



03. QUADRO CONOSCITIVO E DIAGNOSTICO (QCD)

Relazione generale

Allegato 8:

Linea di Innovazione:
Servizi Ecosistemici

Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale

documento

03/9

**PIANO TERRITORIALE DI AREA VASTA
DELLA PROVINCIA DI RIMINI
TERRE DI ACCOGLIENZA, CULTURE,
CITTÀ, RESILIENZA.**

PROVINCIA DI RIMINI

Jamil Sadegholvaad, presidente
Fabrizio Piccioni, consigliere provinciale delegato
Maria Lamari, segretario generale
Gilberto Facondini, dirigente governo del territorio

**GRUPPO DI LAVORO DEL PIANO
TERRITORIALE DI AREA VASTA**

UFFICIO DI PIANO

Roberta Laghi
Alberto Guiducci
Giancarlo Pasi
Massimo Filippini
Paolo Setti

**Garante della Partecipazione
e della Comunicazione del piano**
Alessandra Rossini (fino al 28/02/23)
Alberto Guiducci (dal 01/03/23)

Supporto tecnico-organizzativo
Chiara Berton

con la collaborazione di
Ufficio Statistica
Cristiano Attili
**Ufficio Sviluppo organizzativo e
trasformazione digitale**
Stefano Masini

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

UNIVERSITÀ IUAV DI VENEZIA
Dipartimento di Culture del Progetto
Francesco Musco, coordinatore

ricercatori responsabili di progetto
Giulia Lucertini

Denis Maragno
Filippo Magni

collaboratori
Federica Gerla

Laura Ferretto

Gianmarco Di Giustino

Katia Federico

Elena Ferraioli

Giorgia Businaro

Nicola Romanato

Matteo Rossetti

Alberto Bonora

Gianfranco Pozzer

Alessandra Longo

CONTRIBUTI SPECIALISTICI

Mobilità
META srl
Andrea Debernardi
Ilario Abate Daga
Silvia Ornaghi
Francesca Traina Melega
Chiara Taiariol
Arianna Travaglini

Aspetti giuridici
Giuseppe Piperata
Gabriele Torelli

Paesaggio e cambiamento climatico
Elena Farnè

Sistema Informativo Territoriale
Massimo Tofanelli

PARTECIPAZIONE E COMUNICAZIONE
coordinamento
Elena Farnè

segreteria tecnica
Elisa Giagnolini

sito web
Stefano Fabbri
Elena Farnè
fotografia e identità visiva
Laura Conti
Emilia Strada

collaborazioni

ARPAE
agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia
Monica Bertuccioli

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente
Settore difesa del territorio – Area geologia, suoli e sismica

Dissesto idrogeologico
Marco Pizziole
Mauro Generali

Pericolosità sismica
Luca Martelli

Cartografia digitale
Alberto Martini

Geologia di sottosuolo
Paolo Severi

Risorse idriche
Maria Teresa De Nardo

Direzione Generale Agricoltura, Caccia e Pesca
Attività faunistico – venatorie
Pier Claudio Arrigoni

indice

1. PREMESSA.....	4
2. I SERVIZI ECOSISTEMICI E LA DIMENSIONE GIURIDICA.....	6
3. I SERVIZI ECOSISTEMICI NELLA PROVINCIA DI RIMINI.....	7
3.1. Approccio metodologico e individuazione dei Servizi Ecosistemici	7
3.1.1 Valutazione qualitativa dei Servizi Ecosistemici per i Comuni di nuova aggregazione.....	11
3.1.2 Proposta di Integrazione alla Valutazione dei Servizi Ecosistemici. La mappatura del potenziale idropotabile per l'ambito collinare e montano e i servizi ecosistemici degli ambiti di costa.....	12
3.2. Valutazione dei Servizi Ecosistemici nella Provincia di Rimini	12
3.2.1. Protezione dagli eventi estremi.....	14
3.2.2. Regolazione del microclima.....	17
3.2.3. Regolazione della CO ²	20
3.2.4. Controllo dell'erosione.....	22
3.2.5. Produzione agricola	24
3.2.6. Produzione forestale.....	27
3.2.7. Purificazione dell'acqua.....	29
3.2.8. Regolazione del regime idrologico	32
3.2.9. Potenziale idropotabile	35
3.2.10. Servizi ecosistemici degli ambiti di costa	38
3.2.11. Servizio ricreativo	44
4. CONCLUSIONI.....	47
5. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	48
6. APPENDICE.....	50

1. PREMESSA

Il Ptav distingue nel territorio diverse tipologie di ecosistemi, in linea con gli obiettivi e i principi contenuti nei documenti di piano sovraordinati.

I Servizi Ecosistemici (SE) rappresentano i benefici multipli, intesi come beni e servizi, che gli ecosistemi forniscono all'uomo direttamente o indirettamente (*Millennium Ecosystem Assessment - MEA, 2005*)¹ e si distinguono in quattro principali categorie:

- i servizi di approvvigionamento, che includono la fornitura, da parte degli ecosistemi, di risorse primarie come cibo, acqua, legno, fibre, combustibile ed altre materie prime;
- i servizi di supporto alla vita, che includono tutti i servizi che garantiscono la conservazione della diversità biologica, genetica e dei processi evolutivi che sono alla base della formazione e del mantenimento del suolo, ovvero il ciclo dei nutrienti, il ciclo dell'acqua e l'attività biologica;
- i servizi di regolazione, che rappresentano quei benefici ottenuti dalla regolazione dei processi ecosistemici come la regolazione del clima, dell'aria, del ciclo e della qualità delle acque, il controllo dei parassiti e delle malattie, la formazione del suolo, l'impollinazione, l'assimilazione dei rifiuti e la mitigazione di rischi naturali;
- i servizi culturali, che rappresentano i benefici non materiali derivanti dagli ecosistemi e che generano per l'uomo nuovi valori estetici, ricreativi, spirituali, cognitivi e intellettuali.

A livello internazionale e nazionale, i servizi ecosistemici stanno raggiungendo un notevole consenso riguardo l'importanza della loro valutazione e soprattutto della loro integrazione nell'ambito della pianificazione del territorio. L'approccio dei servizi ecosistemici emerge oggi come un potenziale e innovativo strumento sia analitico, per valutare gli ecosistemi e la biodiversità, sia decisionale, per gestire le risorse naturali nell'ambito della pianificazione del territorio. La valutazione di tali servizi, tramite una loro mappatura a diverse scale, permette, infatti, di aumentare la consapevolezza sulle capacità degli ecosistemi naturali di contribuire al benessere dell'uomo ed è fondamentale per comprendere le relazioni esistenti tra dinamiche ambientali e territoriali.

¹ Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystem and Human Well being: A Framework for Assessment*. Island Press.

La pianificazione territoriale, attraverso la definizione di variazioni nell'uso del suolo che implicano necessariamente delle alterazioni dei flussi di servizi ecosistemici, può da un lato contribuire a preservare gli ecosistemi naturali, garantendo un flusso bilanciato di servizi all'interno di un determinato territorio; dall'altro, se non sottoposta ad adeguate valutazioni, può determinare una loro perdita, con una conseguente riduzione dei benefici che l'uomo può trarre dall'ambiente naturale. A tal proposito, risulta fondamentale integrare i servizi ecosistemici ai tradizionali strumenti di governo del territorio, come aspetto innovativo.

L'articolazione del territorio in diverse tipologie di ecosistemi è indispensabile per supportare la definizione di politiche territoriali mediante le quali tutelare le risorse e la qualità della vita all'interno della Provincia di Rimini. La mappatura dei SE concorre a caratterizzare il contesto territoriale da un punto di vista ambientale, incrementandone le conoscenze. Il Ptav integra queste informazioni con i dati presenti nel quadro conoscitivo e afferenti alle quattro terre (Cultura, Accoglienza, Città e Resilienze).

Mediante la valutazione e la mappatura dei SE si individuano le aree con più alta e bassa vocazione nonché le aree in cui l'erogazione di determinati servizi risulta assente. È inoltre possibile apprezzare il grado di frammentazione che tali servizi hanno, fungendo quindi da supporto per valutazioni circa lo stato (e l'eventuale perdita) di funzionalità ecologica. In altre parole, le presenti mappature rendono possibile l'individuazione di aree in cui i servizi ecosistemi sono preponderanti e porzioni di territorio in cui invece è presente una condizione di criticità, dove cioè i benefici apportati dai SE risultano scarsi o del tutto assenti. Si individuano altresì le congruenze spaziali e le disparità tra quelli che sono i principali aspetti del territorio: offerta, flusso e domanda di SE. Per le elaborazioni si è fatto riferimento alla metodologia fornita dalla Regione Emilia-Romagna (Santolini & Morri, 2017)², integrate con gli specifici approfondimenti resi dal Servizio regionale competente.

La mappatura dei SE si rivela un utile strumento per mezzo del quale poter definire degli scenari di pianificazione degli ambiti territoriali, per poter gestire e pianificare in modo consapevole, cercando di conservare, garantire e tutelare i benefici che i SE apportano. L'analisi dei Servizi Ecosistemici permette infine di indirizzare il Ptav nel definire i propri obiettivi strategici mirati a tutelare le risorse naturali e i servizi ad esse associati, dove la loro offerta è maggiormente rilevante, e a potenziarli dove emerge una loro scarsità o criticità. In questo modo, il Ptav può definire le linee guida per preservare il carattere di qualità e resilienza del territorio e, al contempo, per diminuirne gli aspetti di criticità e vulnerabilità.

² Santolini, R., & Morri, E. (2017). Criteri ecologici per l'introduzione di sistemi di valutazione e remunerazione dei Servizi Ecosistemici (SE) nella progettazione e pianificazione.

2. I SERVIZI ECOSISTEMICI E LA DIMENSIONE GIURIDICA

La Disciplina sulla tutela e l'uso del suolo della Regione Emilia-Romagna (LR 24/17), recependo le Direttive Europee in materia di sostenibilità ambientale e in coerenza con quanto previsto dalle “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali” (LN 221/2015) ha posto le basi per il riconoscimento e la valutazione, alle diverse scale di governo del territorio, dei Servizi Ecosistemici erogati dai sistemi ambientali.

In base all' articolo 42 comma 3, e), della Legge urbanistica, spetta alle province, che hanno funzione di pianificazione strategica d'area vasta e di coordinamento delle scelte urbanistiche strutturali dei Comuni, individuare i Servizi Ecosistemici forniti dai sistemi ambientali presenti nell'ambito territoriale di propria competenza. L'analisi dei Servizi Ecosistemici si inserisce nel nuovo approccio per sistemi territoriali con cui, insieme al tradizionale approccio “per luoghi”, si realizza il Quadro Conoscitivo Diagnostico del processo di formazione dei Piani, in cui vengono mappati e definite le criticità e i fabbisogni.

3. I SERVIZI ECOSISTEMICI NELLA PROVINCIA DI RIMINI

3.1. Approccio metodologico e individuazione dei Servizi Ecosistemici

La metodologia adottata per la valutazione dei Servizi Ecosistemici è stata sviluppata dal Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche (CREN). L'approccio metodologico si configura come un valido strumento di supporto ai decisori del territorio nell'offrire criteri basati sugli ecosistemi, in grado di “integrare la conoscenza scientifica delle relazioni ecologiche nell'ambito di un complesso quadro di aspetti sociali, politici e di valori, verso l'obiettivo di protezione e integrità degli ecosistemi in una prospettiva di lungo termine” (Santolini et al., 2021)³.

Comprendere le dinamiche ecologiche e le sinergie tra i diversi servizi ecosistemici, capire quali sono le loro tendenze, definire i costi connessi alla loro perdita: gli spunti di riflessione sono molteplici e condizionati tanto dallo stato di fatto del sistema ambientale osservato quanto dalla considerazione dei fattori esogeni che possono condizionare quel sistema, come gli effetti del cambiamento climatico o l'alterazione delle “unità di lavoro” (gli ecosistemi) per mano dell'uomo (*Ibidem*).

Conoscere gli ecosistemi è essenziale per poter analizzare e valutare le funzionalità ecosistemiche e i Servizi Ecosistemici, la cui mappatura può fornire un prezioso strumento di comunicazione con gli attori in gioco, “illustrando l'interazione tra i diversi servizi ecosistemici su una gamma di scale spaziali” (*Ibidem*). Per questo la realizzazione di una Carta del Sistema Ambientale, che funge da Carta di base su cui integrare le elaborazioni cartografiche relative ai servizi ecosistemici, è il primo passo indispensabile per qualsiasi scala di riferimento.

La realizzazione di questa mappa prevede l'utilizzo di tre elementi cartografici, disponibili per tutta la superficie provinciale:

- Carta dell'Uso del Suolo (aggiornata al 2020);
- Carta Forestale (aggiornata al 2014);
- Carta degli Habitat (aggiornata al 2020).

La metodologia di valutazione proposta consiste essenzialmente nell'attribuire dei pesi, per ciascuna delle tipologie del Sistema Ambientale osservato, su come la presenza di determinate variabili (i fattori di modulazione) influenzano l'erogazione di uno specifico Servizio Ecosistemico. L'attribuzione di questi pesi è subordinata alla compilazione di una matrice (definita “Matrice di Funzionalità”) in cui sono codificati (da 0 irrilevante a 5 molto rilevante) tutti i

³ Santolini, R., Morri, E., & Pasini, G. (2021). Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici. CREN.

valori per le combinazioni esistenti tra le tipologie del sistema ambientale e i fattori di modulazione (Tabella 1).

I fattori di modulazione sono dati cartografici frutto dell'elaborazione di dati disponibili su determinate caratteristiche e proprietà degli ecosistemi che, opportunamente adattati alla scala di interesse ed integrati alla Carta di partenza, trovano corrispondenza nella Matrice di Valutazione, la quale collega di fatto le unità cartografiche e i valori attribuiti al Servizio Ecosistemico analizzato.

