR) del 2017	2017		Attuata		<a href="http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/coord/c2009019.html#nota2">http://arianna.consiglioregionale.piemonte.it/base/coord/c2009019.html#nota2</a> <a href="https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ecosistemi-e-biodiversita/reti-ec">https://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/temi-ambientali/ecosistemi-e-biodiversita/reti-ec</a> <a href="https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr">https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr</a> <a href="https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-04/a_Relazione.pdf">https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2019-04/a_Relazione.pdf</a>
Provincia Autonoma di Bolzano							
Provincia Autonoma di Trento	L.P. del 23 maggio 2007 N.11						
Puglia							
Sardegna							
Sicilia							
Toscana							
Umbria	DGR n. 2003 del 30/11/2005 "Approvazione del progetto di Rete Ecologica della Regione Umbria (RERU), recepita nel PUT L.R. 22/02/2005 n. 11, modifiche della L.R. 24/03/2000, n. 27".	PUT			Attuata	Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale.	
Valle d'Aosta	LEGGE REGIONALE N. 8 DEL 21-05-2007		2007			Legge relativa alla RN2K	<a href="https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/biodiversita-1/reti-ecologiche-e-pianificazione-territoriale/files/Lr_Valle_dAosta_8_2007.pdf">https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/biodiversita-1/reti-ecologiche-e-pianificazione-territoriale/files/Lr_Valle_dAosta_8_2007.pdf</a>
Veneto	Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PTRC) deliberazione di Consiglio Regionale n.62 del 30 giugno 2020 (prevede Rete ecologica Regionale; capitolo 8 della "Relazione illustrativa" del PTRC e "Tavola 09").	PTRC	2020		Attuata		<a href="https://www.regione.veneto.it/web/ptrc/ptrc-2020">https://www.regione.veneto.it/web/ptrc/ptrc-2020</a>

### 3. Elaborazione di una consolle di indicatori di monitoraggio della sostenibilità delle trasformazioni.

Selezione degli indicatori di sostenibilità più adatti attraverso un'accurata ricerca bibliografica degli indicatori classici ed eventuale elaborazione di indicatori ad hoc per la valutazione della sostenibilità e resilienza a livello regionale. La consolle di indicatori di sostenibilità, così progettata, potrà essere utilizzata dalle PA nelle attività:

- di monitoraggio adottabili dalla Regione, rendendo possibile la valutazione nel tempo delle variazioni dei parametri legati allo sviluppo sostenibile, alla resilienza e all'adattamento dei processi e delle strutture;
- a supporto sia degli strumenti ordinari (Valutazioni Ambientali, processi autorizzativi, strumenti urbanistici ordinari e di emergenza) sia di quelli volontari (PAESC).

Il nodo del presente punto consiste nella progettazione e sperimentazione di popolamento di un set di indicatori finalizzati ad evidenziare le relazioni intercorrenti tra sviluppo sostenibile delle trasformazioni urbane, resilienza dei sistemi insediativi e naturali e potenziale di adattamento degli stessi a diversi stress economici e ambientali. Le esperienze maturate dalla unità di ricerca coinvolta nel progetto hanno consentito di collaudare nel tempo vari parametri semplici e complessi per affrontare esigenze diverse di studio e correlazione tra la configurazione urbana dispersa e altri aspetti territoriali, ambientali e socio-economici sia alla scala dell'intero Paese, sia su specifici focus geografici.

A titolo di esempio, come base di sviluppo per gli obiettivi segnalati, si riportano alcuni dati e indicatori già introdotti nella letteratura scientifica precisando le loro qualità e limiti nel restituire la fisionomia delle fenomenologie collegate.

