Il Sistema naturale e ambientale e la valutazione dei Servizi Ecosistemici

A cura di
Elisa Morri
Giovanna Panza
Giovanni Pasini
Riccardo Santolini

Dicembre 2021

1. PREMESSA 4

2. I SERVIZI ECOSISTEMICI 5

2.1. DEFINIZIONE E TIPOLOGIE 5

3. AREA DI STUDIO PER LA VALUTAZIONE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI 9

4. LA CARTA DEL SISTEMA AMBIENTALE 13

4.1. GLI ECOSISTEMI ACQUATICI 20
4.1.1. LA QUANTITÀ E LA QUALITÀ DELL'ACQUA 25
4.1.1.1. La qualità delle acque superficiali 26
4.1.1.2. La qualità delle acque sotterranee 29
4.1.2. I PRELIEVI DI ACQUA 32
4.1.3. ELEMENTI DI QUALITÀ E RESILIENZA - CRITICITÀ E VULNERABILITÀ 34
4.2. ECOSISTEMI TERRICOLI E URBANI 35
4.2.1. ECOSISTEMI TERRICOLI E URBANI: ELEMENTI DI QUALITÀ E RESILIENZA, CRITICITÀ E VULNERABILITÀ 51
4.3. L'AGROECOSISTEMA 53
4.3.1. AGROECOSISTEMA: ELEMENTI DI QUALITÀ E RESILIENZA, CRITICITÀ E VULNERABILITÀ 62
4.4. LE AREE PROTETTE 63
4.4.1. IT4080013 - ZSC - MONTETIFFI, ALTO USO 63
4.4.2. IT4090003 - ZSC-ZPS - RUPI E GESSI DELLA VALMARECCHIA 65
4.4.3. IT4090002 - ZSC - TORRIANA, MONTEBELLO, FIUME MARECCHIA 66
4.4.4. IT4080014 - ZSC - RIO MATTERO E RIO CUNEO 68
4.4.5. LE AREE PROTETTE: ELEMENTI DI QUALITÀ E RESILIENZA - CRITICITÀ E VULNERABILITÀ 70

5. LA VULNERABILITÀ PAESAGGISTICA 72

5.1. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE 73
5.1.1. DATI UTILIZZATI 73
5.1.2. CARATTERIZZAZIONE DEL PAESAGGIO 73
5.1.3. HABITAT UMANO (HU) E HABITAT STANDARD PRO-CAPITE (HS) 74
5.1.4. INDICI DI COMPROMISSIONE PAESAGGISTICA - URBANIZZAZIONE DIFFUSA (SPRAWL) 78

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

5.1.5. INDICE DI SUPERFICIE DRENANTE (IDREN) 81
5.1.6. RISULTATI E CONSIDERAZIONI 83
5.1.6.1. Gruppo 1 87
5.1.6.2. Gruppo 2 88
5.1.6.3. Gruppo 3 90
5.1.6.4. Gruppo 4 92

6. I SE NEL TERRITORIO DELL'UNIONE RUBICONE E MARE 96

6.1. METODOLOGIA E RISULTATI PER LE ANALISI QUALITATIVE 97
6.1.1. SE PRODUZIONE AGRICOLA 98
6.1.2. SE REGOLAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO 100
6.1.3. SE REGOLAZIONE MICROCLIMA 102
6.1.4. SE QUALITÀ HABITAT 104
6.1.5. SE SERVIZI ECOSISTEMICI CULTURALI 106
6.2. METODOLOGIA E RISULTATI PER LE ANALISI QUANTITATIVE 106
6.2.1. SE DEFLUSSO SUPERFICIALE E SOTTERRANEO A FINI MULTIPLI 106
6.2.2. SE RICARICA DELLE FALDE 110
6.2.3. SE PROTEZIONE DAL DISSESTO (PIENE) 116
6.2.4. SE DEPURAZIONE DELLE ACQUE 119
6.2.5. SE ASSORBIMENTO CO2 139
6.2.5.1. Stock di CO2 140
6.2.5.2. Flusso di C02 145
6.2.6. SE ASSORBIMENTO PM10 149

7. PRIME INDICAZIONI PER IL PIANO E CONCLUSIONI 159

8. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 164

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

1. Premessa

La costruzione del **Quadro Conoscitivo e Diagnostico** (QCD) del nuovo PUG dell'unione dei comuni Rubicone e Mare prende in considerazione il paradigma dei Servizi Ecosistemici (SE) ed aiuta a capire e comunicare il valore del Capitale Naturale nel processo di formazione del piano. Nel momento in cui, per una funzione ecosistemica, si configura una domanda e quindi diventa di utilità per l'uomo, cioè elemento da cui trarre benessere, viene chiamata Servizio Ecosistemico (De Groot, 1992; Daily, 1997; Costanza et al., 1997; Daily et al., 2000). L'analisi dei Servizi Ecosistemici (SE) si inserisce come **identificazione e riconoscimento** dei SE funzionali al sistema territoriale, tenendo ben presente la propedeuticità dei SE di regolazione così come definito nel III Rapporto sul Capitale Naturale (cap. 5, pagg 32-44) (https://www.minambiente.it/pagina/terzo-rapporto-sullo-stato-del-capitale-naturale-italia-2019). Tale analisi aiuta ad individuare le criticità ed i bisogni a cui il piano deve dare risposte strategiche definendo obiettivi e prestazioni. Identificare i SE valutare le criticità come domanda di qualità ambientale rappresenta una importante novità nella pianificazione del territorio, specie nella nuova prospettiva della rigenerazione urbana e territoriale. Di conseguenza, analizzare i SE diventa fondamentale per sviluppare scenari di rigenerazione urbana e territoriale e per misurare gli effetti di sostenibilità delle scelte.