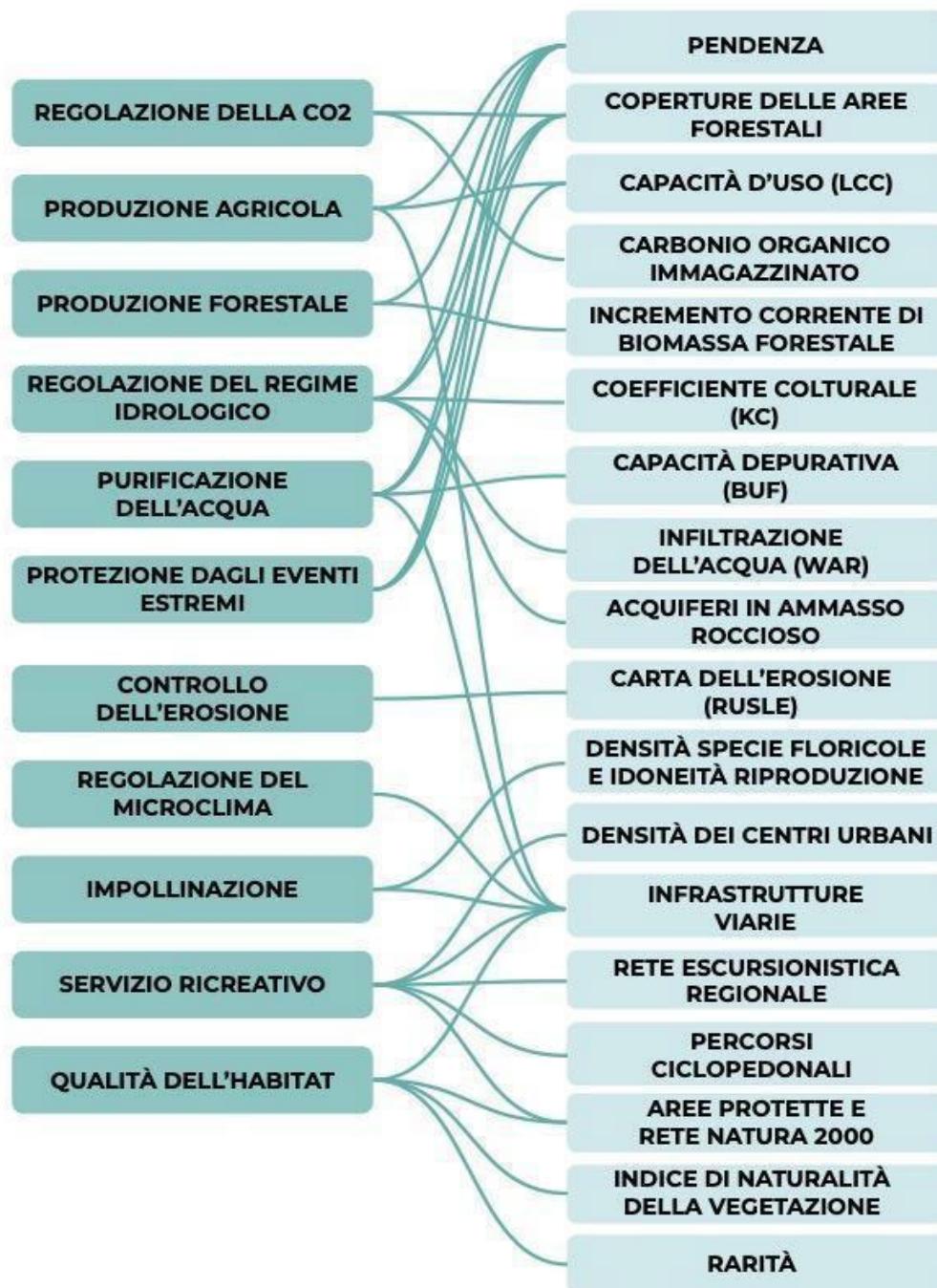
FATTORI DI MODULAZIONE		
1	PENDENZA	RAPPRESENTA L'ACCLIVITÀ DEL TERRENO, UTILE DATA LA NECESSITÀ DI PREVENIRE L'EROSIONE DEI SUOLI, FRANE E SMOTTAMENTI.
2	COPERTURA DELLE AREE FORESTALI	ESPRIME LA COPERTURA O DENSITÀ RIFERITI ALL'AREA DI INCIDENZA DELLE CHIOME SUL SUOLO.
3	CAPACITÀ D'USO (LCC)	FORNISCE UNA CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI CON FINI AGRICOLI E FORESTALI IN BASE A CRITERI PEDOLOGICI E AMBIENTALI.
4	CARBONIO ORGANICO IMMAGAZZINATO NEI SUOLI TRA 0-100 CM	VALORE MEDIO DI CARBONIO ORGANICO, ESPRESSO IN $MG^{*}HA^{-1}$, CONTENUTO FINO ALLA PROFONDITÀ DI 100 CM (COMPRESI GLI ORIZZONTI ORGANICI DI SUPERFICIE NEL CASO DEI SUOLI FORESTALI).
5	INCREMENTO CORRENTE DI BIOMASSA FORESTALE	EVIDENZIA LA COMPONENTE NATURALE DELLA CRESCITA DELLA BIOMASSA CHE RAPPRESENTA (AL NETTO DELLE PERDITE NATURALI) LA POTENZIALITÀ DI UTILIZZO DELLA BIOMASSA.
6	COEFFICIENTE COLTURALE (KC)	MISURA DELLA CAPACITÀ DI EVAPOTRASPIRAZIONE ASSOCIATA ALLE DIVERSE COLTURE.
7	CAPACITÀ DEPURATIVA (BUF)	RAPPRESENTA LA CAPACITÀ PROTETTIVA DEL SUOLO IN RELAZIONE ALLA RITENZIONE E RILASCIO DI ELEMENTI NUTRITIVI E INQUINANTI.
8	INFILTRAZIONE DELL'ACQUA (WAR)	FATTORE CHE DIPENDE PRINCIPALMENTE DA TRE PARAMETRI PEDOLOGICI: LA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA SATURA (KSAT), LA DISTRIBUZIONE DIMENSIONALE DEI PORI E LE CONDIZIONI DI SATURAZIONE DEL TERRENO.
9	CARTOGRAFIA DEGLI ACQUIFERI IN AMMASSO ROCCIOSO	INDIVIDUA LE AREE DOVE L'INFILTRAZIONE EFFICACE, È PREVALENTE RISPETTO AL RUSCELLAMENTO E VA AD ALIMENTARE LE RETI ACQUIFERE.
10	CARTA DELL'EROSIONE (RUSLE)	DEFINISCE E QUANTIFICA L'EROSIONE IDRICA DEL SUOLO COME UN PROCESSO RISULTANTE DA UN INSIEME DI DIVERSI FATTORI.
11	DENSITÀ DI SPECIE FLORICOLE E IDONEITÀ ALLA RIPRODUZIONE	FATTORI CHE CONCORRONO A DEFINIRE LA POTENZIALITÀ DEL SE DI IMPOLLINAZIONE OVVERO COME PROXY DELL'ABBONDANZA DI IMPOLLINATORI.
12	DISTANZA DAI CENTRI URBANI	DETERMINANTE RISPETTO LA POTENZIALITÀ DI FRUIZIONE DEGLI ELEMENTI DEL CAPITALE NATURALE ASSUMENDO CHE PIÙ UN

FATTORI DI MODULAZIONE	
	ELEMENTO SI TROVA VICINO E FACILMENTE RAGGIUNGIBILE DAL CITTADINO PIÙ SARÀ FRUITO (SE RICREATIVO).
13	INFRASTRUTTURE VIARIE PRESE IN CONSIDERAZIONE DATA L'INFLUENZA NEGATIVA NEI CONFRONTI DELLE SPECIE ANIMALI E SULLA QUALITÀ ECOLOGICA DELLE AREE LIMITROFE.
14	RETE ESCURSIONISTICA REGIONALE LA PRESENZA DI SENTIERI APPARTENENTI ALLA RETE ESCURSIONISTICA REGIONALE RAPPRESENTA IL POTENZIALE COLLEGAMENTO CON GLI ELEMENTI FRUIBILI (SE RICREATIVO).
15	PERCORSI CICLOPEDONALI APPARTENENTI ALLE CICLOVIE REGIONALI RAPPRESENTANO UN'ULTERIORE MODALITÀ DI FRUIZIONE DELLE AREE IN GRADO DI OFFRIRE UN SERVIZIO DI TIPO RICREATIVO.
16	AREE PROTETTE E AREE RETE NATURA 2000 LA VICINANZA O L'INCLUSIONE A QUESTA TIPOLOGIA DI AREE DETERMINA UNA MAGGIOR POTENZIALITÀ NELL'ATTRARRE E OFFRIRE UN SERVIZIO DI TIPO RICREATIVO.
17	INDICE DI NATURALITÀ DELLA VEGETAZIONE (IVN) PERMETTE DI CLASSIFICARE LE TIPOLOGIE DELLA CARTA DEL SISTEMA AMBIENTALE IN BASE AD UNA SCALA DI NATURALITÀ.
18	RARITÀ RAPPRESENTA LO STATO DEGLI ECOSISTEMI ED EVIDENZIA LE AREE A MAGGIOR PREGIO NATURALE E QUELLE PIÙ A RISCHIO DI DEGRADO.

All. 8 Tabella 1: Fattori di modulazione per la valutazione dei servizi ecosistemici

Per sviluppare la Matrice di valutazione devono essere identificati tutti i fattori che concorrono a modificare la funzionalità potenziale di un ecosistema. I fattori di modulazione possono essere utilizzati per la valutazione di uno o più SE, in base alle funzioni ecologiche o alle proprietà delle tipologie ambientali richieste per mapparne l'erogazione. I dati e le informazioni, necessari per le analisi, sono ricavabili da Cartografie disponibili nei Database della Regione Emilia-Romagna e dell'ISPRA. Ulteriori fattori aggiuntivi, come la presenza di infrastrutture viarie o ferroviarie possono condizionare il giudizio di valutazione attribuito ad una tipologia di Sistema Ambientale per un determinato SE, determinando l'azzeramento o l'inibizione dello stesso.

L'interpolazione tra la Carta del Sistema Ambientale e i dati disponibili o elaborabili (fattori di modulazione) permette di valutare i seguenti servizi ecosistemici (Figura 1).



All. 8 Figura 1: Relazione tra i servizi ecosistemici e i fattori di modulazione

3.1.1 Valutazione qualitativa dei Servizi Ecosistemici per i Comuni di nuova aggregazione

La metodologia adottata per la valutazione dei Servizi Ecosistemici della Provincia di Rimini, sviluppata dal Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche (CREN), prevede l'utilizzo di specifici fattori di modulazione, come precedentemente definito, attualmente non disponibili per i Comuni di recente aggregazione al territorio provinciale: Montecopolo e Sasso Feltrio. Lo stesso vale per la Carta del Sistema Ambientale, utilizzata come Carta di base sulla quale sono state integrate le differenti elaborazioni cartografiche relative ai Servizi Ecosistemici.

Pertanto, per questi due Comuni è stata effettuata una valutazione di tipo qualitativo basata sulle caratteristiche geomorfologiche dei Comuni limitrofi.

La metodologia di valutazione proposta si avvale dell'uso dei livelli di informazione messi a disposizione dalla *Corine Land Cover* (CLC), disponibile per tutto il territorio della Provincia di Rimini al 2018.

In primo luogo, dunque sono state identificate le classi della *Corine Land Cover* (livello 3) dei Comuni limitrofi. L'analisi effettuata ha determinato la scelta dei comuni di Pennabilli e Maiolo, caratterizzati da continuità territoriale e da una similitudine dal punto di vista geomorfologico.

Si è passati poi all'analisi GIS tramite il plugin "statistica zonale", andando a calcolare la media dei valori dei pixel di ciascun Servizio Ecosistemico all'interno delle classi della *Corine Land Cover* (livello 3) dei Comuni di Pennabilli e Maiolo.

La metodologia proposta prevede poi l'identificazione delle classi della *Corine Land Cover* (livello 3) dei Comuni di nuova aggregazione non coperti dalla valutazione elaborata dal Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche (CREN).

A questo è seguito un join tabellare tra le classi dei Comuni di nuova aggregazione con le medie dei valori ottenuti dalla statistica zonale di ogni singolo Servizio Ecosistemico, in modo tale da ottenere una valutazione qualitativa rispetto ad ogni Servizio Ecosistemico erogato, anche per i due comuni di nuova aggregazione.

Da qui si è passati a valutare la media di tutti i Servizi Ecosistemici analizzati così da avere un valore di sintesi finale (tav. 14 "Linea Innovativa: Servizi Ecosistemici").

3.1.2 Proposta di Integrazione alla Valutazione dei Servizi Ecosistemici. La mappatura del potenziale idropotabile per l'ambito collinare e montano e i servizi ecosistemici degli ambiti di costa

Oltre alle valutazioni effettuate a partire dalle Linee-guida regionali propedeutiche all'individuazione dei Servizi Ecosistemici e comunque in armonia con i contenuti di queste ultime, si è ritenuto opportuno approfondire il tema dei Servizi Ecosistemici (SE) collegati alla fornitura idropotabile per l'ambito collinare e montano⁴ e i servizi ecosistemici degli ambiti di costa.

È noto come la disponibilità di risorse idriche superficiali e sotterranee della pianura abbia origine nei territori montani, ciò a causa delle dinamiche del ciclo dell'acqua; il settore montano è quindi all'origine dei SE collegati all'acqua, tra cui quelli di fornitura. La montagna, ed in questo l'appennino riminese è sede di risorse idriche superficiali e sotterranee di naturale pregio qualitativo (con l'eccezione di alcuni casi, noti e circoscritti in regione, di problemi qualitativi di origine geogenica), che si mantiene anche grazie alle caratteristiche dell'uso del suolo che vede una minore incidenza di potenziali centri di pericolo.

I sistemi costieri sabbiosi sono altresì importanti sotto il profilo ecologico, biologico e paesaggistico e complessivamente svolgono un ruolo fondamentale nel controllo dell'erosione, nella mitigazione degli eventi climatici estremi e nella protezione dall'azione del vento e delle mareggiate, nel contenimento dell'intrusione salina e nella funzione di protezione delle aree interne dagli effetti dell'aerosol marino e contribuendo alla resilienza ecologica.

3.2. Valutazione dei Servizi Ecosistemici nella Provincia di Rimini

Attenendosi all'approccio metodologico descritto si è provveduto a valutare e mappare il grado di performance dei SE erogati nella Provincia di Rimini, a cui compete, in base alla legge urbanistica, l'individuazione e la valutazione di SE in fase di formazione del Ptav.

I fenomeni ecologici di supporto e regolazione, che garantiscono il funzionamento dell'ecosistema, sono stati utilizzati in questa analisi per stimare le soglie di criticità d'uso. Un approccio di questo tipo può supportare le decisioni riguardo a come, dove e in che misura agire per garantire la fornitura stabile di più servizi e la protezione della biodiversità di un territorio. Riuscire a valutare il loro contributo diretto e indiretto al benessere umano diventa quindi propedeutico all'individuazione della “dimensione critica minima dell'impatto a salvaguardia nel tempo della funzione collettiva del bene, cioè l'utilità sociale e il benessere derivante” (Santolini et al., 2021)⁵ e consente, in

⁴ M.T. De Nardo, Area Geologia, Suoli e Sismica, Settore Difesa del territorio, Regione Emilia-Romagna con i contributi di: Lisa Gentili Regione Emilia-Romagna Settore Prevenzione Collettiva e Sanità Pubblica,

⁵ Santolini, R., Morri, E., & Pasini, G. (2021). Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici. CREN.

fase di pianificazione, di sviluppare e promuovere strategie ed interventi per la loro preservazione o il loro incremento.

I Servizi Ecosistemici attualmente presi in considerazione e selezionati sulla base delle condizioni geomorfologiche e del fabbisogno dell'area oggetto di studio sono:

- Protezione dagli eventi estremi;
- Regolazione del microclima;
- Regolazione della CO₂;
- Controllo dell'erosione;
- Produzione agricola;
- Produzione forestale;
- Purificazione dell'acqua;
- Regolazione del regime idrologico;
- Servizio ricreativo.

Questi servizi ecosistemici sono stati scelti in primo luogo perché connessi alle funzioni ecologiche di supporto e regolazione, fondamentali per l'erogazione di tutti gli altri servizi; in secondo luogo, per la particolare conformazione fisica, geomorfologica e insediativa dell'area studio, in cui coesistono elementi ecologici e strutturali differenti ma comuni a buona parte del territorio regionale.

I SE sopra elencati, sono rappresentati in forma aggregata/sintetica nella Tavola 15 del QCD. Vengono altresì rese disponibili, per la elaborazione degli strumenti di pianificazione locale, le coperture vettoriali/numeriche per ciascun servizio ecosistemico.

3.2.1. Protezione dagli eventi estremi

Il servizio ecosistemico di **Protezione dagli eventi estremi**, secondo la metodologia usata, è connesso alla capacità del territorio di contrastare i potenziali effetti dannosi provocati da alluvioni, ondate di calore, siccità prolungate, frane, smottamenti. La mappatura e la valutazione di questo servizio concorrono a far emergere le potenzialità e le criticità che un territorio possiede, permettendo quindi di comprendere quanto l'ambito studiato sia pronto a prevenire questi impatti.

Per l'elaborazione della carta relativa alla protezione dagli eventi estremi è necessario prendere in considerazione alcune variabili che influenzano la performance e l'erogazione stessa del SE. Tali variabili, all'interno della metodologia adottata, vengono definite come “fattori di modulazione”; si tratta di variabili aggiuntive, derivanti da dati e informazioni di diversa origine e tipologia (*in primis* cartografie e riferimenti bibliografici) individuati in base alle peculiarità del SE preso in considerazione. Pertanto, i fattori di modulazione indispensabili per la mappatura del Servizio di protezione dagli eventi estremi sono:

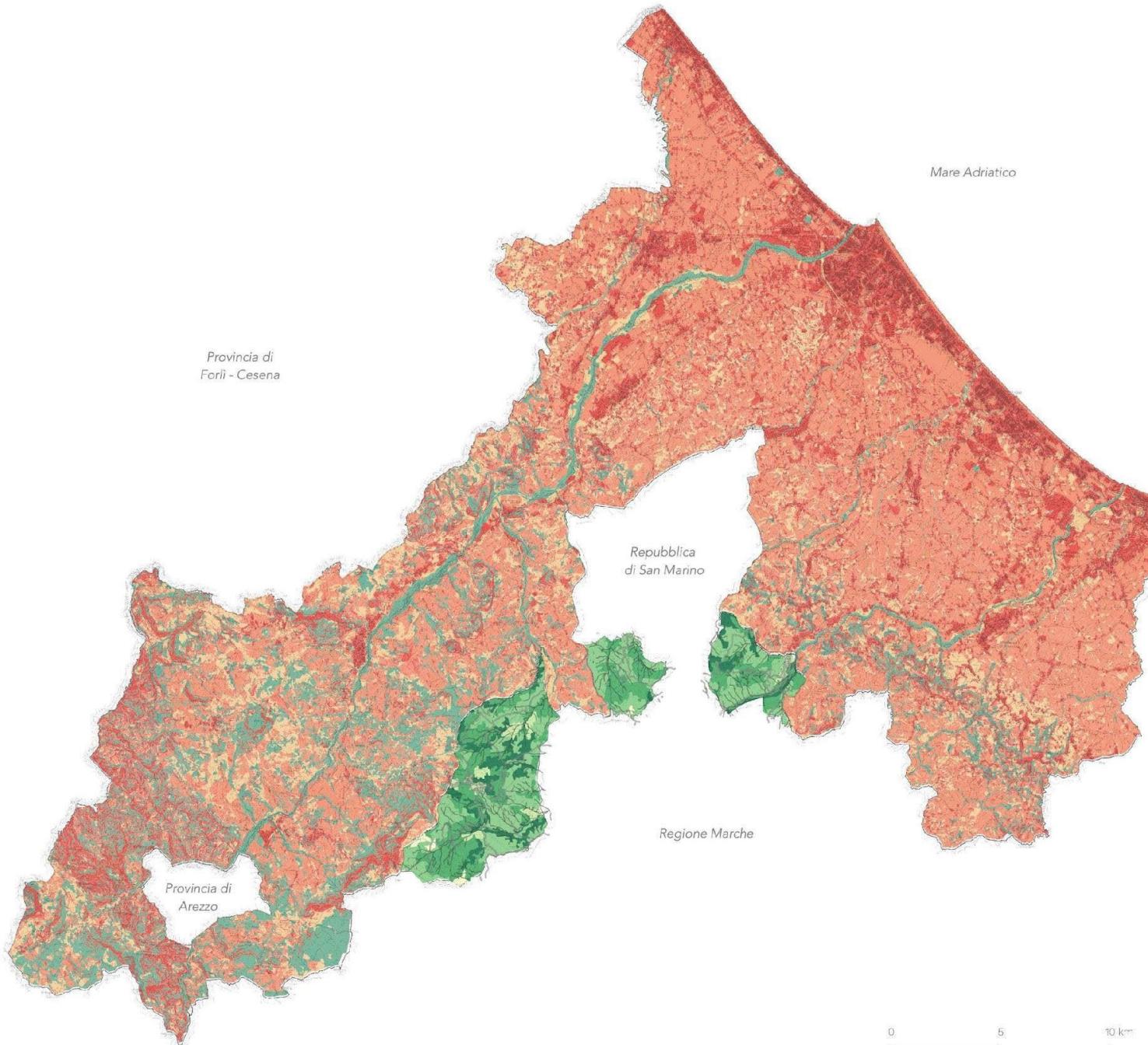
- Pendenza
- Copertura delle aree forestali

Il grado di pendenza è un fattore che incide molto sulla stabilità e le funzioni dei suoli: ad una maggiore pendenza corrisponde, infatti, un maggior rischio di frane, smottamenti e scorrimento superficiale di acque meteoriche. Per l'elaborazione del SE, la pendenza è stata suddivisa in tre classi: basso, medio e alto.