#### Gli indicatori di modello e di dinamica insediativa

La densità di urbanizzazione (UD) indica l'entità delle superfici trasformate a vario titolo su una sezione territoriale. Sono attualmente estraibili da diversi database, tra cui le Carte di Uso del Suolo regionali (generalmente a scale variabili tra 1:10.000 e

1:5.000), oppure da dati satellitari (Copernicus) sempre alla scala 1:10.000. Permane comunque tutt'ora una incertezza definitoria in quanto non è disponibile una suddivisione formalizzata tra le diverse tipologie di copertura dei suoli, quindi in molti casi urbanizzazione, edificazione e in qualche caso impermeabilizzazione da infrastrutture vengono accomunate nella medesima categoria pur rappresentando un fenomeno quantitativamente e diagnosticamente molto diverso.

$$DU = \frac{\sum Aed_i}{Au}$$

dove:

Aed= superficie coperta da edifici/strati impermeabili/urbanizzazioni

Au = Unità geografica/amministrativa di riferimento

L'indice di dispersione urbana (UDI) indica il numero di nuclei urbani isolati nella superficie di riferimento. Un aumento UDI nel tempo (UDI +) evidenzia l'incremento quantitativo di nuclei urbani separati all'interno dell'area di riferimento e quindi corrisponde sempre ad un aumento della densità di urbanizzazione dispersa (DU). Un decremento dell'UDI (UDI-), invece, mostra una riduzione dei nuclei urbani separati e quindi densificazione di quelli esistenti con aumento della DU. Un UDI costante (UDI0) può corrispondere a due condizioni: DU in aumento (DU +) = incremento della dimensione dei nuclei urbani preesistenti con crescita urbana "in aggregato"; DU = 0 evidenzia una assenza di variazioni rispetto allo stato iniziale.

$$UDI = \frac{Nuc}{A}$$

dove:

Nuc = numero di nuclei urbanizzati

Au= Unità geografica/amministrativa di riferimento (km<sup>2</sup>)

L'Indice di disproporzionalità demo-urbana evidenzia il grado di proporzionalità tra dinamiche demografiche e di urbanizzazione, quest'ultima dipendente da ragioni spesso non legate a interessi residenziali permanenti. In un dato sistema territoriale formato da *n* parti (es. comuni) l'indice di disproporzionalità demo-urbana (Ids) riferito all'*i*-esima area di è definito come segue:

$$I_{ds} = \frac{\frac{S_{urb\ i}}{\sum_1^n S_{urb}}}{\frac{N_{inhab\ i}}{\sum_1^n N_{inhab}}}$$

dove:

$S_{urb\ i}$  = Area urbanizzata nella *i*-esima parte del sistema territoriale considerato

$\sum_1^n S_{urb}$  = Dimensione totale della superficie del sistema territoriale considerato

$N_{inhab\ i}$  = Numero di abitanti residenti nella *i*-esima parte del sistema territoriale considerato

$\sum_1^n N_{inhab}$  = Numero totale di abitanti residenti nel sistema territoriale considerato

La densità demografica (o anche densità abitativa o di popolazione) è un indice di larga diffusione che è articolato generalmente su base comunale, ma la rappresentazione risente della diversa dimensione dei comuni e dei modelli distributivi più o meno

aggregati e dispersi. Una base statistica più efficace sarebbe costituita dalle sezioni censuarie (le ripartizioni sub-comunali usate per la gestione delle procedure elettorali), mentre è molto difficile elaborare i dati su basi spazialmente discretizzate regolari. Pur con l'ampia tolleranza del dato, dovuta alle caratteristiche appena elencate, si tratta però di una delle informazioni su base comunale che presenta la maggiore estensione della serie cronologica, essendo disponibile con cadenze decennali dal 1861 (ISTAT).

$$Dd = \frac{Nab}{Au}$$

dove:

Nab= Numero di abitanti residenti

Au = superficie dell'unità territoriale di riferimento

Gli indici di incremento/contraddizione demo-urbana (DUI-DUC) evidenziano su base censuaria amministrativa i casi in cui c'è concordanza tra i fenomeni di crescita urbana e quelli di evoluzione demografica in un certo intervallo di tempo. Il DUI permette di selezionare i comuni nei quali l'aumento delle parti urbanizzate corrisponde anche ad un aumento di popolazione, mentre il DUC pone in rapporto il decremento demografico con l'aumento delle superfici urbanizzate. Gli indici sono espressi in superficie urbanizzata/costruita procapite e quindi per abitante acquisito o perso, evidenziando con una certa efficacia i casi estremi di positiva motivazione residenziale/economica o, al contrario di forte crescita urbana in aree ad elevata contrazione demografica (secondo case o fenomeni di illegalità). Si tratta di parametri che possono utilmente collaborare con l'PTTP precedentemente definito per delineare le effettive credenziali dei comuni in termini di incremento urbano.

$$DUI = \frac{\Delta urb_{(t_1-t_0)}}{\Delta pop_{(t_1-t_0)}} \text{ (m}^2\text{/abit)}$$

dove:

$\Delta urb_{(01-51)}$ =Differenza tra le superfici urbanizzate nei comuni tra la cronosezione  $t_1$  e  $t_0$  ( $t_1 > t_0$ )

$\Delta pop_{(01-51)}$ =Variazione di popolazione residente nei comuni tra la cronosezione  $t_1$  e  $t_0$  ( $t_1 > t_0$ )

$$DUC = \frac{\Delta urb_{(t_1-t_0)}}{-\Delta pop_{(t_1-t_0)}} \text{ (m}^2\text{/abit. perso)}$$

Dove:

$\Delta urb_{(01-51)}$ =Differenza tra le superfici urbanizzate nei comuni tra la cronosezione  $t_1$  e  $t_0$  ( $t_1 > t_0$ )

$-\Delta pop_{(01-51)}$ =Decremento demografico intervenuto nei comuni tra la cronosezione  $t_1$  e  $t_0$  ( $t_1 > t_0$ )

### Gli indicatori di pressione insediativa sui sistemi ambientali

L'indice di frammentazione ecosistemica da urbanizzazione (UFI) si presenta come una densità di urbanizzazione pesata attraverso un fattore di forma. Il primo termine dell'espressione fornisce infatti l'incidenza delle superfici urbanizzate nella superficie di riferimento (amministrativa o griglia a passo regolare), mentre il secondo termine rappresenta il rapporto tra il perimetro complessivo delle parti urbanizzate e il perimetro che le stesse avrebbero se fossero tutte concentrate in una unica aggregazione di forma

circolare. L'indice mette in evidenza la prevalenza di urbanizzazioni lineari lungo la viabilità che causano importanti effetti di occlusione verso i potenziali flussi biotici di tetrapodi terrestri.

$$UFI = \frac{\sum A_{urb_i}}{A_u} * \frac{\sum p_i}{2\sqrt{\pi \sum A_{urb_i}}}$$

dove:

$A_{urbi}$  = superfici urbanizzate

$A_u$  = superficie dell'unità territoriale di riferimento

$p_i$  = perimetri delle aree urbanizzate

### Indici di insularizzazione delle aree naturali (FRR, FRD, FRP)

Si tratta di parametri che evidenziano le condizioni di “assedio” della urbanizzazione verso le patches di qualità ambientale e naturalistica di un sistema territoriale. Il loro calcolo è basato su una sequenza di buffer equidistanziati. La generazione del buffer che circonda le patches genera la riduzione delle distanze tra di loro fino alla sovrapposizione dei buffer creati, che, grazie all'effetto aggregativo, si saldano tra loro. Di conseguenza, viene creata una nuova configurazione, in cui il numero delle patches risultanti diminuisce in modo progressivo. Questa nuova configurazione permette di mettere in relazione le distanze dei buffer ed i numeri delle patches corrispondenti, fino ad arrivare al valore estremo di 1 patch quando tutti quelli originali risultano saldati l'uno all'altro. Quindi, è possibile elaborare curve che mettono in relazione le distanze del buffer e il numero di patches (curve di riduzione della frammentazione). Successivamente, da questi dati, vengono implementate curve di riduzione della frammentazione, portando la distanza del buffer nell'asse x e il tasso di riduzione della frammentazione (FRR) nell'asse y.