Tale analisi e la conseguente valutazione individua la capacità delle componenti naturali e dei processi ecosistemici di fornire, direttamente o indirettamente, energia e informazioni, utili al funzionamento del sistema ecologico. Il benessere dei cittadini di un territorio pertanto dipende dal buono stato di conservazione del Capitale Naturale (CN), caratterizzato dagli ecosistemi e dalle loro funzioni. In quest'ottica pertanto gli ecosistemi possono essere identificati come sottosistemi funzionali che erogano diversi servizi e le cui dinamiche e criticità derivanti dalla loro gestione influenzano la capacità stessa di fornitura dei SE essenziali per la vita e le attività presenti sul territorio.

Essi potranno essere suddivisi e descritti ai fini del QCD in:

- ecosistemi acquatici (rete idrografica, zone umide, qualità acque, aree di tutela e usi dell'acqua)

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

- ecosistemi terricoli (elementi naturali e paranaturali, , aree protette e reti ecologiche)
- agroecosistemi (agricoltura tipi, capacità d'uso del territorio)
- ecosistemi urbani (verde urbano, permeabilità, verde procapite)
- aree protette come ulteriore elemento conoscitivo associato alla gestione del capitale naturale

Nel presente report ogni ecosistema viene descritto in base alle caratteristiche che lo compongono in termini di strutture fisiografiche e potenziali elementi di vulnerabilità (es. per ecosistemi acquatici, reticolo idrografico primario e secondario, presenza di zone umide, fonti e prelievi, qualità delle acque, etc) e definiti i SE che essi possono erogare. Sulla base di queste considerazioni per ogni tipologia di ecosistema saranno evidenziate le criticità e vulnerabilità rispetto allo svolgimento delle relative funzioni e gli elementi di qualità e resilienza come prima valutazione ragionata delle informazioni conoscitive ai fini dell'impostazione del quadro conoscitivo diagnostico.

2. I Servizi Ecosistemici

2.1. Definizione e tipologie

La struttura ecosistemica è caratterizzata da comunità, flussi di energia e cicli della materia (Odum e Barrett, 2005). I servizi ecosistemici possono essere identificati come le tipologie di funzioni e di processi svolti dagli ecosistemi che generano benefici multipli diretti o indiretti indispensabili per la sopravvivenza della popolazione; è sempre più evidente che il benessere umano dipende infatti dai servizi forniti dalla natura, superando di fatto il conflitto tra la sua protezione e sfruttamento delle sue risorse. Questo complesso di beni, processi o funzioni associati al corretto funzionamento degli ecosistemi costituisce il Capitale Naturale, ovvero l'intero stock di beni naturali - organismi viventi, aria, acqua, suolo e risorse geologiche - che contribuiscono a fornire beni e servizi di valore, diretto o indiretto, per l'uomo e che sono necessari per la sopravvivenza dell'ambiente stesso da cui sono generati (Comitato nazionale per il capitale naturale, 2019). In letteratura i Servizi Ecosistemici sono tradizionalmente suddivisi in quattro categorie generali in relazione alle funzioni svolte (supporto, regolazione, approvvigionamento, culturali) (MEA-Millennium Ecosystem Assessment, 2005), la cui gerarchia è stata successivamente modificata dall'Agenzia Europea per l'Ambiente con la Classificazione

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Internazionale dei Servizi degli Ecosistemi (CICES V5.1 - Haines-Young e Potschin, 2018), indicando come SE sia i fenomeni ecologici (funzioni), il loro contributo diretto e indiretto al benessere umano (servizi) ed i guadagni di benessere che generano (benefici) e identificando come elemento imprescindibile per il funzionamento di un ecosistema i servizi di supporto e di regolazione.

- **Supporto (S)**: servizi necessari per la produzione di tutti gli altri servizi ecosistemici e che contribuiscono alla conservazione della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi e dinamici degli ecosistemi;

- **Regolazione (R)**: mantenimento della salute e del funzionamento degli ecosistemi, ma anche altri servizi che comportano benefici diretti e indiretti per l'uomo (come la stabilizzazione del clima, il ciclo delle acque, la protezione dal dissesto, etc);

- **Fornitura (F)**: servizi di approvvigionamento di risorse che gli ecosistemi producono (acqua, cibo, ecc.);

- **Culturali (C)**: gli ecosistemi naturali contribuiscono al mantenimento della salute umana attraverso la fornitura di opportunità di riflessione, arricchimento spirituale, sviluppo cognitivo, esperienze ricreative ed estetiche

Questo tipo di analisi permette di identificare i territori che si configurano come fornitori di servizi ecosistemici e i territori che, invece, presentano un deficit di fornitura di servizi ecosistemici.

La tutela dei servizi ecosistemici necessari ad assicurare la vita diviene priorità strategica; è dunque necessario garantire che gli ecosistemi possano continuare a funzionare nel tempo, a partire, nell'ordine, dalle quattro funzioni loro proprie: regolazione, supporto alla vita, approvvigionamento e culturali.

In particolare alcuni ecosistemi possono sviluppare funzioni di tipo integrato come nel caso dei cosiddetti WES (Water Ecosystem Services; Martin-Ortega et al., 2015).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

I SE associati agli ecosistemi acquatici possono venire valutati in relazione ad altri elementi del territorio e quindi ad altri sottosistemi funzionali con cui si combinano e che concorrono a definire la capacità del territorio di fornire servizi ecosistemici legati alle acque tra cui:

- capacità di regolazione del regime idrologico inteso come la capacità delle tipologie di uso del suolo di immagazzinare e rilasciare acqua che mitiga le piogge eccessive riducendo da un lato il rischio di inondazioni e dall'altro consentendo rilasci di acqua lenti verso i corpi idrici

- capacità di depurazione delle acque inteso come la capacità delle tipologie di uso del suolo di filtrare e depurare le acque che li attraversano con processi di rimozione degli inquinanti sia di tipo fisico (filtro attraverso il suolo), che chimico-biologico (attraverso il metabolismo delle piante) restituendo una risorsa di migliore qualità. in questo caso il Servizio Ecosistemico di depurazione dell'acqua consiste nella rimozione di inquinanti (es. nitrati NO3-) tramite una serie di processi ecosistemici (es. nitrificazione-denitrificazione).