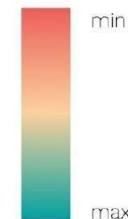
La copertura delle aree forestali, derivante dalla Carta Forestale della Regione Emilia-Romagna, esprime la concentrazione della componente vegetale all'interno dell'area studio. In particolar modo sono state individuate quattro classi di copertura: copertura inferiore al 20% (relativa in particolar modo a rimboschimenti e arboricoltura da legno), copertura compresa tra il 20 e il 40 %, copertura compresa tra il 40 e il 60 % e copertura superiore al 60 %.

L'interpolazione di queste due variabili con la Carta del Sistema Ambientale, ovvero la carta di sintesi realizzata a partire dalla Carta di Uso del Suolo, dalla Carta Forestale e dalla Carta degli Habitat, permette di ottenere la mappa che segue (Figura 2).

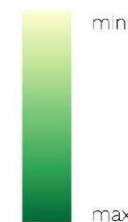
SERVIZI ECOSISTEMICI: Protezione dagli eventi estremi



legenda



Valutazione qualitativa del
servizio ecosistemico (*)

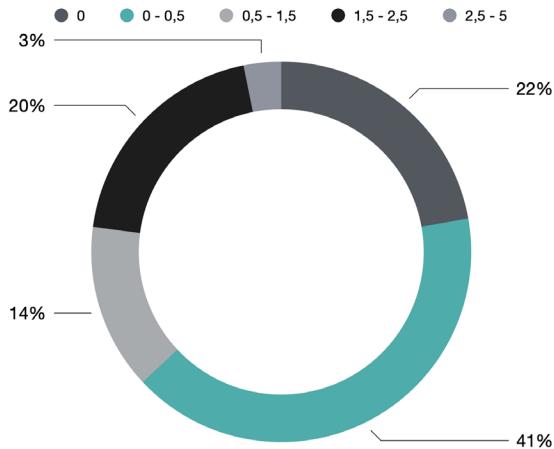


fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



La mappa permette di osservare l'andamento di performance del SE all'interno della Provincia di Rimini. Mediante una classificazione a gradiente emergono pertanto le aree caratterizzate da un andamento virtuoso (gradiente di blu) e le porzioni di territorio aventi una tendenza più critica (gradiente di rosso). L'andamento maggiormente presente è relativo a una performance medio - bassa (peso compreso tra 0 e 0.5) trend che interessa il 41% della superficie della Provincia (Figura 3).



All 8 Figura 3: Ripartizione aree (ha) del S.E. "Protezione dagli eventi estremi" all'interno della Provincia di Rimini

Dalla mappa è quindi possibile osservare come la performance del SE sia peggiore nelle aree caratterizzate dalla presenza di ambiti urbani. La componente ecologica, in questo caso identificata mediante la copertura forestale, si rivela una variabile non indifferente per l'erogazione del SE "Controllo degli eventi estremi".

Diventa pertanto di prioritaria importanza tutelare le aree dove attualmente è presente un'elevata componente vegetale poiché condizione necessaria per far fronte a impatti dagli esiti negativi. Al tempo stesso lo sviluppo territoriale dovrebbe puntare ad implementare tale SE all'interno delle aree e dei nuclei urbani.

3.2.2. Regolazione del microclima

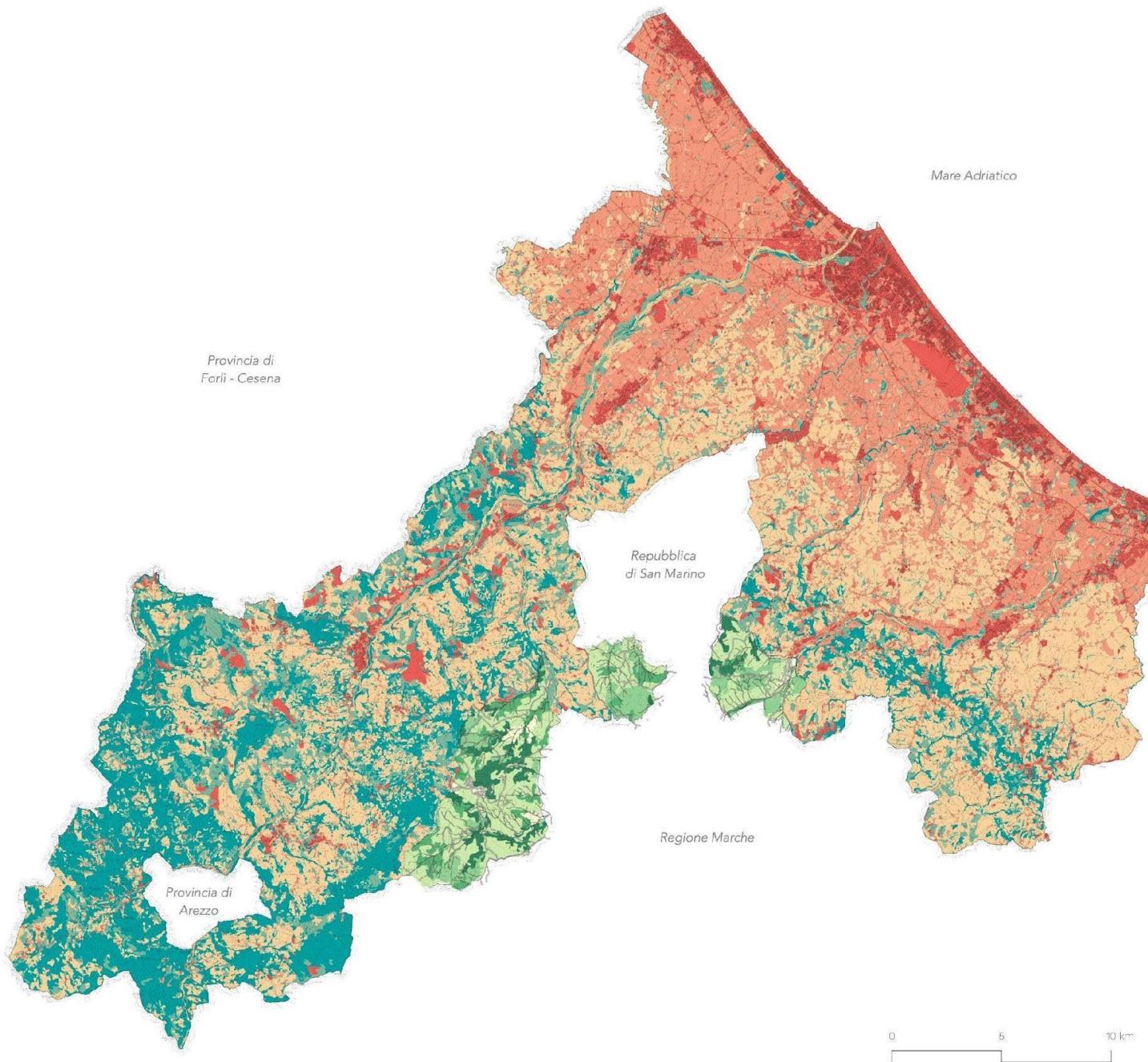
Il servizio ecosistemico di **Regolazione del microclima** quantifica l'attitudine dei sistemi ambientali ad influenzare le condizioni termiche e di umidità del clima locale. Questo può avvenire in maniera diretta o indiretta per mezzo di effetti che sono conseguenza di processi biologici.

La valutazione del grado di performance assume notevole importanza in relazione al fabbisogno di tale servizio nelle aree fortemente antropizzate, concentrate prevalentemente lungo la fascia costiera e i principali assi viari della Provincia. L'erogazione del servizio di regolazione del microclima può essere infatti fortemente condizionata dalla vicinanza ad una infrastruttura viaria o ferroviaria, poiché queste ultime influiscono negativamente sulla componente ecologica e sulla qualità della vita delle specie animali (Santolini et al., 2021)⁶. Anche le diverse tipologie di attività antropiche possono concorrere a un decremento della capacità di regolazione del microclima, al contrario delle aree in cui la componente naturale (intesa in questo caso come elemento vegetale) è maggiormente presente. Per tale motivo le variabili che sono state prese in considerazione per l'elaborazione del Servizio Ecosistemico sono:

- Infrastrutture stradali
- Infrastrutture ferroviarie
- Classi di uso del suolo

In questo particolare caso le infrastrutture viarie vengono considerate come delle variabili inibenti, le quali non annullano l'erogazione del SE ma concorrono a un decremento della sua performance. L'interpolazione dei fattori sopra descritti permette l'elaborazione della seguente mappa (Figura 4):

⁶ Santolini, R., Morri, E., & Pasini, G. (2021). Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici. CREN.



SERVIZI ECOSISTEMICI: Regolazione del microclima

legenda



Valutazione qualitativa del servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



Dalla mappa gradiente è possibile osservare come l'ambito Provinciale di Rimini possa essere idealmente diviso in macro-fasce: una prima fascia caratterizzata da una performance di regolazione del microclima più critica, una seconda fascia interessata da un andamento intermedio e una terza porzione dove invece si registra il trend migliore. Questo andamento può essere correlato alle principali unità di paesaggio (costa, pianura, collina, montagna) con cui poter caratterizzare la Provincia di Rimini. Ogni unità di paesaggio è infatti definita da caratteristiche peculiari, in termini di presenza e concentrazione di attività antropiche nonché di componente ecologica. Nel seguente grafico (Figura 5) è possibile osservare la ripartizione della performance di regolazione del microclima all'interno delle quattro unità di paesaggio.



All. 8 Figura 5: Ripartizione aree (ha) del S.E. "Regolazione del microclima" all'interno delle 4 unità di Paesaggio della Provincia di Rimini

La ripartizione appena descritta conferma l'importante ruolo che la componente ecologica possiede nel regolare il microclima all'interno di un ambito territoriale. Considerando le unità di paesaggio emerge, inoltre, come le

arie urbane siano di prioritario interesse per la delineazione di misure con le quali poter concorrere a incrementare la regolazione del microclima e calmierare di fatto gli impatti negativi provocati dall'assenza di tale regolazione, adottando strategie di pianificazione sostenibili che riconoscano il ruolo delle risorse ambientali e naturali, valorizzandone le funzionalità.

3.2.3. Regolazione della CO₂

L'aumento di emissioni di CO₂ derivanti dall'industria, dall'estrazione, dall'uso di energia e dal cambio di uso del suolo (agricoltura, deforestazione e incendi) sono dei fattori chiave che concorrono a incrementare i fenomeni legati al cambiamento climatico. Riducendo la concentrazione di CO₂ nell'atmosfera, le conseguenze del surriscaldamento globale potrebbero essere limitate a lungo termine. Il servizio ecosistemico di **Regolazione della CO₂** esprime pertanto la capacità delle unità ecologiche di immagazzinare carbonio nei suoli, riducendo la presenza di anidride carbonica in atmosfera e sequestrandola nel suolo.

Per l'elaborazione di questo servizio sono stati presi in considerazione due fattori di modulazione:

- Copertura percentuale arboreo-arbustiva
- Contenuto organico immagazzinato nei suoli (espresso in Mg*ha⁻¹), contenuto fino alla profondità di 100 cm

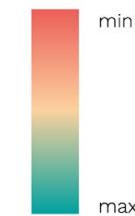
La variabile relativa al contenuto organico prende in considerazione elementi come la distribuzione dei diversi tipi di suolo e l'incidenza delle superfici di non suolo (intese come aree caratterizzate da acque superficiali, aree urbane e infrastrutture). In questo particolare caso il territorio è rappresentato mediante una struttura a maglia costituita da celle con lato di 1 km.

I dati sul contenuto di carbonio organico per la Provincia di Rimini sono incompleti, poiché non coprono i territori della Valmarecchia, che solo nel 2009, con un Referendum, sono stati accorpati alla Provincia di Rimini.

Mediante l'interpolazione di queste variabili è possibile quantificare l'erogazione potenziale del Servizio Ecosistemico di regolazione della CO₂ (Figura 6).

SERVIZI ECOSISTEMICI: Regolazione della CO₂

legenda



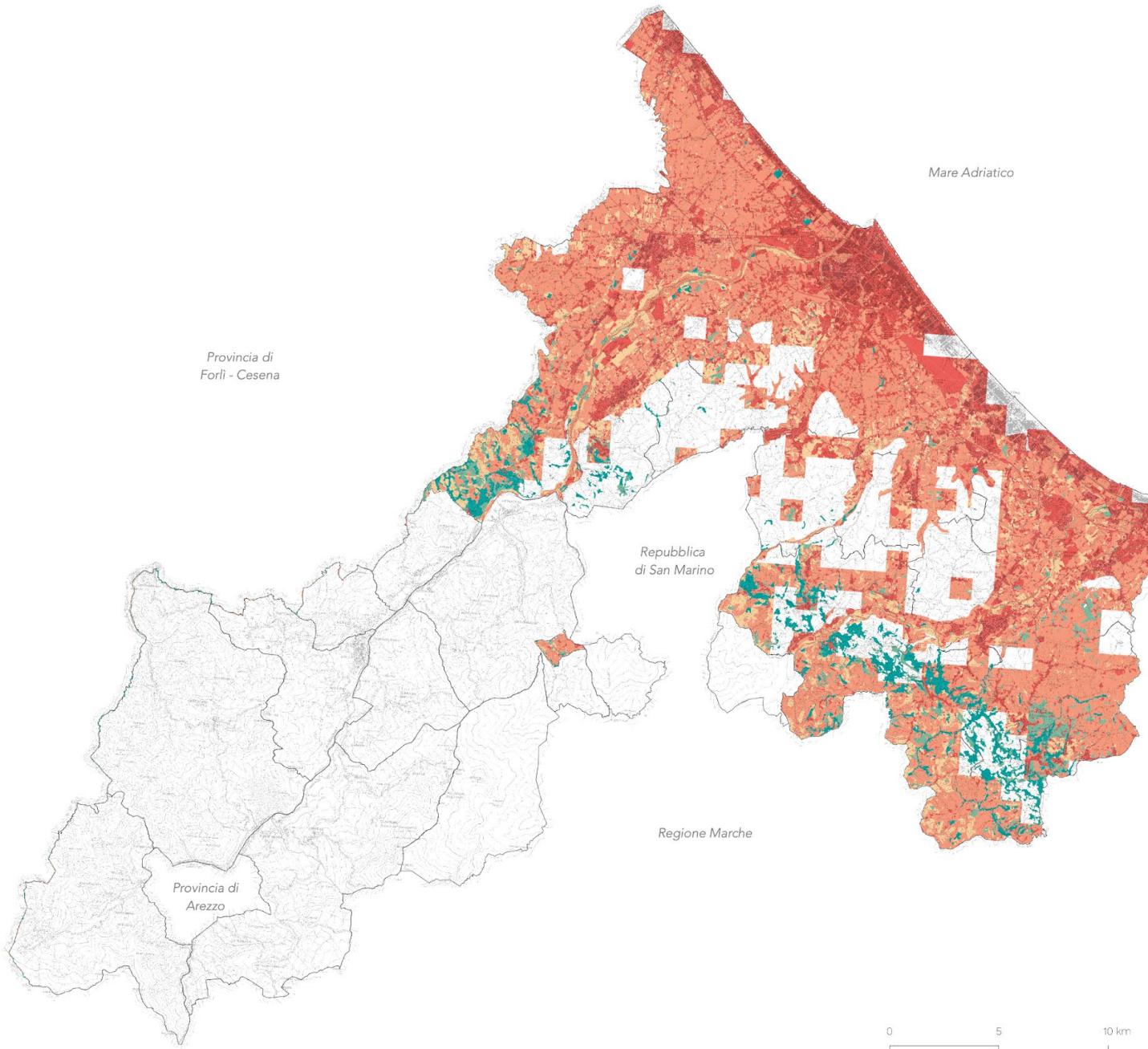
Provincia di
Forlì - Cesena

Mare Adriatico

Repubblica
di San Marino

Regione Marche

Provincia di
Arezzo



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN



La mappatura del Servizio Ecosistemico evidenzia come la performance, all'interno dell'area elaborata, abbia un andamento complessivamente critico. Una variazione del trend si registra nelle aree in cui è presente una maggior concentrazione di copertura forestale, in particolar modo interessata dalla presenza di boschi a prevalenza di querce, carpini, castagni e conifere. La valutazione di tale SE suggerisce la necessità di definire delle strategie di gestione e pianificazione territoriale che vadano verso l'implementazione di misure volte non solo alla conservazione del Capitale Naturale del territorio (utile alla mitigazione degli impatti dei cambiamenti climatici in atto), ma anche all'incremento di questo nelle zone particolarmente critiche per l'erogazione del Servizio Ecosistemico di Regolazione della CO₂.