Considerando il buffer di ordine 1 e quelli seguenti di ordine  $1 + i$ , il valore FRR è ottenuto come segue:

$$FRR = \frac{Np_{(1+i)}}{Np_{(1)}}$$

dove:

$Np_{(1)}$  = Numero di patch derivate dalla aggregazione del buffer di ordine 1

$Np_{(1+i)}$  = Numero di patch derivate dalla aggregazione del buffer di ordine  $1+i$

La curva di riduzione della frammentazione mostra che maggiore è la distanza tra i buffer, più compatte sono le patch, con un aumento della continuità ambientale. Dalle funzioni che esprimono le curve di frammentazione (generalmente polinomiali di terzo grado) è possibile calcolare le distanze di riduzione della frammentazione stessa (FRD<sub>x</sub>). Dove sono presenti distanze di riduzione della frammentazione, la partizione delle patch diminuisce per un certo rapporto: ad esempio, FRD<sub>80</sub> mostra la distanza di aggregazione corrispondente a una riduzione della frammentazione del 80%.

La geometria delle curve di riduzione della frammentazione consente di classificare dei modelli di campionamento selezionando i casi in cui è sufficiente lavorare su brevi distanze per collegare tra loro le patches perché sono già abbastanza aggregate, oppure casi in cui sono presenti patch molto vicine ed altre più isolate.

Oltre ai due indici FRR e FRD, lo studio di frammentazione può avvalersi anche di un altro indice accessorio Fragmentation Reduction Performance (FRP), che corrisponde alla ragione di riduzione delle patch aggregate, durante il passaggio da un buffer all'altro.

Considerando il buffer di ordine  $m$  e i seguenti di ordine  $m + 1$ , il valore FRP è:

$$FRP = 1 - \frac{Np_{(m+1)}}{Np_{(m)}}$$

dove:

$Np_{(m)}$  = Numero di patch derivate dalla aggregazione del buffer di ordine  $m$

$Np_{(m+1)}$  = Numero di patch derivate dalla aggregazione del buffer di ordine  $m+1$

Segue un esempio di console con alcuni indicatori corredati da metadata e caratteristiche di prestazione e popolamento.

Denominazione indicatore	<b>DENSITA' DI URBANIZZAZIONE (UD)</b>
Tematica strategica europea Sviluppo Sostenibile	3.1.2 – 3.1.5 – 3.4.1
Descrizione	Il suolo trasformato dalla urbanizzazione può essere definito in diversi modi, in dipendenza dei rilevamenti da cui viene estratto. Il suolo "urbanizzato" si definisce come: <i>superfici destinate alle funzioni urbane, con sostituzione o con mantenimento del suolo naturale. Sono comprese le parti di suolo edificato e quelle destinate a funzioni accessorie dell'insediamento, come giardini pubblici e privati, impianti sportivi, strade sterrate e altre aree di servizio permeabili o impermeabili all'acqua.</i>
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Mensile Annuale <b>X</b> Biennale Altro
Unità di misura	$DUu = \frac{\sum Aurb_i}{Au}$ (%) $A_{urbi}$ = superficie urbanizzata $A_u$ = superficie del comune
Area tematica	<b>X</b> Quadro demografico e socio economico Agricoltura, selvicoltura zootecnia e pesca Industria Turismo Trasporti e Mobilità Energia Atmosfera Biosfera Idrosfera Geosfera Rifiuti Radiazioni ionizzanti Radiazioni non ionizzanti Rumore Rischio naturale <b>X</b> Rischio antropogenico Beni culturali e beni paesaggistici Altro ()
Eventuale riferimento alla classificazione DPSIR	<b>X</b> D (Forze determinanti) <b>X</b> P (Pressioni) <b>X</b> S (Stato) I (Impatti) R (Risposte)
Fonte	Carte tecniche regionali di uso del suolo 1:10.000
Consultazione	<b>X</b> Sito web regionale
Piano di monitoraggio	Aggiornamento biennale della cartografia regionale di uso del suolo alla scala minima di 1:10.000 mediante fotointerpretazione delle foto aeree.