- capacità di regolazione dell'acqua piovana e infiltrazione delle acque (derivante dal progetto SOS4LIFE condotto dalla Regione Emilia Romagna)

- capacità di riserva idrica

- protezione dal dissesto idrogeologico inteso come capacità della vegetazione e delle zone umide di trattenere acqua durante eventi di piena (a determinate durate e con determinati tempi di ritorno).

Gli altri ecosistemi strettamente connessi agli ecosistemi acquatici (agroecosistemi, ecosistemi terricoli ed urbani) sviluppano inoltre ulteriori altri SE tra cui:

- la produzione agricola: tra i servizi di approvvigionamento la produzione agricola rappresenta la fornitura di cibo e materie prime.

- la regolazione del microclima: capacità degli ecosistemi di influenzare positivamente le condizioni termiche e di umidità del clima locale sia attraverso un effetto diretto (es ombra generata dalle chiome degli alberi) sia per effetti dovuti ai processi biologici (es. evapotraspirazione).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

- l'assorbimento di CO_2: capacità degli elementi naturali e paranaturali legati alla presenza della vegetazione di assorbire CO_2 e di fungere da serbatoio ai fini della regolazione della qualità dell'aria

- l'assorbimento di PM10: capacità degli elementi naturali e paranaturali legati alla presenza della vegetazione di assorbire PM10 e di fungere elementi regolatori della qualità dell'aria

- SE ricreativo: potenziale di ricreazione fornito dagli ecosistemi, in relazione al potenziale di usabilità e di frequenza da parte dell'uomo.

- SE di Ispirazione per cultura, arti, valori educativi e spirituali, senso di identità: gli ecosistemi forniscono una ricca sorgente di ispirazione per arte, folklore, simboli nazionali, architettura, pubblicità e forniscono le basi per l'educazione formale e informale in molte società;

- SE Valori estetici: molte persone godono dello scenario di paesaggi e delle aree naturali in cui ricercano la bellezza o il valore estetico, come si riflette nella preferenza che molte persone hanno di vivere in ambienti esteticamente piacevoli e nella demarcazione delle "strade panoramiche, nel supporto ai parchi e alla selezione delle locazioni di alloggio.

- Qualità dell'habitat inteso con l'accezione di pregio naturale che nell'area di studio connette ecosistemi acquatici e terrestri ad esso associati

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

3. Area di studio per la valutazione dei Servizi Ecosistemici

Per la valutazione dei SE intesi come "i contributi diretti e indiretti degli ecosistemi al benessere umano" (TEEB, 2010) e soprattutto riguardo i SE di regolazione ed in particolare i WES (Water Ecosystem Services), l'analisi ha la necessità di essere sviluppata in un ambito più esteso e funzionale rispetto ai confini amministrativi dei comuni dell'unione poiché le dinamiche e i processi degli ecosistemi sono individuabili a scala vasta e in relazione alle componenti fisiografiche del territorio. In questo modo viene definita un'Unità Ecologico Funzionale (UEF), cioè l'ambito territoriale eco-geografico a cui si riferisce la valutazione biofisica ed economica del servizio ecosistemico considerato, caratterizzato dalla riconoscibilità della direzione del flusso dei servizi di regolazione da un'area di origine ad una di utilizzo o trasferimento. Questa metodologia di lavoro permette di definire quali aree sono produttrici di SE di cui però beneficia direttamente anche l'ambito urbano (es. fornitura idrica, ruolo della vegetazione nella protezione dai dissesti idrologici). Le UEF selezionate sono relative ai sottobacini dei corpi idrici superficiali come definiti dalla Regione Emilia Romagna per l'aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque (PdGA 2015) (Figura 2e Tabella 1) ai quali sono stati associati dei codici identificativi; pertanto l'area di riferimento per le analisi dei SE (pari a 36.908 ha) è più ampia rispetto al territorio dell'Unione dei Comuni (16.783 ha) in maniera tale da ricomprendere al suo interno alcuni sottobacini significativi per le analisi condotte. Gli elementi del reticolo idrografico principale di riferimento sono costituiti dai fiumi Savio, Rubicone e Uso e dai torrenti Pisciatello, Salto, e rio Rigossa e rio Cesuola.

La Figura 1 mostra le UEF contraddistinte dai diversi SE sovrapposte alle più ampie unità di paesaggio così come definite dal PTPR (2004) al fine di evidenziarne la dislocazione geografica e le eventuali corrispondenze.

Per le unità "Montagna romagnola" e "Collina della Romagna Centro meridionale" del PTPR le UEF corrispondono quasi completamente con la suddivisione delle aree del PTPR tranne che per le UEF SAL1 e PISC2 le cui porzioni di valle sono comprese nell'unità "Pianura Romagnola" dal momento che i bacini idrografici sono a cavallo tra le due unità di paesaggio. Le UEF di pianura si dividono tra l'unità "Pianura Romagnola" e l'unità "Costa sud".