3.2.4. Controllo dell'erosione

Il servizio ecosistemico di **Controllo dell'erosione**, il quale rientra tra i principali servizi di regolazione, esprime quanto un determinato ecosistema sia in grado di prevenire la perdita di suolo, garantendo al tempo stesso il mantenimento della fertilità attraverso processi biologici naturali.

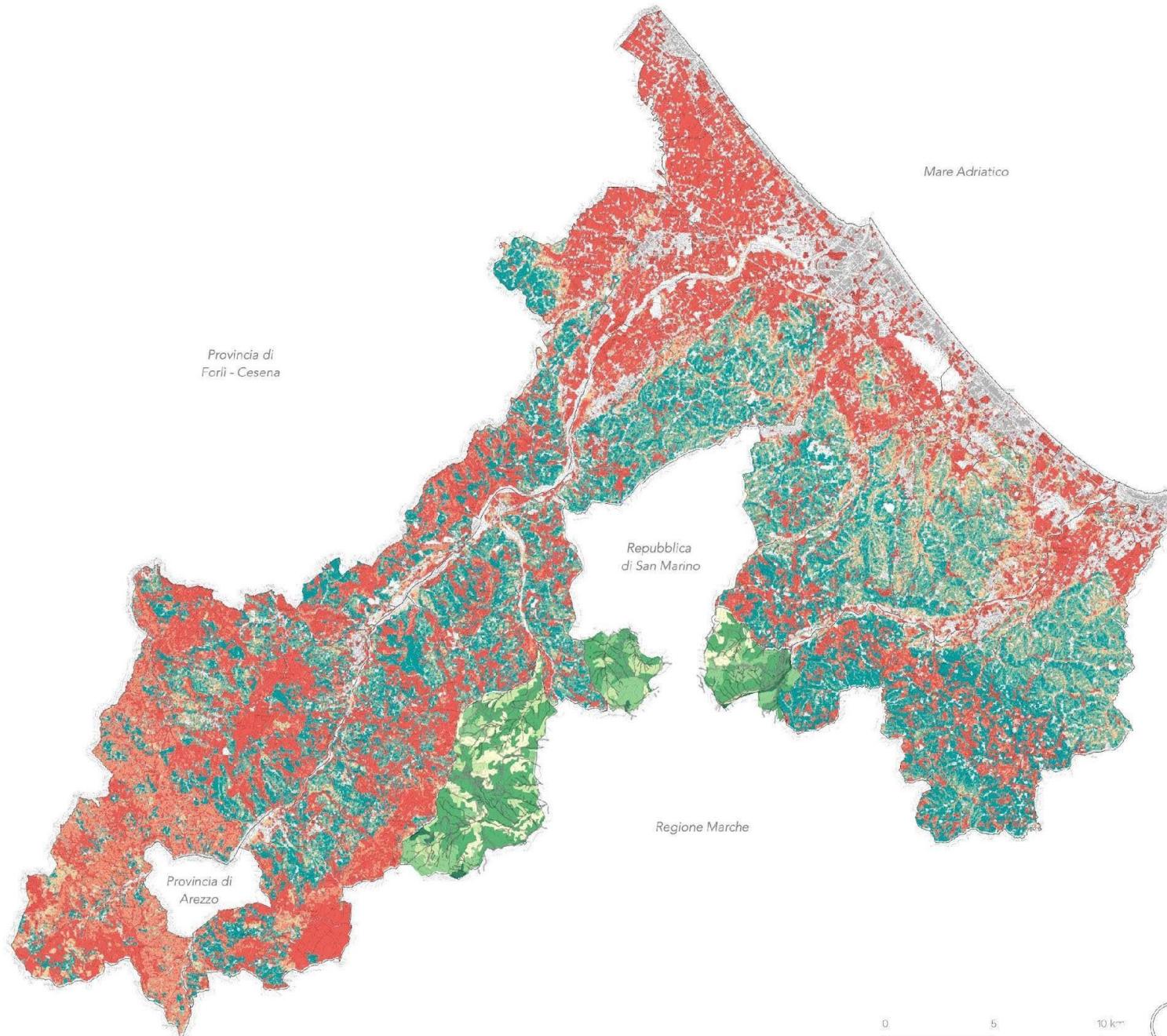
L'erosione si attesta infatti come un fenomeno che si manifesta sotto forma di perdita di *top-soil* (suolo superiore) evento causato principalmente dagli agenti atmosferici e dalle azioni antropiche. Queste ultime, in particolar modo correlate a pratiche agricole e alterazione dei suoli naturali, possono infatti velocizzare l'andamento dei tassi di erosione, riducendo la produttività, il terreno coltivabile e la stabilità degli stessi suoli. I sistemi forestali, anche in funzione della densità di copertura, hanno maggiori capacità di mitigare l'erosione superficiale rispetto a superfici nude, come campi coltivati o aree calanchive.

Per definire il valore potenziale di questo servizio è bene prendere in considerazione alcune variabili che concorrono alla sua erogazione. In questo caso specifico uno dei fattori più importanti, che entra nel merito della valutazione del SE è dato dall'erosione idrica, la quale viene definita come un processo risultante da un insieme di fattori:

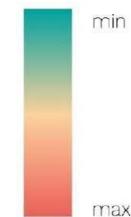
- Energia e intensità delle precipitazioni (fattore R);
- Erodibilità del suolo (fattore K);
- Lunghezza del versante e pendenza del versante (fattore LS);
- Copertura vegetale (fattore C);

Ad alti valori di erosione della carta (Figura 7) corrispondono bassi valori nel range 0-5, ovvero bassa potenzialità di quella porzione di territorio nel proteggere dall'erosione superficiale.

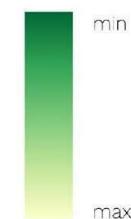
SERVIZI ECOSISTEMICI: Controllo dell'erosione



legenda



Valutazione qualitativa del servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



Emerge quindi come le aree relative all'unità di paesaggio della pianura registrano un andamento migliore, con tassi di erosione trascurabili. Al contrario l'unità di paesaggio collinare presenta zone maggiormente erose rispetto alle zone montane, che invece sono contraddistinte da una performance virtuosa. Questa variazione è dovuta alla diversa vegetazione presente. L'area collinare è infatti maggiormente caratterizzata da aree destinate alla coltivazione; si tratta quindi di un'area interessata da una continua lavorazione della terra, unita alla presenza di componente verde dall'apparato ipogeo poco sviluppato. La tipologia di gestione del suolo è pertanto meno conservativa rispetto agli ambienti naturali.

Dall'analisi del SE relativo al Controllo dell'erosione è possibile evidenziare quelle aree che presentano una performance peggiore e dove è necessario agire in maniera prioritaria, data la maggior propensione al rischio e ad una serie di conseguenze sia per l'ambiente naturale che urbano.

3.2.5. Produzione agricola

Il servizio ecosistemico **Produzione agricola**, fa parte dei servizi di approvvigionamento di cibo, materie prime, acqua dolce, variabilità biologica ed è connesso alla capacità di un ecosistema di produrre cibo. L'attività agricola, e dunque l'agroecosistema, viene considerato alla base di quelle funzioni o processi ecologici in grado di aiutare a ripristinare ed aumentare il capitale naturale.

Il contributo dell'agricoltura nel garantire la fornitura di SE da parte dell'agroecosistema è richiamato anche nell'ambito dell'obiettivo 2.4 dei *Sustainable Development Goals* (SDGs) delle Nazioni Unite.

I fattori di modulazione presi in considerazione per l'elaborazione di questo servizio sono:

- Pendenza
- Capacità d'uso (LCC)
- Infrastrutture stradali

La pendenza del terreno incide notevolmente sulla produttività agricola e sulla stabilità dei suoli: una maggiore pendenza, infatti, determina una maggior velocità di deflusso delle acque e può essere causa di una maggiore erosione del suolo. La coltivazione di terreni con forte pendenza può essere messa a rischio e provocare frane ed inondazioni, in caso di piogge abbondanti.

Per l'elaborazione del SE in questione, la pendenza è stata suddivisa in tre classi: basso, medio e alto.

La capacità d'uso dei suoli a fini agro-forestali è intesa come la potenzialità del suolo a ospitare e favorire l'accrescimento di piante coltivate e spontanee,

valutata in base a caratteristiche pedologiche e ambientali del terreno (Giordano A., 1999)⁷.

Infine, sono state prese in considerazione le infrastrutture viarie, considerate come fattore azzerante nell'erogazione del Servizio Ecosistemico, in quanto secondo il principio di precauzione in un buffer di 50 m dalle carreggiate è preferibile non erogare servizi di produzione agricola (Forman et al., 2003)⁸. L'erogazione potenziale del Servizio Ecosistemico di produzione agricola (Figura 8) è data dall'interpolazione di queste variabili.

⁷ Giordano, A. (1999). I rapporti suolo-acqua-pianta. Pedologia. Torino, Utet.

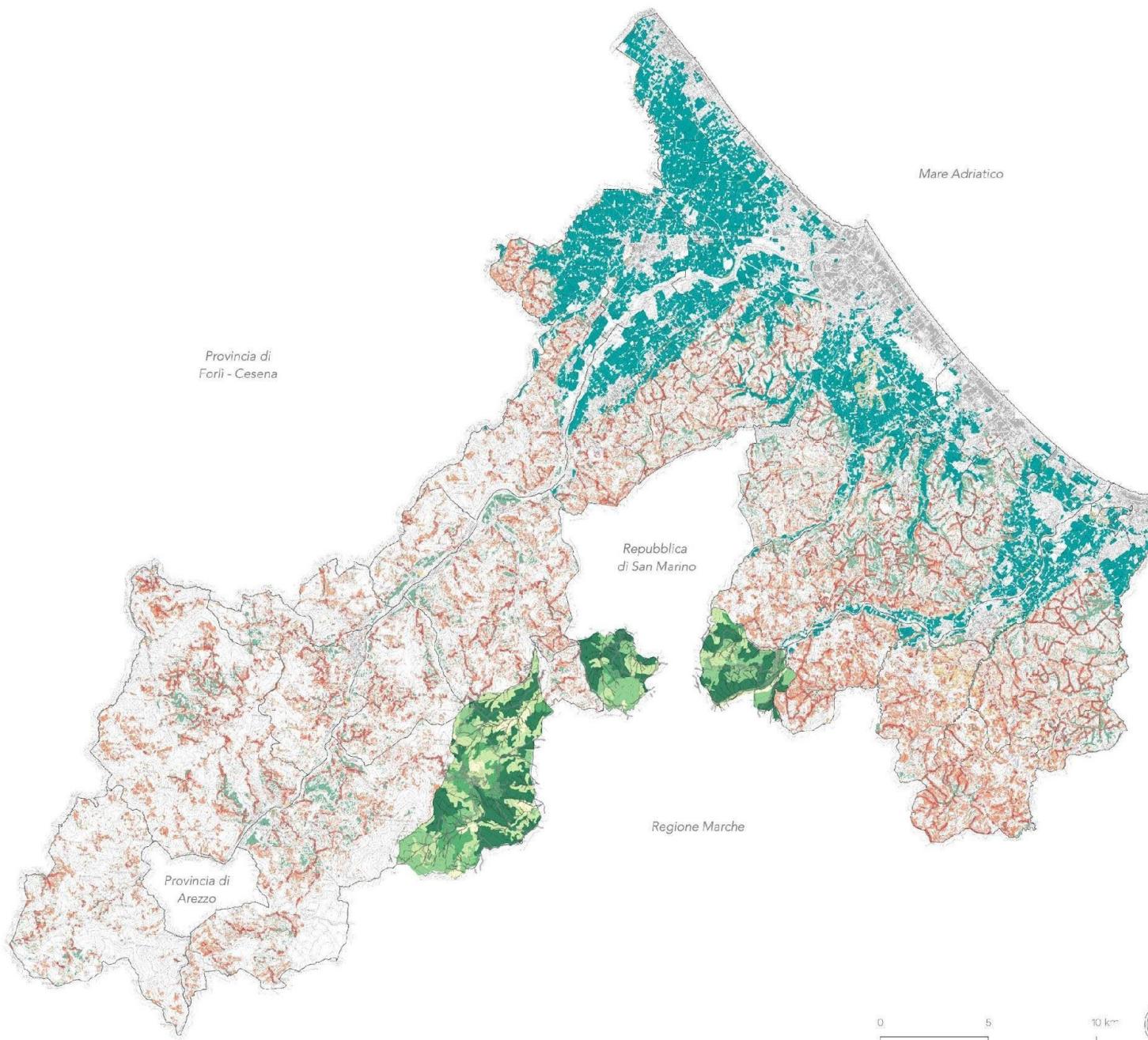
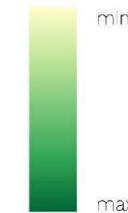
⁸ Forman, R. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., ... & Winter, T. C. (2003). Road ecology: science and solutions. Island press.

SERVIZI ECOSISTEMICI: Produzione agricola

legenda



Valutazione qualitativa del
servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV

La mappa considera e quantifica l'erogazione del SE di produzione solo per le porzioni di suolo rientranti nella parte agricola. Da questa emerge come la variabile della pendenza abbia un peso elevato per la definizione della performance del servizio stesso: è infatti possibile osservare un trend positivo nell'area pianeggiante (e quindi connotata da un grado di pendenza basso) della Provincia, caratterizzata in prevalenza da seminativi semplici, frutteti e oliveti. Queste elaborazioni sono in grado di arricchire il quadro conoscitivo, in modo tale da quantificare la dipendenza dell'economia provinciale dai servizi naturali; questo garantirebbe una migliore integrazione di azioni e politiche che mirano a preservare gli habitat naturali esistenti, mantenere la stabilità dell'agroecosistema e garantire una sua maggiore funzionalità ecologica.

3.2.6. Produzione forestale

Il servizio ecosistemico di **Produzione forestale** viene inteso in funzione di un servizio relativo all'approvvigionamento, che fornisce beni materiali, vale a dire la produzione derivante dall'attività boschiva, che per secoli ha avuto un'importanza centrale per le economie di molti paesi, fornendo beni di prima necessità (Gaglioppa et al, 2017)⁹.

Tra i beni derivanti dall'erogazione di questo servizio ecosistemico si individuano il legname da costruzione e quello per uso energetico. La prima tipologia di legname viene impiegata prevalentemente nel settore edilizio, ma anche in quello industriale e artigianale, come per le costruzioni strutturali, per l'arredamento, i serramenti o come materiale isolante. Il legname utilizzato per scopi energetici / di combustione comprende invece legna da ardere in pezzi, cippato e pallets.