Denominazione indicatore	<b>SUPERFICIE URBANA PRO CAPITE (UDpc)</b>
Tematica strategica europea Sviluppo Sostenibile	3.1.2 – 3.1.5 – 3.4.1
Descrizione	Restituzione delle esigenze standard di superficie urbanizzata delle comunità insediate, da relazionarsi anche con i ruoli territoriali dei territori abitati (produttivo agricolo, industriale, residenziale, etc..) e finalizzabili anche a particolari elaborazioni quali l'Impronta Ecologica
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Mensile Annuale <b>X</b> Biennale Altro
Unità di misura	$DUpc = \frac{\sum Aurb_i}{Nab}$ (m <sup>2</sup> /ab) $A_{urbi}$ = superficie urbanizzata $Nab$ = numero abitanti residenti

Area tematica	<b>X</b> Quadro demografico e socio economico Agricoltura, selvicoltura zootecnia e pesca Industria Turismo Trasporti e Mobilità Energia Atmosfera Biosfera Idrosfera Geosfera Rifiuti Radiazioni ionizzanti Radiazioni non ionizzanti Rumore Rischio naturale <b>X</b> Rischio antropogenico Beni culturali e beni paesaggistici Altro ()
Eventuale riferimento alla classificazione DPSIR	D (Forze determinanti) <b>X</b> P (Pressioni) <b>X</b> S (Stato) I (Impatti) R (Risposte)
Fonte	Carte tecniche regionali di uso del suolo 1:10.000 Dati demografici nazionali o comunali
Consultazione	<b>X</b> Sito web regionale
Piano di monitoraggio	Aggiornamento biennale dei dati demografici coordinato con quello della cartografia regionale di uso del suolo alla scala minima di 1:10.000 mediante fotointerpretazione delle foto aeree.

Denominazione indicatore	<b>LINEARIZZAZIONE URBANA (UFI)</b>
Tematica strategica europea Sviluppo Sostenibile	3.2.2 – 3.2.3 – 3.4.3
Descrizione	Densità di superficie urbanizzata pesata attraverso un fattore di forma. Il primo termine dell'espressione fornisce infatti l'incidenza delle superfici urbanizzate nella superficie di riferimento, mentre il secondo termine rappresenta il rapporto tra il perimetro complessivo delle parti urbanizzate e il perimetro che le stesse avrebbero se fossero tutte concentrate in una unica aggregazione di forma circolare. Si tratta di una declinazione valutativa delle aree urbanizzate, evidenziando il fattore di forma delle stesse. Le aree urbane molto filamentose incidono sulla funzionalità degli ecosistemi propagando i disturbi tipici dell'insediamento su superfici molto estese anche quando i valori statistici delle densità urbane sono piuttosto contenuti. Questi parametri possono usarsi in associazione con la più semplice frammentazione provocata dalle infrastrutture lineari (strade e ferrovie), oppure con indici più tipicamente ecologico-paesaggistici, quali i diversi fattori di forma delle patch presenti, oppure la loro prossimità o le frequenze dimensionali.
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Mensile Annuale <b>X</b> Biennale Altro
Unità di misura	$UFI = \frac{\sum A_{urb} \cdot h_i}{A_u} + \frac{\sum p_i}{2\sqrt{\pi} \sum A_{urb} \cdot h_i} \quad (%)$ A <sub>urbi</sub> = superfici comunali A <sub>u</sub> = superficie aree urbanizzate p <sub>i</sub> = perimetri delle
Area tematica	<b>X</b> Quadro demografico e socio economico Agricoltura, selvicoltura zootecnia e pesca Industria Turismo Trasporti e Mobilità Energia Atmosfera Biosfera Idrosfera Geosfera Rifiuti Radiazioni ionizzanti Radiazioni non ionizzanti Rumore Rischio naturale <b>X</b> Rischio antropogenico Beni culturali e beni paesaggistici Altro ()
Eventuale riferimento alla classificazione DPSIR	D (Forze determinanti) <b>X</b> P (Pressioni) <b>X</b> S (Stato) I (Impatti) R (Risposte)
Fonte	Carte tecniche regionali di uso del suolo 1:10.000
Consultazione	<b>X</b> Sito web regionale Data base ARPA UMBRIA
Piano di monitoraggio	Aggiornamento biennale della cartografia regionale di uso del suolo alla scala minima di 1:10.000 mediante fotointerpretazione delle foto aeree.