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

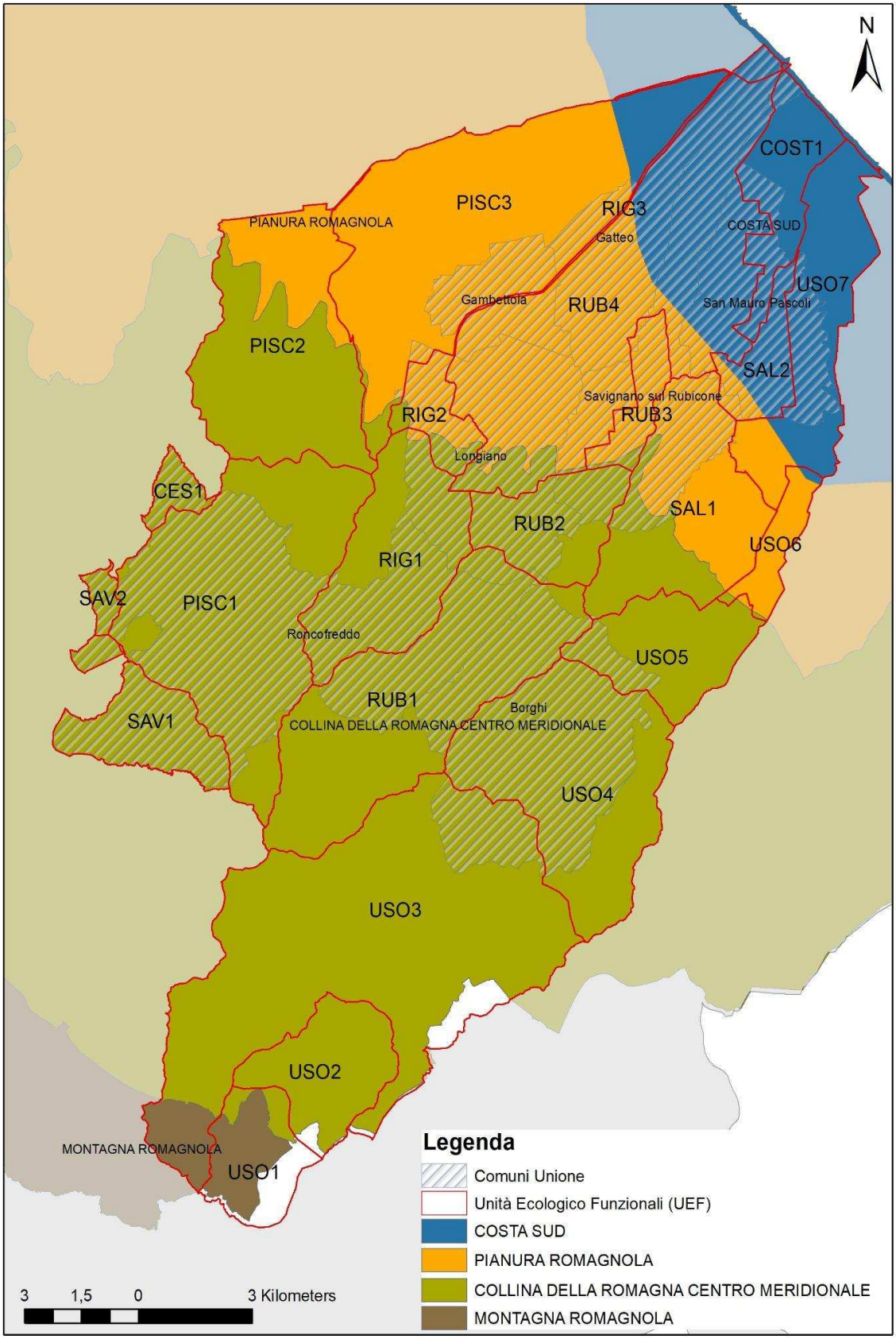


Figura 1 - Rapporto tra UEF e unità di paesaggio del PTPR.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Tabella 1: Estensione delle UEF e codici di riferimento utilizzati per l'analisi dei SE.

COD (PdGA)	ETICHETTA	AREA (HA)	COD.
130000000000 4 ER	F. SAVIO	837	SAV1
130000000000 5 ER	F. SAVIO	106	SAV2
160000000000 1 ER	F. RUBICONE	2891	RUB1
160000000000 2 ER	F. RUBICONE	854	RUB2
160000000000 3 ER	F. RUBICONE	379	RUB3
160000000000 4 ER	F. RUBICONE	4183	RUB4
170000000000 1 ER	F. USO	725	USO1
170000000000 2 ER	F. USO	962	USO2
170000000000 3 ER	F. USO	5509	USO3
170000000000 4 ER	F. USO	2428	USO4
170000000000 5 ER	F. USO	1009	USO5
170000000000 6 ER	F. USO	342	USO6
170000000000 7 ER	F. USO	1476	USO7
130800000000 1 ER	R. CESUOLA	180	CES1
160203000000 1 ER	T. RIGOSSA	1589	RIG1
160203000000 2 ER	T. RIGOSSA	402	RIG2
160203000000 3 ER	T. RIGOSSA	53	RIG3
160200000000 1 ER	T. PISCIATELLO	3327	PISC1
160200000000 2 ER	T. PISCIATELLO	2339	PISC2
160200000000 4 ER	T. PISCIATELLO	3922	PISC3
170200000000 1 ER	R. SALTO	1785	SAL1
170200000000 2 ER	R. SALTO	447	SAL2
280099000000	BAC. COSTIERI MIN. - CD2 - BAC. ROMAGNOLI	862	COST1