Le variabili che influenzano l'erogazione di tale servizio e che pertanto sono state prese in considerazione sono:

- Pendenza
- Incremento corrente di biomassa forestale

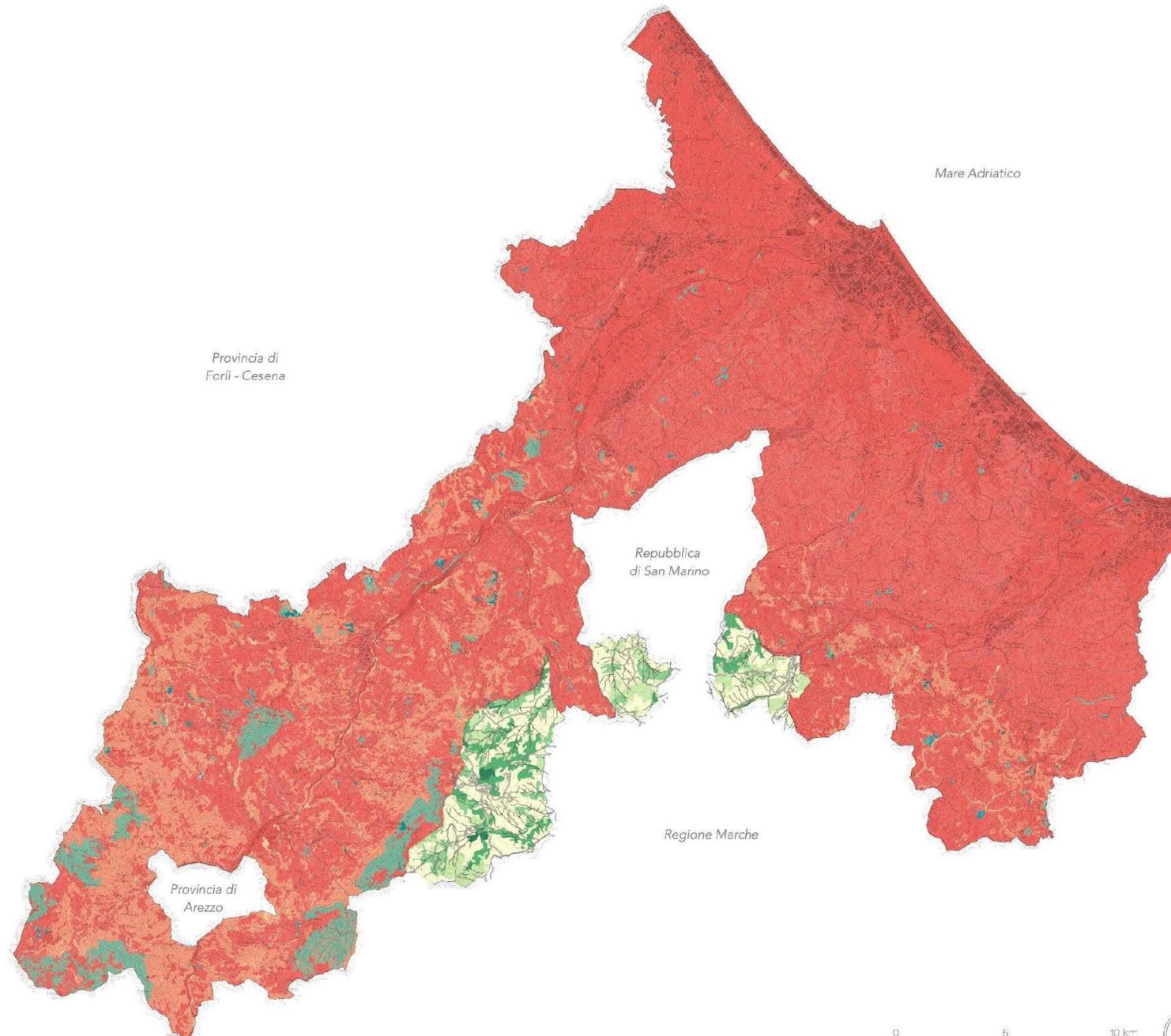
Entrambe le variabili considerate sono strettamente correlate con la produzione in ambito forestale anche se vengono declinate con accezioni diverse. La pendenza viene infatti considerata in termini negativi, ovvero come possibile ostacolo per quanto concerne l'impiego della biomassa.

L'incremento corrente è invece un parametro avente un valore positivo per la crescita della biomassa stessa.

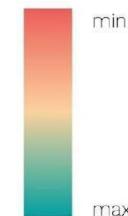
La correlazione e pertanto l'interpolazione delle due variabili sopra descritte permette l'elaborazione della seguente mappa (Figura 9):

⁹ Gaglioppa, P., Guadagno, R., Marino, D., Marucci, A., Palmieri, M., Pellegrino, D., ... & Caracausi, C. (2017). L'assestamento forestale basato su servizi ecosistemici e pagamenti per servizi ecosistemici: considerazioni a valle del progetto LIFE+ Making Good Natura. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 14(1), 99.

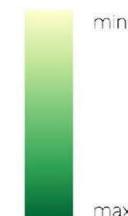
SERVIZI ECOSISTEMICI: Produzione forestale



legenda



Valutazione qualitativa del servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



Emerge dunque come le aree relative all'unità di paesaggio della pianura e della collina registrano un andamento estremamente negativo; migliore è invece la performance relativa all'unità di paesaggio dell'alta collina e montagna, dove la presenza di colture da legno, pioppi e boschi è prevalente, e dunque, l'incremento corrente risulta essere un parametro fondamentale per la crescita della biomassa stessa e quindi l'erogazione del Servizio Ecosistemico di Produzione Forestale.

La valutazione del SE di Produzione Forestale risulta fondamentale nel definire priorità di intervento, perseguiendo un bilanciamento di vantaggi attuali e disponibilità futura (sostenibilità) di servizi ecosistemici.

3.2.7. Purificazione dell'acqua

Il servizio ecosistemico di **Purificazione dell'acqua** esprime la capacità di alcuni ecosistemi di filtrare e depurare le acque da alcune tipologie di inquinanti (ad esempio: nitrati NO_3^-). La depurazione dell'acqua può avvenire sia attraverso un filtraggio di tipo fisico, ossia mediante il suolo, sia attraverso un filtraggio di tipo chimico-biologico, per mezzo del metabolismo delle piante.

Questi processi ecosistemici sono attuati dai cosiddetti “sistemi tampone del paesaggio”, vale a dire fasce tamponi, zone umide, vegetazione nei canali ecc., in grado di ridurre e rimuovere sostanze inquinanti dall'acqua, andando dunque a migliorare la qualità ambientale.

I fattori di modulazione presi in considerazione per l'elaborazione di questo servizio ecosistemico sono:

- Pendenza
- Copertura delle aree forestali
- Capacità depurativa (BUF)
- Infrastruttura viaria e ferroviaria

La capacità depurativa (BUF) rappresenta la capacità protettiva del suolo in relazione alla ritenzione e rilascio di elementi nutritivi e inquinanti ed è un parametro presente solo per le aree di pianura.

L'infrastruttura viaria e ferroviaria, per l'erogazione di questo SE, viene considerata come elemento azzerante, in quanto impermeabile, e inoltre può rappresentare una potenziale minaccia a causa della diffusione di olii e polveri di usura dalle auto.

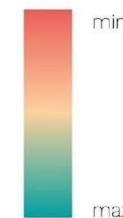
Mediante l'interpolazione di queste variabili è possibile quantificare l'erogazione potenziale del Servizio Ecosistemico di Purificazione dell'acqua.

Dalla mappa (Figura 10) è possibile osservare come la performance del servizio ecosistemico di Purificazione dell'acqua, all'interno della Provincia di Rimini, possa essere idealmente divisa in una prima fascia, che corrisponde alle aree

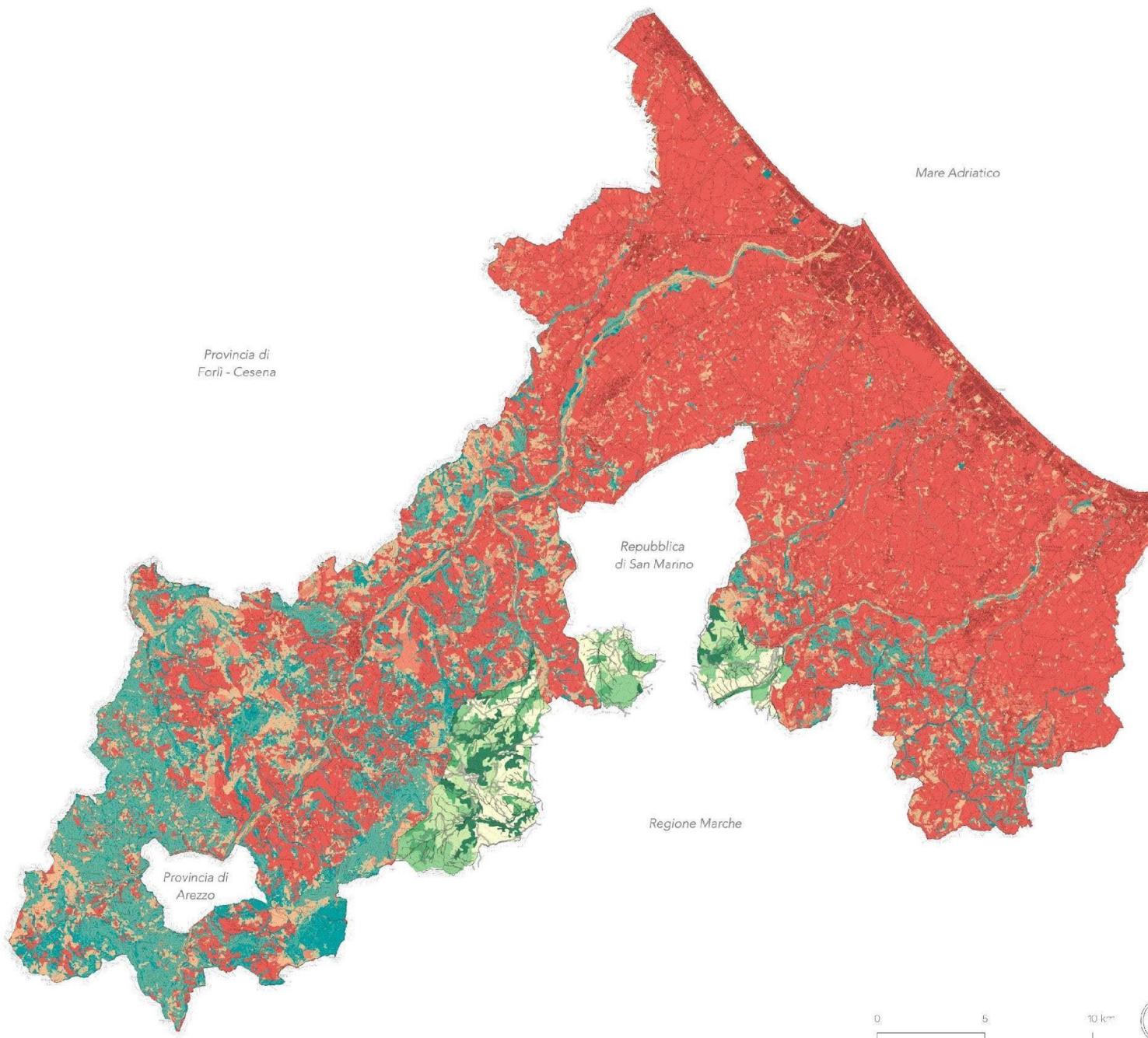
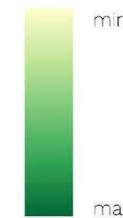
pianeggianti, caratterizzata da una performance di Purificazione dell'acqua più critica, in quanto comprende una maggior concentrazione di attività antropiche e dunque suoli impermeabilizzati, ed una seconda fascia, nelle zone montane e collinari, interessata da una notevole presenza di vegetazione e di componente ecologica, dove è possibile riscontrare un andamento migliore.

SERVIZI ECOSISTEMICI: Purificazione dell'acqua

legenda



Valutazione qualitativa del servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



3.2.8. Regolazione del regime idrologico

Il servizio ecosistemico di **Regolazione del regime idrologico** si riferisce alla capacità del suolo di immagazzinare l'acqua piovana, in modo tale da mitigare le piogge eccessive, riducendo da un lato il rischio di inondazioni e dall'altro andando a ricaricare i corpi idrici superficiali (Rinaldi et al., 2011)¹⁰.

La riduzione della frazione di acqua che scorre in superficie e la riduzione della sua velocità sono i due principali fattori di regolazione, che consentono di mitigare gli effetti delle piogge sulle piene dei corsi d'acqua e sul livello di erosione. Pertanto, il suolo permette ad una frazione dell'acqua di precipitazione meteorica di infiltrarsi, regolando così il deflusso, il trasporto di sostanze nutritive, inquinanti e sedimenti e contribuendo alla ricarica delle falde acquifere sotterranee (Santolini et al., 2021)¹¹.

La quantità di acqua che si infiltra, e di conseguenza il SE di Regolazione del regime idrologico, dipende da vari fattori, tra i quali:

- Pendenza
- Copertura delle aree forestali
- Coefficiente di evapotraspirazione delle piante (KC)
- Infiltrazione profonda di acqua (WAR)
- Cartografia degli acquiferi in ammasso roccioso

La pendenza risulta essere un fattore di modulazione fondamentale, in quanto essa influenza sui tempi di assorbimento, infiltrazione e rilascio delle acque. Infatti, un suolo con una percentuale di pendenza bassa avrà migliori capacità di assorbimento ed infiltrazione di acqua rispetto ad un suolo che presenta la medesima tipologia di copertura ma con maggior pendenza.

Il coefficiente di evapotraspirazione delle piante (KC) è un coefficiente culturale che ingloba e sintetizza tutti gli effetti sull'evapotraspirazione legate alle caratteristiche morfo-fisiologiche delle diverse specie, alla fase fenologica, al grado di copertura del suolo, che le rendono differenti dalla coltura di riferimento. L'aumentare dei valori di questo coefficiente è direttamente proporzionale ad un'efficace regolazione nello scambio di acqua e vapore che regola parte del bilancio idrologico.

L'infiltrazione profonda di acqua (WAR), parametro presente solo per le aree di pianura, rappresenta la frazione di acqua di precipitazione meteorica che si infiltra regolando così il deflusso e alimentando potenzialmente la falda.

La cartografia degli acquiferi in ammasso roccioso, al contrario del fattore di modulazione WAR, prende in considerazione le aree di collina e montagna.

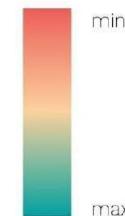
¹⁰Rinaldi M., Bussetti M. et al. (2011). Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici. Disponibile su : <http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010100/10147-analisi-e-valutazione-degli-aspetti-idromorfologici-agosto-2011.pdf>

¹¹Santolini, R., Morri, E., & Pasini, G. (2021). Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici. CREN.

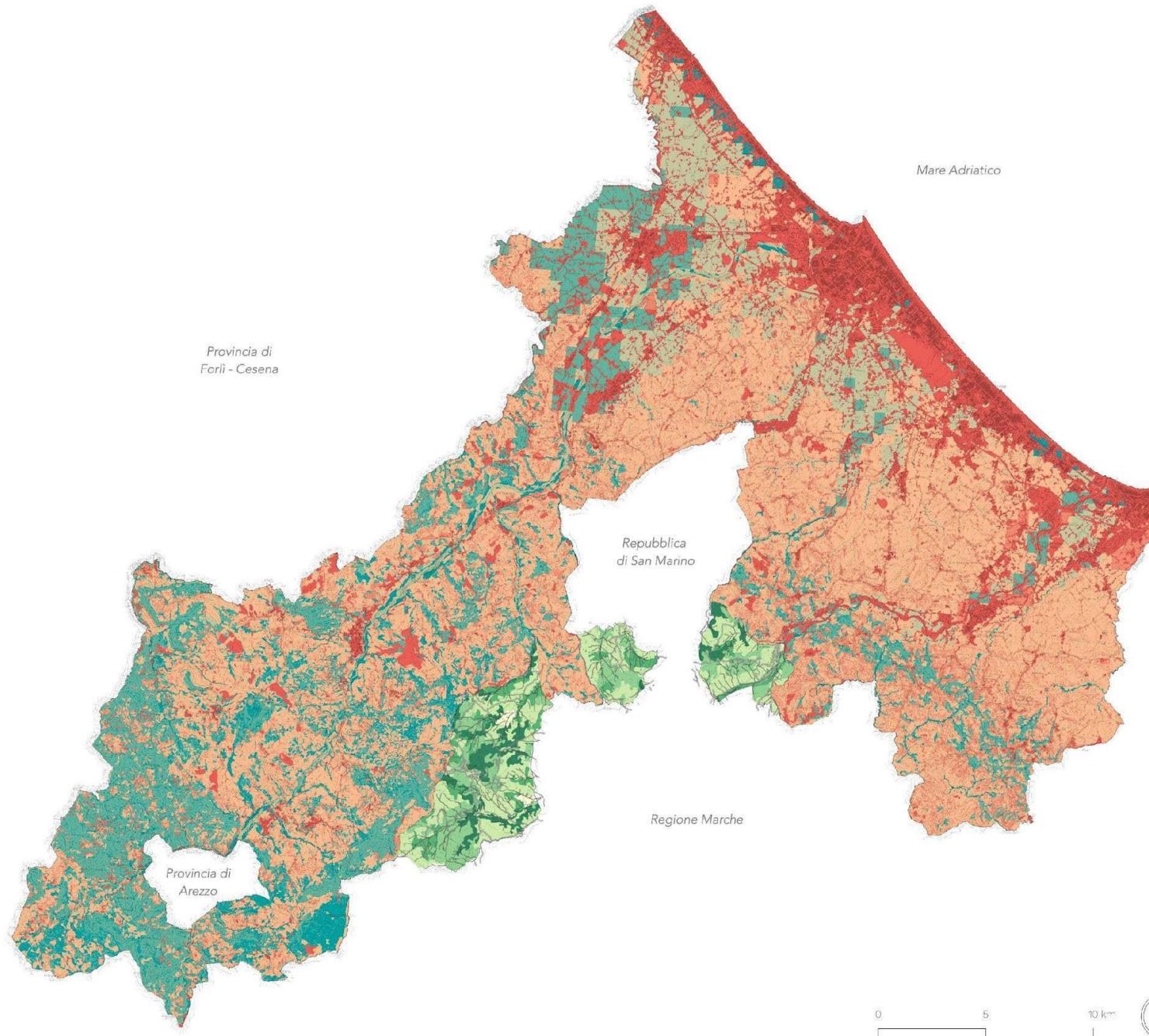
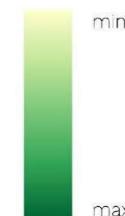
Questo parametro individua le aree dove l'infiltrazione efficace è prevalente rispetto al ruscellamento in funzione della litologia e del grado di fratturazione individuando settori a diversa permeabilità (Figura 11).