Denominazione indicatore	<b>FRAMMENTAZIONE DA INFRASTRUTTURE (IFI)</b>
Tematica strategica europea Sviluppo Sostenibile	3.4.3
Descrizione	
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Mensile Annuale <b>X</b> Biennale Altro
Unità di misura	$IFI = \frac{\sum l_i * o_i}{A_u} \quad (m/km^2)$ <p><small>l<sub>i</sub> = lunghezza dei singoli tratti di viabilità (escluse le discontinuità come viadotti, ponti e tunnel) o<sub>i</sub> = coefficienti di occlusione ecosistemica delle tipologie viarie A<sub>u</sub> = superficie comunale</small></p>
Area tematica	<b>X</b> Quadro demografico e socio economico Agricoltura, selvicoltura zootecnia e pesca Industria Turismo Trasporti e Mobilità Energia Atmosfera Biosfera Idrosfera Geosfera Rifiuti Radiazioni ionizzanti Radiazioni non ionizzanti Rumore Rischio naturale <b>X</b> Rischio antropogenico Beni culturali e beni paesaggistici Altro ()
Eventuale riferimento alla classificazione DPSIR	D (Forze determinanti) <b>X</b> P (Pressioni) <b>X</b> S (Stato) I (Impatti) R (Risposte)
Fonte	Carte tecniche regionali di uso del suolo 1:10.000
Consultazione	<b>X</b> Sito web regionale
Piano di monitoraggio	Aggiornamento biennale della cartografia regionale di uso del suolo alla scala minima di 1:10.000 mediante fotointerpretazione delle foto aeree.

#### **4. Formazione di personale delle Pubbliche Amministrazioni (Regione/Comuni/Agenzie).**

*L'azione sarà interamente dedicata alla formazione del personale delle PA al fine di migliorarne le competenze tecniche-scientifiche in materia di sviluppo sostenibile. Per queste attività il gruppo di ricerca prevede il coinvolgimento dei CEA (Centri Educazione Ambientale) e della Rete Territoriale INFEA per il supporto logistico*

A partire dal secondo anno del progetto, saranno erogati specifici corsi di formazione con l'obiettivo di migliorare le capacità tecniche e le conoscenze in materia di sviluppo sostenibile del personale coinvolto. In particolare il progetto prevede due corsi tematici:

1. Corso per la gestione e aggiornamento continuo della Mosaicatura degli strumenti urbanistici comunali (Regione/Agenzie)
2. Corso per la redazione ed al controllo tecnico dello strumento di pianificazione in accordo con le linee guida (Comuni/Agenzie).