Tutti i sottobacini ad eccezione di SAV1, SAV2 e CES1 sono totalmente ricompresi nell'area di studio. Questi ultimi sono stati inseriti nelle porzioni necessarie a ricomprendere il comune di Roncofreddo. I sottobacini con le estensioni maggiori sono RUB4 sul torrente Rigossa nelle porzioni dei comuni di Gambettola, Gatteo, Savignano e San Mauro Pascoli, USO3 nei comuni di Sogliano e porzioni dei comuni di Borghi, Novafeltria, Talamello e Mercato Saraceno e PISC3 nei comuni di Cesena, Cesenatico e Gambettola e piccola porzione di Gatteo.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

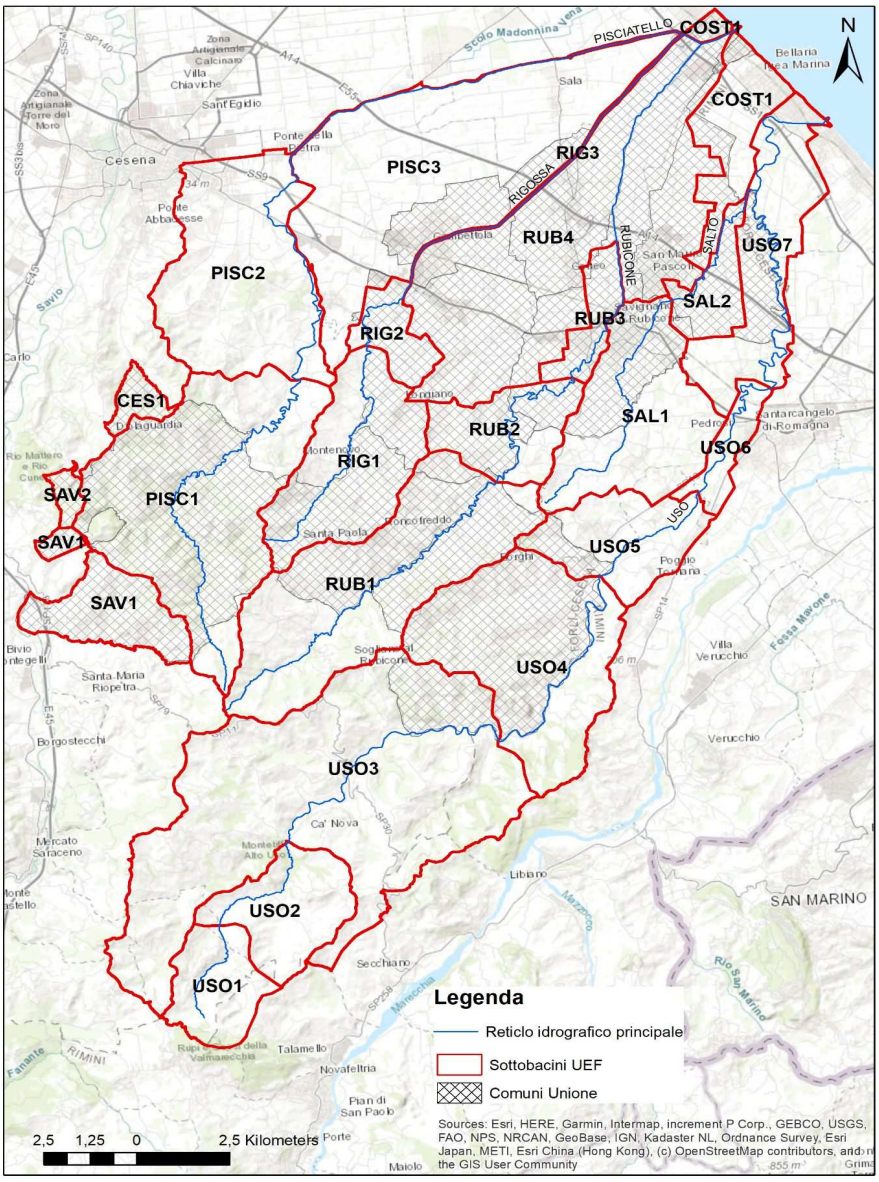


Figura 2 - UEF selezionate per l'area di studio rispetto l'estensione dell'Unione dei Comuni.

Ogni UEF nei prossimi paragrafi sarà caratterizzata quindi da una analisi di vulnerabilità considerando indicatori di ecologia del paesaggio, dalla valutazione dei SE in termini qualitativi mediante applicazione dei modelli di potenzialità di fornitura e relativa mappatura e in termini quantitativi tramite misure delle dinamiche biofisiche in atto.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

4. La Carta del Sistema Ambientale

Per analizzare la funzionalità degli elementi naturali e paranaturali nella fornitura dei SE si rende necessario disporre di una Carta del Sistema Ambientale (CSA) che contenga diversi livelli di informazione associati alle diverse tipologie di uso del suolo mettendo in evidenza ad esempio anche gli elementi lineari (siepi e filari) quali fornitori di alcuni SE (es. capacità di depurazione degli inquinanti dilavati dal territorio) o il verde associato ai sistemi urbani (giardini, giardini di pregio, parchi associati alle ville) come elementi che forniscono SE di regolazione (regolazione del clima, assorbimento di inquinanti) o ricreativi. A tal fine, sono stati valutati alcuni strati informativi con cui è stata costruita la Carta del Sistema Ambientale da utilizzare come base per le analisi dei SE, tra cui:

- ***Mappa dell'Uso del Suolo*** (UdS Regione Emilia Romagna, 2017) con scala di riferimento 1:10.000. Questo strato informativo è alla base della Carta del sistema Ambientale poiché rappresenta una copertura vettoriale di dettaglio aggiornata;
- ***Carta Forestale*** (Regione Emilia Romagna, 2014).
- ***Zone umide*** (fornite da UP su base PTCP)
- ***Siepi e filari*** (art.10 PTCP): Si tratta di elementi lineari (siepi, filari) rilevati durante la stesura del PTCP della provincia di Forlì Cesena e di Rimini ad un livello di dettaglio superiore a quello rilevabile nella carta dell'Uso del suolo regionale. Per poter integrare gli elementi lineari nella carta del sistema ambientale per le valutazioni qualitative questi elementi vengono trasformati in poligoni dando uno spessore medio di 7 m. Questo valore deriva da misurazioni mediante controllo con foto aeree svolte su un campione rappresentativo pari al 20% degli elementi lineari presenti nell'area di studio come indicato in Tipologia di elemento lineare.
- ***Caratterizzazione del "verde"*** presente all'interno delle aree urbane aggiornato da UP (per i dettagli si veda par.Errore: sorgente del riferimento non trovata)

Tipologia di elemento lineare	Elementi lineari Controllati e misurati in Ads	Elementi lineari totali in AdS	Elementi lineari controllati e misurati (%)	Larghezza media (m)
Siepi	61	304	20	7,4
Filari alberati	160	803	20	5,94

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Totale	221	1107	20	6,67

Tabella 2 Analisi degli elementi lineari per stabilire la loro larghezza media.

La Figura 3 e la Tabella 3 rappresentano la distribuzione delle estensioni delle classi di uso del suolo derivanti dalla Carta del Sistema Ambientale. Le superfici più estese sono legate alle aree agricole che rappresentano la matrice del territorio dell'area di studio. In particolare tra le superfici agricole quelle maggiormente rappresentative sono associate alle aree a seminativi irrigui e non irrigui che rappresentano oltre il 35% dell'intero territorio, seguite dai frutteti (11,3%). Le aree artificiali costituiscono quasi il 18% dell'intero territorio di cui le strutture residenziali isolate sono le tipologie maggiormente rappresentate (5% sul totale dell'intero territorio e quasi il 28% sul raggruppamento relativo alle aree artificiali) seguite dal tessuto residenziale rado (2,4% e 13,5% rispettivamente) e urbano, gli insediamenti produttivi e le reti stradali. Questo tipo di sviluppo delle tipologie urbane rade e isolate può portare di fatto al fenomeno dello sprawl urbano. Le aree naturali e gli ambienti seminaturali rappresentano oltre il 24% dell'intero territorio di riferimento con le classi maggiormente rappresentative associate a Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni (11%) e Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione (7,6%). Le zone umide e i corpi idrici rappresentano l'1,5% dell'intero territorio di riferimento. Le tipologie più rappresentate sono gli Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa e abbondante (che costituiscono oltre il 75% delle estensioni rispetto al gruppo), seguito dai bacini artificiali e dai maceri (5% delle estensioni rispetto al gruppo) che emergono come elementi caratteristici del paesaggio rurale associati un tempo alla coltivazione della canapa. Infatti, i maceri sono un elemento caratteristico del paesaggio rurale della pianura emiliana e romagnola, bolognese e ferrarese in particolare, che ha avuto una grandissima importanza nella storia della coltivazione della canapa per secoli e fino alla metà del 1900; e perché ancora oggi, se ben conservati, possono svolgere una funzione di riequilibrio ecologico, favorendo la conservazione di habitat naturali e di specie di flora e fauna selvatica tipici e originari della nostra pianura e delle zone umide, importanti per recuperare naturalità se associati alla vegetazione spontanea che vi si sviluppa attorno.

Storia e natura si sposano quindi in questi piccoli laghetti artificiali sparsi e nascosti in mezzo ai campi, piccole oasi spesso circondate da vegetazione spontanea, che spezzano l'uniformità di un paesaggio rurale ormai prevalentemente piatto e assoggettato alle esigenze di una agricoltura che richiede la massima produttività e l'utilizzo di ogni metro di terra.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

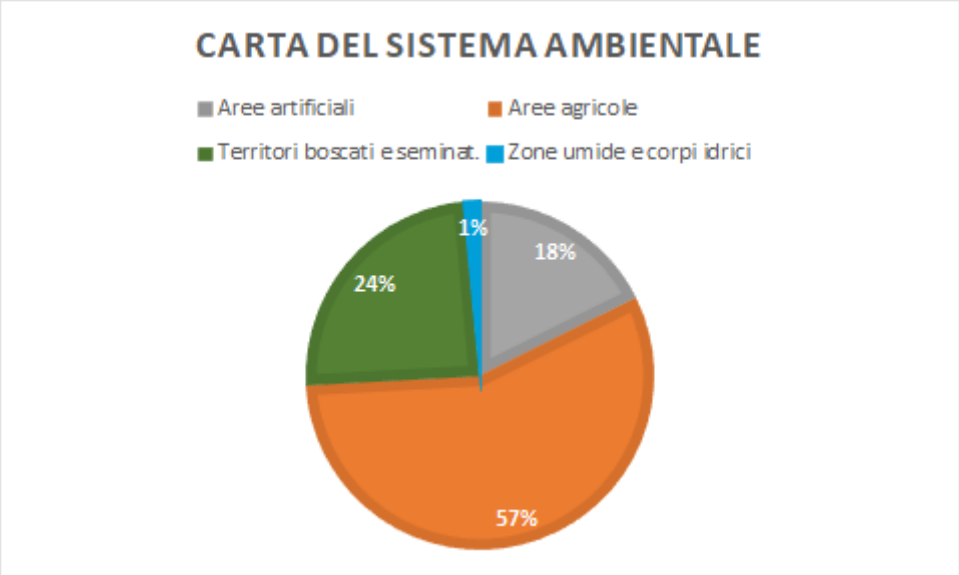


Figura 3- Distribuzione delle estensioni delle classi di uso del suolo derivanti dalla Carta del Sistema Ambientale.