SERVIZI ECOSISTEMICI: Regolazione del regime idrologico

legenda



Valutazione qualitativa del
servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV

L'elaborazione della mappatura relativa all'erogazione del SE Regolazione regime idrologico (Fig. 11) fa emergere come le aree a venti una miglior performance siano ubicate nell'area dell'Alta Valmarecchia e dell'area Marano - Valle del Conca. In queste aree, infatti, sono presenti tutti i fattori di modulazione che entrano nel merito della mappatura (pendenze, copertura vegetale, coefficiente di evapotraspirazione, acquiferi in ammasso roccioso) eccetto l'infiltrazione profonda di acqua (WAR).

In particolare, la mappatura permette di comprendere come il peso della copertura vegetale e forestale sia preponderante per l'incremento delle performance di Regolazione del regime idrologico.

3.2.9. **Potenziale idropotabile**

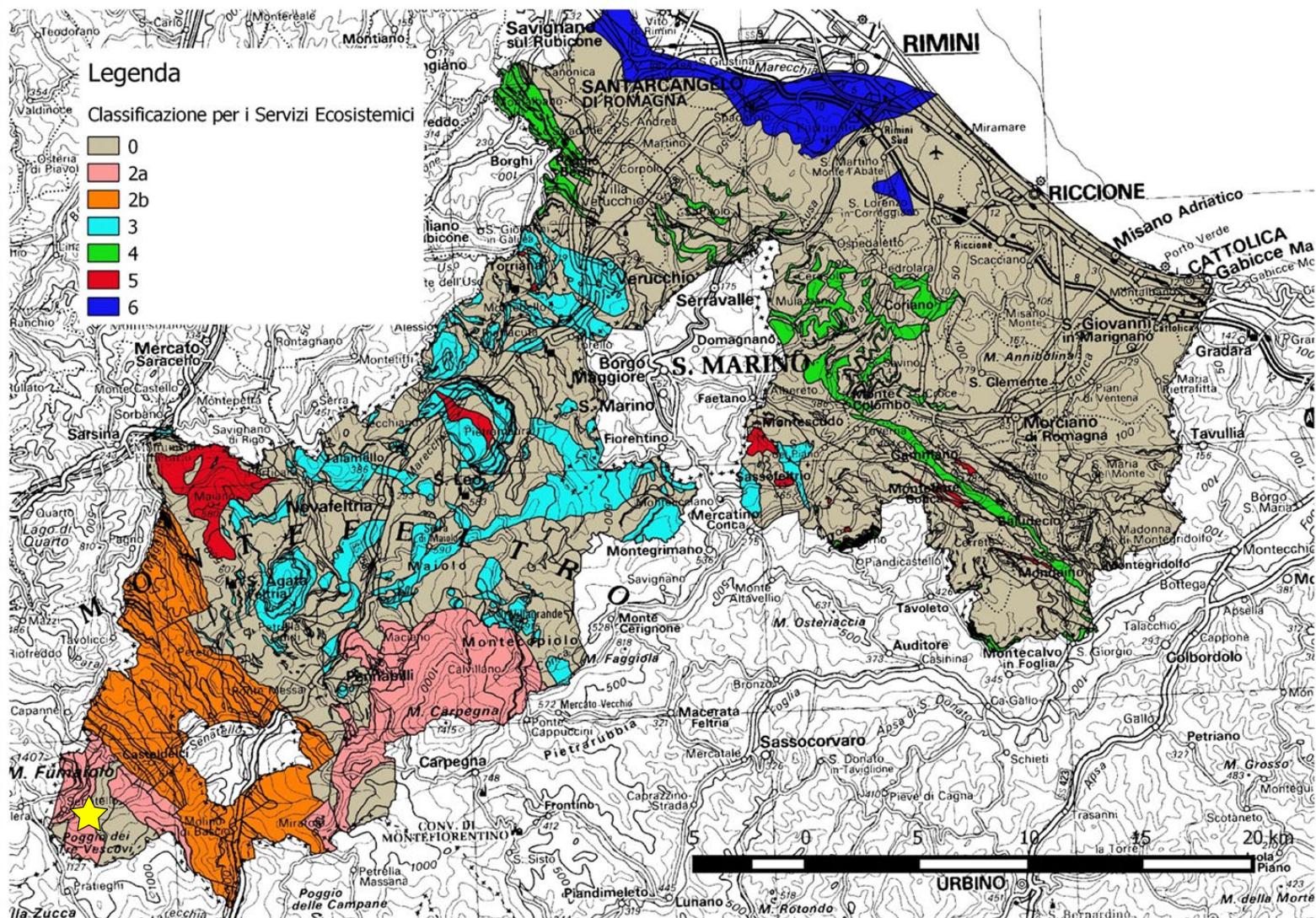
Il servizio ecosistemico individuato come **Potenziale idropotabile** si riferisce alla disponibilità potenziale di acque ad uso idropotabile in corrispondenza dei principali acquiferi in territorio collinare/montano.

A tal riguardo i competenti uffici regionali hanno raccolto i dati di analisi sul pregio qualitativo naturale delle acque sotterranee facendo riferimento al parametro "conducibilità elettrica" (EC, a 20°C, μ Siemens/cm), ricavato da fonte bibliografica oppure fornito da Enti che hanno eseguito controlli sulla potabilità chimica delle acque sotterranee, in adempimento al dlgs 31/2001 da varie fonti su campioni di acque sotterranee prelevati nell'Appennino riminese¹².

Applicando una delle classificazioni disponibili (Civita, 2005, modificata), è possibile proporre una classificazione degli acquiferi in roccia in base al naturale grado di mineralizzazione delle acque sotterranee, che si possono suddividere in oligominerali (EC minore o uguale a 260 μ Siemens/cm), mediominerali "deboli" (EC superiore a 260 ed inferiore o uguale a 600), mediominerali "forti" (superiore a 600 ed inferiore o uguale a 1320), minerali (superiore a 1320 μ Siemens/cm).

Con riferimento alla figura gli acquiferi in roccia possono essere classificati in base al naturale grado di mineralizzazione delle acque sorgive che sono in grado di restituire. Nella successiva tabella 2 è riportata anche una proposta di punteggio per la valutazione del SE di fornitura idropotabile.

¹² i dati provengono dal portale regionale AUSL-ARPAE-Regione Emilia-Romagna ex-dlgs31/2001 e dalla rete di monitoraggio regionale, che attua la Direttiva Quadro sulle Acque (pubblicati sul sito di ARPAE, sezione Acque Sotterranee - anno 2017);



All. 8 Figura 12: Classificazione per i Servizi Ecosistemici

PROPOSTA VALUTAZIONE DEI SISTEMI DI FORNITURA IDROPOTABILE		
Sigla	Descrizione	Punteggio proposto
2a	mediominerali “deboli”, con sorgenti captate da acquedotto	5
2b	mediominerali “forti”, da approfondire in quanto localmente variabili, con sorgenti captate da acquedotto	4
3	mediominerali “forti”, anche con sorgenti captate da acquedotto	3
4	mediominerali, con eventuali sorgenti di interesse solo locale	2
5	minerali (in evaporiti)	1
0	unità geologiche non acquifere	0

All. 8 Tabella 2: Proposta Valutazione dei sistemi di fornitura idropotabile

L’Appennino riminese non ospita sorgenti di acque francamente oligominerali, che sono anche quelle associate al maggiore pregio naturale. Tuttavia, sono di interesse le acque sorgive mediominerali “deboli”, quindi con grado di mineralizzazione contenuto. I comuni in cui sono localizzati gli acquiferi con queste caratteristiche sono quindi sede di SE di fornitura interessanti, a ciò unendosi l’aspetto quantitativo, ad esempio con riferimento alla sorgente Senatello, in comune di Casteldelci, dotata di una portata media di 32 l/s ed una delle più importanti dell’Appennino emiliano-romagnolo.

In prima approssimazione la classificazione assunta può essere assimilata quella del Cren attraverso la seguente tabella di conversione.

VALUTAZIONE DEL SERVIZIO ECOSISTEMICO E TIPOLOGIA DI ACQUIFERO	
Descrizione	Punteggio proposto
“Rocce-magazzino”	5
Potenziali zone di riserva	4
Ambiti di approfondimento	3
Ambiti di approfondimento, importanza secondaria	2
Evaporiti	1
Depositi alluvionali di fondovalle, interconnessi	5
Unità geologiche non acquifere	0

All. 8 Tabella 3: Valutazione del servizio ecosistemico e tipologia di acquifero

3.2.10. Servizi ecosistemici degli ambiti di costa

I sistemi costieri sabbiosi sono importanti sotto molteplici punti di vista, in primis ecologico, biologico e paesaggistico. Le dune sabbiose rappresentano serbatoi essenziali di biodiversità ed elementi di resilienza per le aree costiere, svolgendo un ruolo fondamentale nel controllo dell'erosione quale serbatoio di sabbia in grado di contrastarla, nella mitigazione degli eventi climatici estremi e nella protezione dall'azione del vento e delle mareggiate. Le spiagge e le dune, oltre a servire come barriere contro l'intrusione salina e riserve di acqua dolce, offrono importanti servizi ecosistemici, proteggendo le aree interne dagli effetti dell'aerosol marino e contribuendo alla resilienza ecologica. Le interazioni trofiche tra il materiale organico spiaggiato e i predatori come uccelli e mammiferi, insieme al riciclo di nutrienti tramite invertebrati, contribuiscono al mantenimento dell'ecosistema dunale.

Tuttavia, gli ecosistemi dunali, classificati tra i più vulnerabili a livello globale, sono minacciati da attività antropiche che ne alterano il delicato equilibrio naturale, ne riducono le funzioni ecosistemiche e riducono il benessere umano. Il processo di formazione e dinamica delle spiagge e delle dune dipende da un complesso intreccio di fattori naturali e attività umane, spesso in contrasto tra loro. Interventi come l'estrazione di sabbia, la costruzione di dighe, la canalizzazione dei fiumi e la crescente urbanizzazione delle coste hanno determinato un aumento del consumo di suolo e un significativo deficit sedimentario nell'apporto fluviale, contribuendo a modifiche irreversibili del territorio costiero. L'espansione urbanistica e l'installazione di infrastrutture turistiche hanno determinato la perdita di habitat, la frammentazione del paesaggio e la distruzione delle specie autoctone, compromettendo la resilienza degli ecosistemi naturali. Si evidenzia l'urgenza di comprendere e gestire tali processi, soprattutto alla luce dei cambiamenti climatici e tenendo conto dello stato di questi particolari habitat a livello regionale e provinciale. Come evidenziato da recenti studi della Regione Emilia-Romagna (Rapporto tecnico 2023 – si v. bibliografia), le dune nel territorio regionale coprono un'area complessiva di circa 988 ettari, con una prevalenza del 90% di dune stabilizzate. Tra il 2004 e il 2019 si è verificata una riduzione della superficie complessiva delle dune di circa 10 ettari. In particolare, le dune attive e semi-stabilizzate sono diminuite rispettivamente di 8,9 e 4,1 ettari, mentre le dune stabilizzate sono leggermente aumentate (+3,4 ettari). Nella provincia di Rimini, la superficie delle dune è rimasta stabile con piccole variazioni: le dune rappresentano una piccola percentuale, coprendo solo 2,08 ettari (0,38% del totale regionale). La maggior parte delle dune nel territorio provinciale (che si sviluppano su complessivi 800 metri) sono classificate come dune residuali (44%) e dune attive (27%), seguite dalle dune semi-stabilizzate (16%) e stabilizzate (12%, equivalenti a meno di 100 metri). Gli ecosistemi dunali, infatti, sono fortemente influenzati da un alto livello di antropizzazione, dovuto principalmente alle strutture turistiche e agli interventi di gestione della costa. Questo compromette la salute e la funzionalità di questi ambienti, riducendone la capacità di adattarsi e rispondere agli eventi climatici estremi. La quota

altimetria delle dune è generalmente inferiore ai 2 metri, aumentando la vulnerabilità a ingerzioni marine e mareggiate.

I servizi ecosistemici, ovvero i benefici forniti da un sistema spiaggia-duna relativi agli aspetti di qualità ambientale dei territori e del benessere umano, afferiscono a quattro categorie funzionali:

- a) la funzione di regolazione, ovvero la capacità degli ecosistemi costieri naturali e seminaturali di regolare i processi fisici ed ecologici essenziali e i sistemi di supporto vitale che, a loro volta, contribuiscono al mantenimento di un ambiente sano e una protezione dell'entroterra dall'erosione e dalle inondazioni marine;
- b) la funzione ecologica, ovvero la capacità di mantenere un certo equilibrio biologico attraverso il controllo dei processi biotici tra le specie all'interno delle catene alimentari e delle reti trofiche di specie di flora e fauna;
- c) la funzione economica, ovvero opportunità di sviluppo fornendo lo spazio e un substrato adatto o mezzo per molte attività umane, in questo caso legate alla ricreazione e al turismo balneare;
- d) la funzione culturale e di informazione, ovvero il contributo delle zone costiere alla conoscenza umana fornendo informazioni scientifiche, educative, formative, sul patrimonio e sulla storia culturale di un paesaggio e di un territorio, che forniscono opportunità di arricchimento esperienziale delle persone.

Il litorale a sud di Rimini è particolarmente caratterizzato da un alto grado di antropizzazione, con infrastrutture di comunicazione e insediamenti che si estendono in prossimità della linea di costa. Questa situazione ha portato alla scomparsa quasi totale della vegetazione dunale, lasciando una sottile striscia sabbiosa che non presenta più le caratteristiche tipiche degli ecosistemi dunali naturali. Gli interventi di urbanizzazione e gestione turistica intensiva hanno avuto un forte impatto sugli equilibri naturali di quest'area costiera, compromettendo la capacità delle dune di svolgere la loro funzione ecologica. In tale quadro risulta ancora più urgente la preservazione e incremento dei varchi residui; si tratta di aree particolarmente interessanti, poiché caratterizzate da aspetti ecosistemici importanti da tutelare. Particolarmente strategico risulta il varco del Marano per la presenza di aree naturali attualmente ancora libere e di notevole importanza dove è possibile ipotizzare efficaci azioni di tutela o ripristino degli ecosistemi dunali.

Risulta importante pensare a delle misure di tutela di questi ecosistemi, di ripristino e di trasferimento delle conoscenze. Si evidenzia la necessità di preservare le fasce litoranee libere da strutture rigide, promuovere interventi di conservazione e incentivare la rigenerazione delle dune, contribuendo così a un modello di resilienza costiera in grado di rigenerare e tutelare le preziose caratteristiche naturali e paesaggistiche del territorio. Diverse sono le strategie che possono essere adottate per l'incremento, la conservazione e il ripristino degli ecosistemi dunali e costieri.

Diventa quindi necessario promuovere, attraverso le strategie locali e gli strumenti di pianificazione urbanistici generali e settoriali, interventi di riduzione della artificializzazione dei suoli (misure diversificate di desigillazione,

accorpamento e/o arretramento dei manufatti edilizi, delle strutture rigide e delle infrastrutture viarie) e di rinaturalizzazione di porzioni di territorio di estensione e profondità sufficienti per consentire la stabilizzazione degli ecosistemi dunali. Tale prospettiva d'azione contribuisce anche al raggiungimento degli obiettivi definiti dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito della Strategia di Gestione Integrata per la Difesa e l'Adattamento della Costa ai Cambiamenti Climatici (Gidac) relativi al rafforzamento della funzione di difesa dalle mareggiate e dalle ingeressioni marine esercitata dalla spiaggia libera e dagli apparati morfologici e vegetazionali della duna e degli altri elementi di naturalità, quali gli ambiti di foce e le infrastrutture verdi di costa.

Tra gli interventi e le azioni per la ricostruzione e il mantenimento dei paesaggi dunali, si evidenziano:

Censimento e schedatura, attraverso l'analisi di dettaglio del litorale, delle aree, anche frammentarie, nelle quali l'accumulo di sedimento (ad esempio rinvenibile a ridosso di muretti di ricezione come nel caso delle pertinenze della Sol et Salus o la Colonia Bolognese) sta favorendo la crescita di specie vegetali dunali al fine di identificare i siti dove favorire e tutelare processi di rinaturalazione.

Ripristino della vegetazione dunale: piantumazione di specie vegetali autoctone, adattate alle condizioni estreme delle dune, come elevata salinità, scarsità di nutrienti e forte esposizione al vento. Tra le specie utilizzate si trovano graminacee come Ammophila arenaria e Elymus farctus, essenziali per stabilizzare il substrato sabbioso grazie al loro apparato radicale, ma anche Eryngium maritimum e Pancratium maritimum che oltre ad essere peculiari dell'habitat dunale, sono molto rare in zona e possono contribuire a migliorare i caratteri estetici; garantendo la necessaria protezione, l'ambiente dunale raggiungerà gradualmente, negli anni, stabilità sufficiente all'insediamento spontaneo di altre specie tipiche (ad es. Calystegia soldanella e Cakile maritima).

Questo intervento favorisce il recupero della biodiversità, attraverso offrendo rifugi e risorse per la fauna locale.