Gli obiettivi centrali del progetto SOSTENERE sono incentrati su alcune tematiche fondamentali che posso essere riassunte come segue:

- Metodologie tecno-assistite per la gestione dell'informazione geografica;
- Applicazioni operative e valutazione della resilienza urbana e territoriale;
- Tecniche di sistemistica e di clustering nelle procedure di gestione sostenibile;



### **Metodologie tecno-assistite per la gestione dell'informazione geografica**

I corsi forniranno dapprima le conoscenze relative alle caratteristiche ed alla gestione dell'informazione geografica, necessarie per garantire il corretto utilizzo delle tecnologie GIS, per poi affrontare, attraverso mirate attività laboratoriali, le tecniche di gestione, utilizzo ed aggiornamento del PTM. Infatti, molte delle problematiche che attengono la creazione e la gestione degli strumenti urbanistici comunali hanno una natura sia tecnica, sia ontologica. Da un punto di vista tecnico, è necessario quindi che il personale sia in grado di gestire tutti i diversi formati con i quali oggi vengono prodotti gli strumenti urbanistici affinché possa poi confluire correttamente nel redigendo PTM. In assenza di una normativa di riferimento e di specifiche tecniche a riguardo, gli strumenti urbanistici disponibili sui portali comunali solo in alcuni casi vengono rilasciati in un formato gestibile in maniera adeguata da un GIS e questo comporta in effetti impegni e costi enormi per la ricomposizione dei quadri regionali e possibilità di aggiornamento non sistematiche. Molto spesso gli elaborati degli strumenti urbanistici comunali vengono erogati in formato PDF (Portable Document File), in formato DWG (drawing) e DXF (Drawing eXchange Format) e questo richiede il ricorso a fasi di pre-processing informaticamente laboriose al fine di ottenere i necessari formati compatibili con le procedure di elaborazione dati. Oltre a ciò, spesso sono assenti informazioni circa il sistema di riferimento adottato, con lo strumento urbanistico suddiviso in numerose tavole a volte difficilmente collocabili nel territorio. Gestire l'informazione geografica in questa chiave vuol dire saper georeferenziare una cartografia ed acquisire da essa le necessarie informazioni tramite la costruzione di un opportuno database compatibile con quello del PTM. L'acquisizione dell'informazione comporta quindi un processo di digitalizzazione di elementi geometrici tra loro in relazione ed è fondamentale che al termine di tale procedura non ci siano errori topologici per garantirne un corretto inserimento e relativo utilizzo. Saranno quindi illustrati i principali strumenti tecnici finalizzati sia alla prevenzione sia alla correzione di eventuali errori di questa natura. Problematiche di natura ontologica riguardano invece l'assegnazione della corretta tipologia zonale ad ognuno degli elementi geometrici cartografati nel relativo database. Si rilevano spesso infatti delle incongruenze tra la denominazione di zona e le attività che poi vengono effettivamente consentite contenute nelle NTA. Il protocollo tecnico previsto dal progetto prevede la realizzazione di una legenda unificata che serve ad individuare una griglia unica finalizzata ad uniformare le descrizioni sinottiche della pianificazione locale. Tale legenda sarà illustrata ed utilizzata durante l'attività di formazione. I corsi intendono quindi fornire ai tecnici e agli amministratori le nozioni GIS essenziali per poter utilizzare questi applicativi nella compilazione degli strumenti urbanistici per migliorare le modalità di trasmissione e di gestione delle regole. Ovviamente, tutti i corsi saranno tenuti attraverso l'ausilio di software Open-source (QGIS versione desktop).

### **Applicazioni operative e valutazione della resilienza urbana e territoriale**

Le esperienze che vengono implementate nell'ambito di SOSTENERE coinvolgono uno spettro ampio di professionalità e competenze, che nel loro insieme riescono a garantire una grande trasversalità scientifica nel sistema di lavoro. A tal proposito sono in fase di concettualizzazione e sperimentazione alcune applicazioni che verranno proposte in fasi esercitative e che rappresentano già le prime applicazioni in grado di fornire un sistema di supporto alle decisioni (SSD) per la pianificazione, attraverso la sintesi di tools di volta in volta implementabili. Gli strumenti in oggetto sono sperimentati in ambito di pianificazione territoriale e con una particolare attenzione alla loro applicabilità nella