Tabella 3 - Dettaglio delle estensioni delle classi di uso del suolo derivanti dalla Carta del Sistema Ambientale.

Classi della Carta del Sistema Ambientale	Estensione (ha)	Estensione sul totale (%)	Estensione sul gruppo (%)
AREE ARTIFICIALI			
Aree adibite alla balneazione	26,7	0,1%	0,4%
Aree estrattive attive	61,8	0,2%	1,0%
Aree estrattive inattive	30,5	0,1%	0,5%
Aree incolte urbane	155,9	0,4%	2,4%
Aree per impianti delle telecomunicazioni	1,2	0,0%	0,0%
Aree portuali per il diporto	8,4	0,0%	0,1%
Aree sportive	104,9	0,3%	1,6%
Aree verdi associate alla viabilità	43,8	0,1%	0,7%
Autodromi	14,9	0,0%	0,2%
Autostrade e superstrade	100,4	0,3%	1,6%
Campeggi e strutture turistico-ricettive	20,4	0,1%	0,3%
Canali e idrovie	86,3	0,2%	1,3%
Cantieri e scavi	43,4	0,1%	0,7%
Cimiteri	29,5	0,1%	0,5%

Depositi di rottami	13,7	0,0%	0,2%
Discariche di rifiuti solidi urbani	76,4	0,2%	1,2%
Discariche e depositi di cave, miniere e industrie	4,6	0,0%	0,1%
Impianti di smistamento merci	2,2	0,0%	0,0%
Impianti fotovoltaici	67,0	0,2%	1,0%
Impianti tecnologici	12,9	0,0%	0,2%
Insediamenti agro-zootecnici	482,2	1,3%	7,5%
Insediamenti commerciali	52,7	0,1%	0,8%
Insediamenti di servizi	192,6	0,5%	3,0%
Insediamenti ospedalieri	12,7	0,0%	0,2%
Insediamenti produttivi	595,2	1,6%	9,2%
Ippodromi	35,4	0,1%	0,5%
Parchi	55,8	0,2%	0,9%
Parchi di divertimento	0,8	0,0%	0,0%
piazza con aiuole inerbite/alberate	0,6	0,0%	0,0%
Reti ferroviarie	37,2	0,1%	0,6%
Reti per la distribuzione e produzione dell'energia	7,2	0,0%	0,1%
Reti per la distribuzione idrica	0,5	0,0%	0,0%
Reti stradali	580,8	1,6%	9,0%
Strutture residenziali isolate	1800,1	4,9%	27,9%
Suoli rimaneggiati e artefatti	79,5	0,2%	1,2%
Tessuto residenziale rado	871,1	2,4%	13,5%
Tessuto residenziale compatto e denso	10,8	0,0%	0,2%
Tessuto residenziale urbano	617,9	1,7%	9,6%
Ville	87,2	0,2%	1,4%
Vivai	29,4	0,1%	0,5%
TOTALE AREE ARTIFICIALI	**6454,3**	**17,6%**	**100,0%**
AREE AGRICOLE			
Altre colture da legno	169,8	0,5%	0,8%
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	35,6	0,1%	0,2%
Colture orticole	256,5	0,7%	1,2%
Colture temporanee associate a colture permanenti	93,6	0,3%	0,5%

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Frutteti	4124,0	11,3%	19,9%
Oliveti	608,2	1,7%	2,9%
Pioppeti colturali	17,2	0,0%	0,1%
Prati	890,5	2,4%	4,3%
Seminativi non irrigui	5639,0	15,4%	27,3%
Seminativi semplici irrigui	7345,7	20,1%	35,5%
Sistemi colturali e particellari complessi	220,3	0,6%	1,1%
Vigneti	1289,9	3,5%	6,2%
TOTALE AREE AGRICOLE	**20690,3**	**56,5%**	**100,0%**
TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI			
Aree calanchive	777,0	2,1%	8,7%
Aree con vegetazione rada di altro tipo	34,8	0,1%	0,4%
Boscaglie ruderali	38,1	0,1%	0,4%
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	3912,7	10,7%	43,8%
Boschi a prevalenza di salici e pioppi	14,6	0,0%	0,2%
Boschi di conifere	38,7	0,1%	0,4%
Boschi misti di conifere e latifoglie	838,9	2,3%	9,4%
Boschi planiziali a prevalenza di farnie e frassini	6,8	0,0%	0,1%
Castagneti da frutto	8,0	0,0%	0,1%
Rimboschimenti recenti	246,2	0,7%	2,8%
Rocce nude, falesie e affioramenti	7,1	0,0%	0,1%
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	2776,7	7,6%	31,1%
area verde prato	38,0	0,1%	0,4%
area verde prato + alberature	60,0	0,2%	0,7%
filari alberati	70,1	0,2%	0,8%
orti urbani	2,5	0,0%	0,0%
siepi	42,6	0,1%	0,5%
verde storico bosco	10,1	0,0%	0,1%
TOTALE TERR.BOSC E AMB.SEMINAT.	**8922,9**	**24,4%**	**100,0%**
ZONE UMIDE E CORPI IDRICI			
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	181,4	0,5%	33,6%
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	228,2	0,6%	42,3%

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Bacini artificiali	82,7	0,2%	15,3%
Lago	1,6	0,0%	0,3%
Lago artificiale	8,9	0,0%	1,7%
Lago per alimentazione impianti irrigui	0,1	0,0%	0,0%
Macero	28,0	0,1%	5,2%
Stagno	7,2	0,0%	1,3%
Zone umide interne	1,8	0,0%	0,3%
TOTALE ZONE UMIDE E CORPI IDRICI	**539,9**	**1,5%**	**100,0%**
TOTALE	**36607,5**	**100,0%**	