Ingegneria naturalistica: utilizzo di materiali naturali, come legno, fibre vegetali e vegetazione autoctona, per stabilizzare le dune e ridurre i processi erosivi. Questa tecnica si basa sull'utilizzo di strutture leggere e facilmente rimovibili, che rispettano la dinamica naturale delle dune. Ad esempio, fascine e palizzate in legno vengono impiegate per favorire la sedimentazione della sabbia trasportata dal vento, garantendo al contempo la continuità ecologica dell'habitat.

Creazione di barriere frangivento naturali: realizzate con materiali naturali come legno e fascine, vengono posizionate per ridurre la velocità del vento e favorire l'accumulo della sabbia. Queste strutture vengono spesso installate in prossimità della linea di costa per proteggere le dune primarie. In alcuni casi, vengono utilizzate anche reti biodegradabili, che oltre a ridurre l'erosione eolica, si integrano nel paesaggio senza alterarne l'estetica naturale.

Regolamentazione dell'accesso umano: per prevenire il calpestio e il degrado delle dune, si realizzano passerelle sopraelevate in legno o percorsi pedonali ben delimitati, che guidano i visitatori attraverso aree specifiche senza danneggiare la vegetazione o destabilizzare le sabbie. Inoltre, vengono installate barriere e segnaletica per sensibilizzare i visitatori sull'importanza di rispettare questi ambienti fragili.

Monitoraggio continuo: consente di valutare l'efficacia degli interventi e di identificare eventuali criticità. Numerose tecniche di rilevamento possono essere utilizzate per raccogliere dati sull'evoluzione delle dune nel tempo. Questi dati sono fondamentali per pianificare interventi futuri e adattare le strategie di conservazione alle dinamiche naturali e antropiche.

Educazione ambientale: coinvolgere le comunità locali e i turisti nella protezione delle dune. Vengono organizzati eventi informativi, visite guidate e workshop per sensibilizzare sull'importanza ecologica e paesaggistica degli ecosistemi dunali. Questi programmi promuovono comportamenti responsabili e incoraggiano il rispetto per l'ambiente costiero.

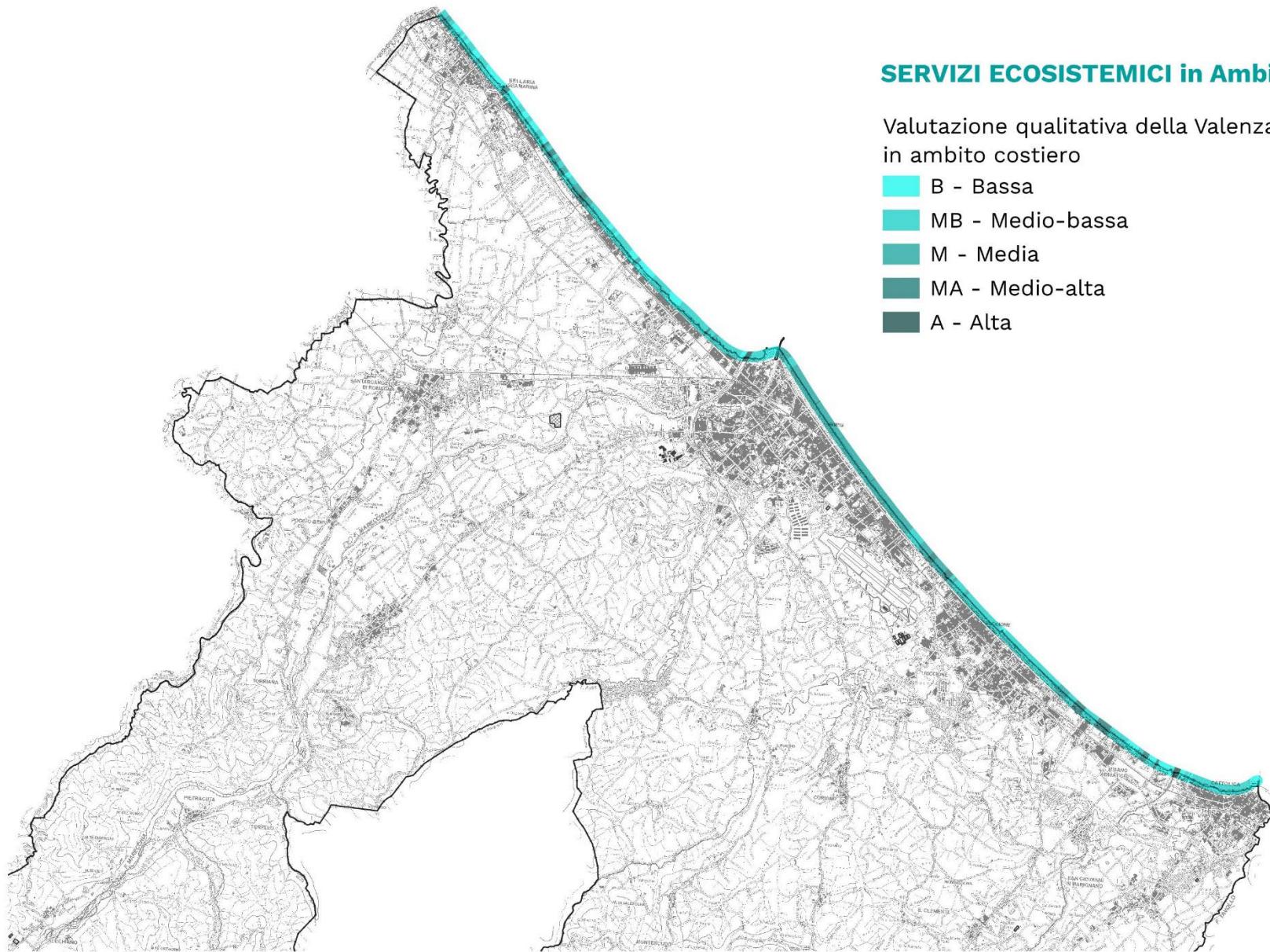
Nella Tav. 15 è contenuta una prima proposta di valutazione qualitativa dei SE degli ambiti costieri. La mappatura deriva in modo diretto dal dataset utilizzato per l'indicatore di criticità costiera – PA Pressione Antropica¹³, che descrive sinteticamente la PA di una fascia costiera ampia 300 m a partire dalla linea di riva verso l'entroterra e permette di individuare le aree più critiche per questo fenomeno. Il dataset è costruito utilizzando la Cartografia Uso del Suolo della Costa 2008-SGSS, intersecata con una serie di transetti equidistanti 10 m e perpendicolari alla linea di riva, ottenendo così per ciascun transetto, la lunghezza dei diversi tipi di uso del suolo intercettati. La sommatoria delle lunghezze delle diverse classi d'uso attribuibili all'azione antropica (urbano, spiaggia con Infrastrutture, darsene e/o opere portuali) è utilizzata per il calcolo¹⁴ della % di antropizzazione rispetto alla lunghezza totale del transetto e consente di suddividere la fascia costiera in 5 classi con le seguenti percentuali di antropizzazione: PA = 0% - 10% (Cl. 1) PA = 10% - 30% (Cl. 2) PA = 30% - 60% (Cl. 3) PA = 60% - 80% (Cl. 4) PA = 80% - 100% (Cl. 5).

La valutazione del SE viene resa secondo 5 classi (bassa, medio bassa, media, medio alta, alta - B, MB, M, MA, A) tenendo in considerazione che la resa del SE ricadrà in classi più basse in corrispondenza di ambiti esposti a maggiore pressione antropica.

CLASSE PRESSIONE ANTROPICA	CLASSE SE COSTA
Classe 1	A
Classe 2	MA
Classe 3	M
Classe 4	MB
Classe 5	B

¹³//metasfera.regione.emilia-romagna.it/ricerca_metadato?uuid=r_emiro:2020-06-05T125737

¹⁴ formula: PA (% Area urbanizzata) = (Σ lungh. area antropizzata / Lungh. tot. transetto) *100



SERVIZI ECOSISTEMICI in Ambito Costiero

Valutazione qualitativa della Valenza Ecosistemica in ambito costiero

- B - Bassa
- MB - Medio-bassa
- M - Media
- MA - Medio-alta
- A - Alta

RIFERIMENTI

I progetti affini

Diversi sono i progetti e le iniziative volte al ripristino e alla tutela di questi particolari ecosistemi, di seguito si elencano alcuni tra i progetti più interessanti:

LIFE MAESTRALE (2011 – 2017)

Il progetto MAESTRALE, finanziato tramite il programma LIFE, è mirato alla riqualificazione, protezione, ripristino e conservazione degli habitat dunali e retrodunali della costa molisana, una regione caratterizzata da una biodiversità significativa ma minacciata da erosione, turismo e specie invasive. Le azioni chiave includono:

1. Conservazione degli Habitat: Protezione delle dune con interventi mirati come la riduzione delle specie esotiche invasive, per migliorare la struttura e la composizione della flora autoctona.
2. Realizzazione di Infrastrutture di Protezione: Creazione di percorsi per limitare l'impatto turistico e installazione di rifugi per chiroteri per sostenere la biodiversità animale.
3. Sistemi Informativi Avanzati: Sviluppo di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) e di un Sistema di Supporto Decisionale (SSD), conformi alla direttiva INSPIRE, per monitorare e pianificare le azioni di conservazione.
4. Sensibilizzazione ed Educazione Ambientale: Attività di divulgazione e sensibilizzazione ambientale per coinvolgere la comunità nella tutela dell'ecosistema.

Gli interventi si concentrano sui SIC della regione Molise e utilizzano dati ambientali per migliorare l'efficacia degli interventi e identificare criticità, quali la presenza di specie aliene e la bassa biodiversità in alcune aree

LIFE REDUNE (2017 – 2022)

Il progetto Life Redune (2017-2022) ha avuto come obiettivo principale la restaurazione e il mantenimento dell'integrità ecologica di cinque habitat dunali e delle popolazioni di *Stipa veneta*, specie prioritaria ed endemica dei sistemi dunali del nord-Adriatico, in quattro siti Natura 2000 lungo la costa adriatica. Adottando un approccio ecosistemico integrato, il progetto ha considerato tutte le componenti rilevanti – inclusi attività antropiche, habitat, specie e processi fisici – con l'intento di combinare la conservazione del capitale naturale con un modello di fruizione turistica sostenibile delle aree costiere.

Gli obiettivi specifici perseguiti includono:

1. Ripristino degli habitat dunali: riqualificazione di 91 ettari di habitat dunali di interesse comunitario, per ristabilire la loro funzionalità ecologica.
2. Incremento delle popolazioni di *Stipa veneta*: raddoppio del numero globale di individui di questa specie prioritaria, al fine di garantire la conservazione della biodiversità locale.
3. Mitigazione degli impatti antropici: riduzione delle pressioni derivanti da attività umane nei quattro siti Natura 2000, minimizzando le interferenze sugli ecosistemi dunali.

4. Promozione di un approccio responsabile da parte degli stakeholder: sensibilizzazione e coinvolgimento degli attori locali per incentivare una gestione sostenibile e consapevole degli ecosistemi costieri.

5. Disseminazione e replicabilità delle metodologie: trasferimento delle conoscenze e delle tecniche acquisite verso ecosistemi dunali simili lungo altri litorali italiani, in un'ottica di scalabilità del modello.

3.2.11. Servizio ricreativo

Il servizio ecosistemico **Servizio ricreativo**, valuta il potenziale di ricreazione fornito dagli ecosistemi, e dunque va ad individuare le aree maggiormente idonee allo sviluppo di attività di tipo ricreativo in relazione alla loro distanza dai territori urbanizzati e quindi alla fruibilità.

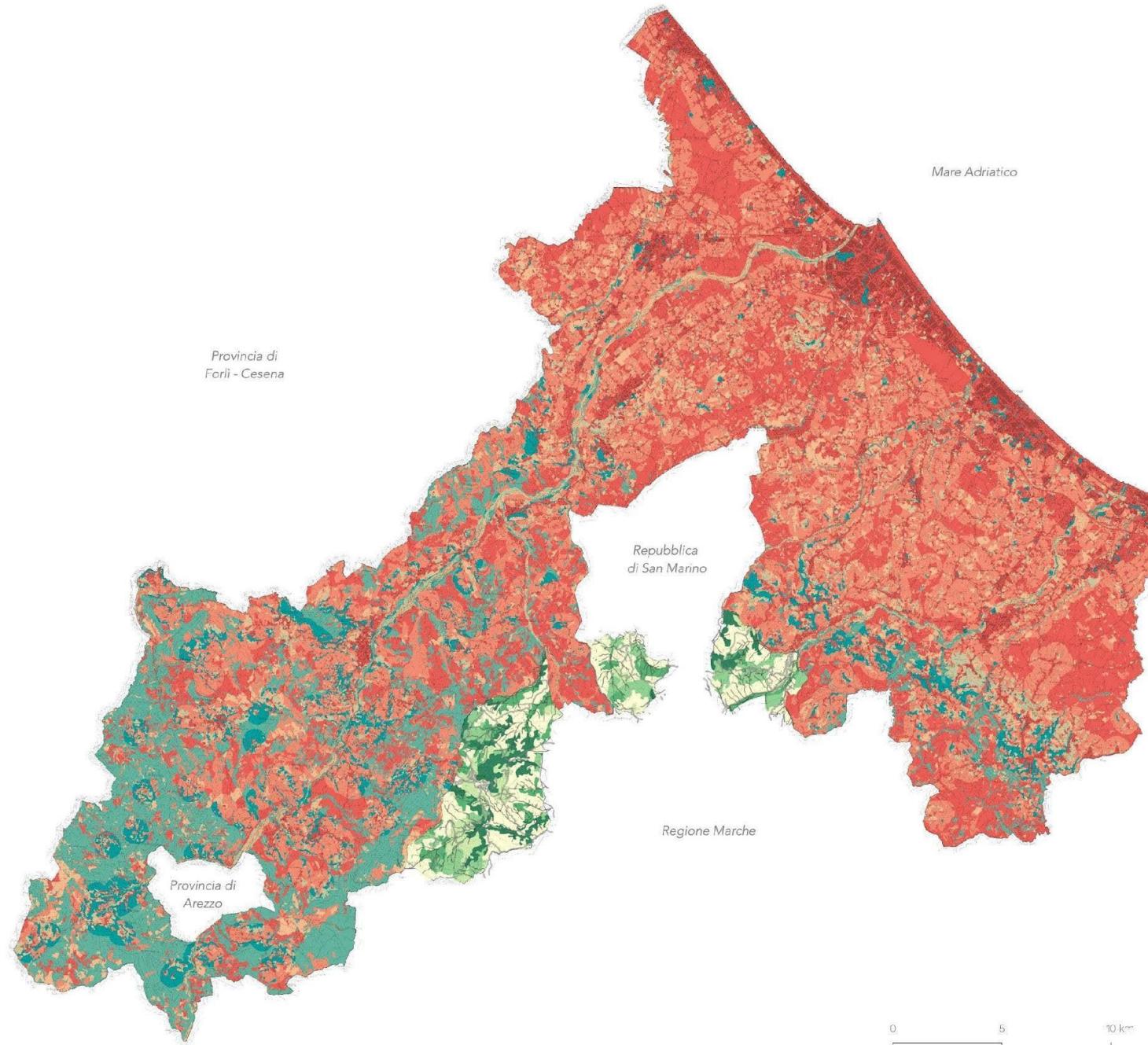
Si tratta però di valorizzare elementi del capitale naturale e la loro capacità ricreativa e ricettiva e non quella legata alle strutture antropiche già preposte alla ricettività (come campeggi, agriturismi, aree adibite alla balneazione, etc). La valutazione di questo SE può essere influenzata dai seguenti fattori di modulazione:

- Distanza dai centri urbani
- Distanza dalle aree stradali e dalle reti ciclopedonali
- Distanza dalle aree protette

La distanza dai centri urbani risulta determinante per la fruizione degli elementi del capitale naturale, assumendo che più un elemento si trova vicino e facilmente raggiungibile dal cittadino più sarà fruito, così come anche la distanza dalle aree stradali e dalle reti ciclopedonali, in quanto la fruibilità di un'area è direttamente collegata all'accessibilità pertanto la vicinanza delle reti stradali e ciclopedonali viene valutata come fattore che aumenta la potenzialità di fornitura del SE preso in considerazione. Altro fattore determinante è la distanza dalle aree protette (parchi e aree Rete Natura 2000), che potrebbero essere considerate parte integrante del prodotto turistico di un sistema territoriale, in quanto risorsa del territorio; la vicinanza ad esse, quindi, può determinare una maggior attrattività in relazione al servizio di tipo ricreativo.

Dalla mappa (Figura 13) emerge come le aree maggiormente idonee allo sviluppo di attività di tipo ricreativo per il SE analizzato, data la loro distanza dai territori urbanizzati e dunque maggiormente fruibili, risultano essere quelle adiacenti le Aree protette, Parchi ed elementi della Rete Natura 2000. Tali aree risultano pertanto più idonee alla valorizzazione del Capitale Naturale, diventando inoltre un'opportunità per attività turistico - ricreative fortemente legate al paesaggio.