procedura di Valutazione Ambientale Strategica. La VAS, quale strumento fondamentale di controllo nei processi di genesi e controllo dei piani/programmi, necessita di una spinta innovativa nelle tecniche di valutazione dei fenomeni che determinano interferenze significative sul sistema ambientale nel breve, medio e lungo termine. Nello specifico le proposte applicative dei momenti formativi riguarderanno sono tre le tools sviluppate nel modello: Mosaicatura dei piani (Mosaical Planning Tool - MPT); Road Ecology (Road Ecology Tool - RET); Servizi ecosistemici e rischi naturali (Ecosystem Services Tool - EST). Sono state individuate queste esperienze sulla base delle connessioni concettuali presenti con il procedimento VAS della Regione Abruzzo. Inoltre ciò permetterà di affrontare tre ambiti fondamentali (macrocategorie) come definite dall'ISPRA (2012):

- di contesto: permettono di inquadrare l'ambito amministrativo in cui si inserisce il piano/programma, prevedendo il confronto tra obiettivi e azioni di quest'ultimo con altri piani/programmi che interessano la stessa porzione di territorio;
- di processo: in grado di valutare gli effetti delle azioni del piano/programma, rispetto agli obiettivi dello stesso. Ciò permetterà anche l'individuazione e la risoluzione delle possibili criticità, attraverso eventuali misure di mitigazione e/o compensazione;
- di contributo: capaci di quantificare gli effetti delle azioni del piano/programma sull'ambiente, valutando come e quanto il contesto vari rispetto alle condizioni pregresse.

L'impostazione metodologica è finalizzata ad accrescere le conoscenze e la consapevolezza degli utenti rispetto alla necessità di utilizzare scenari sempre più attendibili dell'evoluzione possibile del territorio. Interoperabilità, dati aggiornati e multiscalarità, indicatori, sono solo alcuni degli aspetti imprescindibili per un approccio efficace alla sostenibilità.

### **Tecniche di sistemistica e di clustering nelle procedure di gestione sostenibile**

Rispetto a qualche decennio fa sono stati fatti progressi notevoli in campo tecnologico, soprattutto in termini di potenza e velocità di calcolo di quantità di dati enormi. La cluster analysis è oggi uno degli strumenti più utilizzati tra quelli che rientrano nel mondo delle analisi statistiche. Quando si effettua una classificazione si hanno una serie di categorie note a priori e lo scopo è quello di capire a quale gruppo appartiene un oggetto osservando il valore dei suoi attributi. Per fare questo, durante la fase di composizione di un modello di classificazione, si parte da un insieme di oggetti dei quali si conosce già la categoria di appartenenza. Attraverso l'analisi degli attributi degli oggetti appartenenti a una determinata classe si cerca di trovare un pattern comune. La classificazione è, quindi, un procedimento di apprendimento supervisionato dove la conoscenza di una determinata categoria esiste a prescindere dagli oggetti in essa raggruppabili. La clusterizzazione, al contrario, tenta di estrapolare un certo numero di gruppi in cui è possibile separare gli oggetti di un insieme analizzando i valori dei loro attributi. In questo caso non esistono classi predeterminate né esempi che le rappresentino. Di conseguenza la clusterizzazione è una procedura di tipo non supervisionato. Tali tecniche possono rientrare nell'analisi multicriteri (Multi Criteria Decision Aid), procedura di comparazione a criteri multipli che ha come scopo quello di contribuire allo sviluppo di un processo di apprendimento che alimenta lo stesso processo decisionale (Las Casas 1992). L'applicazione di tale conoscenze al mondo

della pianificazione e del governo del territorio è un tassello fondamentale per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità, in particolare grazie alla possibilità di costruire, con questi strumenti, scenari evoluti e proiezioni realistiche delle politiche di programmazione.