SERVIZI ECOSISTEMICI: Servizio ricreativo



legenda



Valutazione qualitativa del servizio ecosistemico (*)



fonti

Centro Ricerche Ecologiche Naturalistiche - CREN
(*) Elaborazione IUAV



3.3. Una sintesi verso il Piano

SERVIZI ECOSISTEMICI

- Nel territorio provinciale di Rimini, la situazione è abbastanza diversificata, sia in relazione ai singoli servizi ecosistemici sia in relazione alle differenti aree del territorio;
- Mediamente, si ha una scarsa presenza di servizi ecosistemici nella fascia costiera e, pertanto, in questa particolare area sarà necessario porre grande attenzione agli insediamenti e alle infrastrutture esistenti e di nuova progettazione, al fine di tutelare e salvaguardare i servizi ecosistemici esistenti e potenziare la loro portata, anche attraverso progetti ed investimenti dedicati;
- Nell'area della pianura e del primo appennino si presentano situazioni diversificate in relazione ai diversi servizi ecosistemici, pertanto, sarà necessario porre attenzione in modo contestuale e molto specifico ai servizi ecosistemici e alla tipologia di progetto/investimento che si vuole considerare;
- Nell'area appenninica si riscontra un generale stato di benessere dei servizi ecosistemici, con le dovute eccezioni relativi agli ambiti specifici. Tuttavia, si evidenzia come, anche in questa area, sia necessario porre un'attenzione particolare al fine di non intaccare i servizi ecosistemici di un'area comunque fragile.

4. CONCLUSIONI

Come è possibile notare dalle differenti valutazioni ed analisi dei servizi ecosistemici nel territorio della Provincia di Rimini, la situazione si presenta abbastanza diversificata, sia in relazione ai singoli SE, sia in relazione alle differenti aree del territorio.

Quello che se ne deriva, generalizzando i risultati delle valutazioni, è che mediamente si ha una scarsa presenza di servizi ecosistemici nella fascia costiera. In questa particolare area sarà quindi necessario porre grande attenzione agli insediamenti e alle infrastrutture esistenti e di nuova progettazione, al fine di tutelare e salvaguardare i SE esistenti e, possibilmente, potenziare ed accrescere la loro portata, anche attraverso progetti ed investimenti dedicati.

Nell'area della pianura e del primo appennino abbiamo invece situazioni diversificate in relazione ai diversi servizi ecosistemici, pertanto, sarà necessario porre attenzione in modo contestuale e molto specifico al SE e alla tipologia di progetto/investimento che si vuole considerare.

Nell'area appenninica, invece, si riscontra un generale stato di benessere dei SE, con le dovute eccezioni relativi agli ambiti specifici. Tuttavia, si evidenzia come sia necessario porre particolare attenzione anche a questa area, al fine di non intaccare i servizi ecosistemici di un'area comunque fragile.

Infine, si evidenzia come sia necessaria una visione e programmazione d'area vasta in grado di salvaguardare, tutelare e rafforzare i SE in modo coordinato. Senza una vera coordinazione, infatti, si rischia di rafforzare o tutelare i servizi ecosistemici puntualmente ma perdendone l'effetto di rete e maglia diffusa sul territorio, che garantisce una maggiore incisività e salute dei servizi ecosistemici stessi.

5. BIBLIOGRAFIA E SITOGRADIA

Forman, R. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., ... & Winter, T. C. (2003). *Road ecology: science and solutions*. Island press.

Gaglioppa, P., Guadagno, R., Marino, D., Marucci, A., Palmieri, M., Pellegrino, D., ... & Caracausi, C. (2017). L'assestamento forestale basato su servizi ecosistemici e pagamenti per servizi ecosistemici: considerazioni a valle del progetto LIFE+ Making Good Natura. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 14(1), 99.

Giordano, A. (1999). *I rapporti suolo-acqua-pianta*. Pedologia. Torino, Utet.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA), (2005). *Ecosystem and Human Well being: A Framework for Assessment*. Island Press.

Rinaldi M., Bussetti M. et al. (2011). Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici. Disponibile su:
<http://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00010100/10147-analisi-valutazione-degli-aspetti-idromorfologici-agosto-2011.pdf>

Santolini, R., & Morri, E. (2017). Criteri ecologici per l'introduzione di sistemi di valutazione e remunerazione dei Servizi Ecosistemici (SE) nella progettazione e pianificazione.

Santolini, R., Morri, E., & Pasini, G. (2021). *Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici*. CREN.

Berardo F., Carranza M. L., Ciccarelli G., Del Vecchio S., Fusco, S. Iannotta, F., Loy A., Roscioni, F., Stanisci A. (2012). *Un SIT per la gestione, e la conservazione della biodiversità nelle dune costiere. Il caso di MAESTRALE (LIFE 10NAT/IT/000262)*. Atti 16a Conferenza Nazionale ASITA, Fiera di Vicenza, 6-9 novembre.

Brecciaroli B., & Onori L. (2008). *Il ripristino degli ecosistemi marino costieri e la difesa delle coste sabbiose nelle Aree protette*. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

<https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003200/3211-c2472-m4-u3.pdf>

Buffa G., Baldin M., Borga F., Cavalli I., Fantinato E., Felli S. Fiorentin R., Mazzucco S., Pernigotto Cego F., Piccolo F., Richard J., Scarton F., Vianello F. (2022). *La fruizione turistica sostenibile e la corretta gestione per la conservazione a lungo termine degli ecosistemi dunali*. Linee Guida. Progetto LIFE REDUNE (LIFE16 NAT/IT/000589). Università Ca' Foscari di Venezia - Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica.

LIFE REDUNE: Restoration of dune habitats in Natura 2000 sites of the Veneto coast. Beneficiario coordinatore: Università Ca' Foscari di Venezia - Dipartimento di Scienze Ambientali, Informatica e Statistica. Beneficiari associati: Regione del Veneto - Direzione Turismo U.O. Strategia Regionale della Biodiversità e dei Parchi, Veneto Agricoltura, EPC srl, SELC soc. coop. (2017-2022)

Onori L. (2020). *Interventi sostenibili a difesa degli ecosistemi dunali.* ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

<https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00007200/7214-4-onori-ecosistemi-dunali-onori.pdf>

Regione Emilia-Romagna. (2023). *Le dune costiere al 2019 - stato e analisi evolutive periodo 2004-2019.* Rapporto tecnico dell'Area Geologia, Suoli e Sismica. Regione Emilia-Romagna. Disponibile su:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it>

Regione Emilia-Romagna. (2022). Strategia di Gestione Integrata per la Difesa e l'Adattamento della Costa ai Cambiamenti Climatici. Disponibile su:

<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/suolo-bacino/argomenti/difesa-della-costa/gidac/gidac-dicembre-2022>

Stragapede F. (a cura di). *Le dune costiere valore ambientale, paesaggistico ed economico risorsa da proteggere e preservare*” Edizioni Sigea (2024)

6. APPENDICE

VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI. PRIME INDICAZIONI METODOLOGICHE PER L'INTEGRAZIONE NELLE VALSAT/NEI PIANI URBANISTICI GENERALI

Il piano intende fornire un'indicazione metodologica per la corretta integrazione della valutazione dei SE NELLE VALSAT a scala urbana/NEI PIANI URBANISTICI GENERALI, ponendo particolare attenzione rispetto alle trasformazioni consistenti (soggette a Valsat specifiche) comprese le trasformazioni rilevanti di rigenerazione e sostituzione urbana, tenendo conto anche dei rischi climatici (isole di calore e siccità) e della necessità di contribuire al miglioramento della situazione generale rispetto alle criticità individuate dal piano. I servizi ecosistemici sono inoltre trattati e inseriti come indicatore di processo all'interno della Valsat del Ptav e all'interno delle schede metodologiche del Quadro Conoscitivo Diagnostico.

La mappatura adottata per i Servizi Ecosistemici si è basata sulle “Linee Guida per un approccio ecosistemico alla pianificazione” proposta dal Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche (CREN).

L'obiettivo principale è quello di identificare i Servizi Ecosistemici esistenti e funzionali all'interno del sistema territoriale provinciale, in modo tale da poter definire criticità e bisogni cui il piano deve rispondere.

Partendo dalla *Carta del Sistema Ambientale*, elemento base per lo studio e l'individuazione degli ecosistemi, si passa all'attribuzione di pesi, per ciascuna delle tipologie ecosistemiche individuate, i quali dipendono fortemente da determinate variabili.

La presenza o assenza di queste variabili (definite *fattori di modulazione*) influenzano l'erogazione di uno specifico Servizio Ecosistemico.

L'attribuzione di questi pesi è subordinata alla compilazione di una matrice (definita “Matrice di Funzionalità”) in cui sono codificati (da 0 irrilevante a 5 molto rilevante) tutti i valori per le combinazioni esistenti tra le tipologie del sistema ambientale e i fattori di modulazione. All'interno del Quadro Conoscitivo è possibile ritrovare le mappature dei servizi ecosistemici per l'intero territorio provinciale (vedi *Allegato 8 - Linea di Innovazione: Servizi Ecosistemici*).

I Servizi Ecosistemici mappati sono:

- SE 1: Protezione dagli eventi estremi
- SE 2: Regolazione del microclima
- SE 3: Regolazione della CO₂
- SE 4: Controllo dell'erosione
- SE 5: Produzione agricola
- SE 6: Produzione forestale
- SE 7: Purificazione dell'acqua
- SE 8: Regolazione del regime idrologico
- SE 9: Servizio ricreativo

SERVIZI ECOSISTEMICI E LIVELLO COMUNALE

A partire da quanto emerso dal Quadro Conoscitivo, a livello comunale ogni ambito amministrativo dovrà effettuare una ricognizione e conseguente mappatura dei Servizi Ecosistemici erogati.

La mappatura dei Servizi Ecosistemici a livello comunale dovrà ambire a un maggior dettaglio delle informazioni analizzate, effettuando quindi un approfondimento di alcuni aspetti caratterizzanti i vari Servizi Ecosistemici.

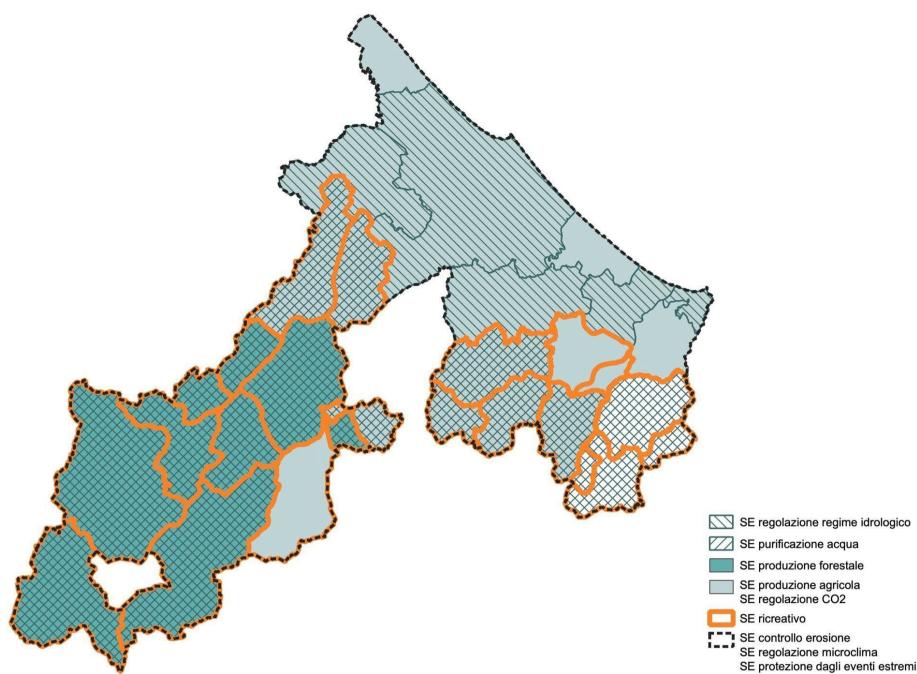
Di seguito sono elencati gli elementi, per ogni Servizio Ecosistemico, che ogni comune dovrà approfondire. Ogni servizio ecosistemico dipende infatti da alcuni elementi che i comuni dovranno impegnarsi a mantenere, potenziare o attenzionare a seconda della fascia di appartenenza: fascia 1 (Aree a bassa valenza ecosistemica) fascia 2 (Aree a media valenza ecosistemica) o fascia 3 (Aree ad alta valenza ecosistemica).

MAPPATURA E VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI		
SERVIZIO ECOSISTEMICO	ELEMENTI DA MANTENERE E/O POTENZIARE	ELEMENTI DA ATTENZIONARE
1. PROTEZIONE EVENTI ESTREMI	<ul style="list-style-type: none">● Copertura delle aree forestali● Copertura del verde urbano● Presenza di parchi e riserve	<ul style="list-style-type: none">● Pendenza● Livello di frammentazione ecologica
2. REGOLAZIONE MICROCLIMA	<ul style="list-style-type: none">● Copertura delle aree verdi● Copertura del verde urbano● Presenza di parchi e riserve	<ul style="list-style-type: none">● Infrastrutture viarie
3. REGOLAZIONE DELLA CO2	<ul style="list-style-type: none">● Copertura delle aree forestali● Copertura e tipologia delle aree coltivate● Carbonio organico immagazzinato nei suoli	<ul style="list-style-type: none">● Livello di frammentazione ecologica
4. CONTROLLO EROSIONE	<ul style="list-style-type: none">● Coperture delle aree verdi● Copertura e tipologia delle aree coltivate	<ul style="list-style-type: none">● Erosione Idrica attuale● Pendenza
5. PRODUZIONE AGRICOLA	<ul style="list-style-type: none">● Capacità d'uso (LCC)● Copertura e tipologia delle aree coltivate	<ul style="list-style-type: none">● Pendenza● Infrastrutture viarie
6. PRODUZIONE FORESTALE	<ul style="list-style-type: none">● Incremento corrente di biomassa forestale● Copertura delle aree forestali	<ul style="list-style-type: none">● Pendenza
7. PURIFICAZIONE ACQUA	<ul style="list-style-type: none">● Copertura delle aree forestali● Fattore BUF (capacità depurativa)● Copertura delle aree forestali	<ul style="list-style-type: none">● Infrastrutture viarie● Fonti che concorrono a inquinare le falde

8. REGOLAZIONE REGIME IDROLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> ● Infiltrazione profonda di acqua ● Coefficiente di evapotraspirazione delle piante per ogni classe di uso del suolo ● Acquiferi in ammasso roccioso ● Copertura delle aree forestali 	<ul style="list-style-type: none"> ● Incremento delle superfici impermeabili
9. SERVIZIO RICREATIVO	<ul style="list-style-type: none"> ● Attività culturali, religiose, educative, estetico ricreative ● Itinerari e percorsi escursionistici ● Itinerari e percorsi ciclopedinali 	<ul style="list-style-type: none"> ● Distanza dai centri urbani ● Distanza dalle aree stradali e dalle reti ciclopedinali ● Distanza dalle aree protette

All. 8 Tabella 4: Mappatura e Valutazione dei Servizi ecosistemici

L'erogazione dei Servizi Ecosistemici dipende fortemente dalle peculiarità del territorio. Per questo motivo, **nonostante la mappatura complessiva dei Servizi Ecosistemici elencati risulti importante, si suggerisce una scala di priorità per i comuni** (fig. 14), **utilizzando il criterio delle vocazioni e delle morfologie di ciascuna area**. In questo modo vengono individuati i Servizi Ecosistemici più importanti per ogni ambito comunale, così da indirizzare i tecnici dei Comuni nelle successive fasi di mappatura.



All. 8 Fig. 14 Servizi Ecosistemici che ogni comune dovrà mappare in via prioritaria

La tabella sotto riportata costituisce lo schema preliminare delle priorità di mappatura dei servizi per i comuni del territorio provinciale.

COMUNE	SE1	SE2	SE3	SE4	SE5	SE6	SE7	SE8	SE9
Bellaria Igea Marina	I	I	I	I	I				
Casteldelci	I	I		I		I	I	I	I
Cattolica	I	I	I	I	I			I	
Coriano	I	I	I	I	I			I	
Gemmano	I	I	I	I	I		I	I	I
Maiolo	I	I		I		I	I	I	I
Misano Adriatico	I	I	I	I	I			I	
Mondaino	I	I		I			I	I	I
Montecopiole	I	I	I	I	I				I
Montefiore Conca	I	I	I	I	I		I	I	I
Montegridolfo	I	I		I			I	I	I
Montescudo-Monte Colombo	I	I	I	I	I		I	I	I
Morciano di Romagna	I	I	I	I	I				I
Novafeltria	I	I		I		I	I	I	I
Pennabilli	I	I		I		I	I	I	I
Poggio Torriana	I	I	I	I	I		I	I	I
Riccione	I	I	I	I	I				
Rimini	I	I	I	I	I			I	
Saludecio	I	I		I			I	I	I
San Clemente	I	I	I	I	I				I
San Giovanni in Marignano	I	I	I	I	I				
San Leo	I	I		I		I	I	I	I
Sant'Agata Feltria	I	I		I		I	I	I	I
Santarcangelo di Romagna	I	I	I	I	I			I	
Sassofeltrio	I	I	I	I	I		I	I	I
Talamello	I	I		I		I	I	I	I
Verucchio	I	I	I	I	I		I	I	I

All. 8 Tab. 1 Tabella riassuntiva dei Servizi Ecosistemici da mappare

● TERRE DI CULTURA,
ACCOGLIENZA, CITTÀ,
● RESILIENZA.