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

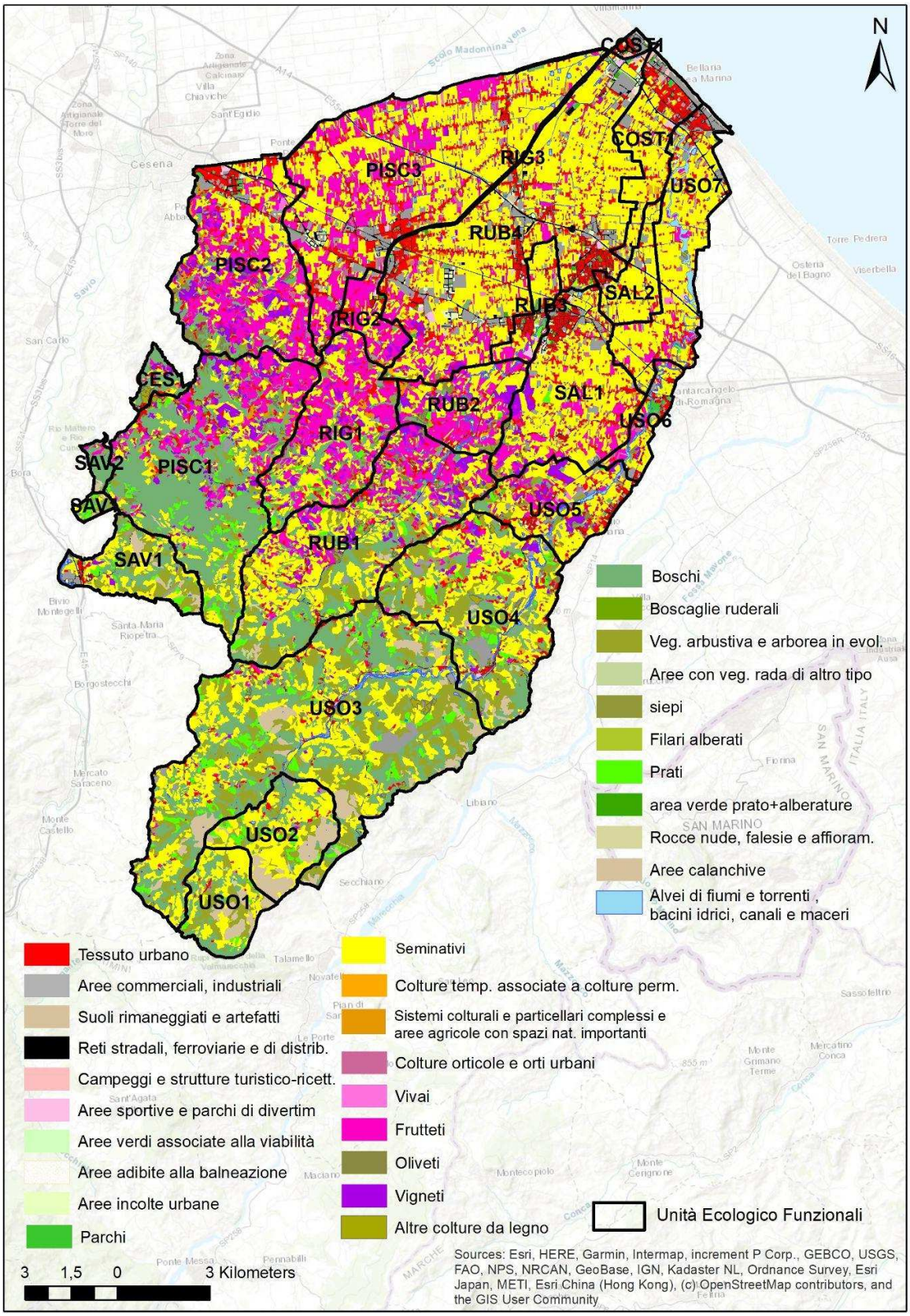


Figura 4 - Carta del Sistema Ambientale.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

4.1. Gli ecosistemi acquatici

Gli ecosistemi acquatici (Figura 5) sono costituiti dal reticolo principale e secondario dei corsi d'acqua naturali (F. Uso, Rubicone e Savio, torrenti Rigossa, Pisciatello), dal sistema di rii (Cesuola e Salto) e canali di scolo della pianura ad esso connessi, come definiti e delimitati nel Piano di Gestione delle Acque. Sono presenti e omogeneamente distribuite sul territorio, numerose zone umide costituite prevalentemente da bacini/laghi artificiali (92 ha) di differenti estensioni medie e maceri (28 ha) spesso utilizzati per scopi irrigui le cui estensioni sono piuttosto limitate (0,02 ha); sono presenti inoltre zone umide con caratteristiche più naturaliformi quali stagni e zone umide interne con estensioni medie più ampie (es. 0,6 ha). Queste tipologie, che si ritrovano sparse in tutto il territorio, rappresentano dei relitti di naturalità dispersi in un contesto agricolo che si presenta in alcune porzioni di territorio di tipo intensivo; questi elementi assumono la molteplice funzione di raccogliere acqua, favorire la depurazione e rappresentare elementi utili al mantenimento della biodiversità soprattutto se arricchiti da vegetazione.

Tabella 4 - Caratterizzazione delle zone umide nell'area di studio.

Tipologia di zona umida	Area media (ha)	Area totale (ha)
lago	0,1	1,6
lago artificiale	0,03	9
lago per alimentazione impianti irrigui	0,02	0,07
macero	0,02	28
stagno	0,1	7,2
zone umide interne	0,6	1,8
bacini artificiali	0,2	82,7

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

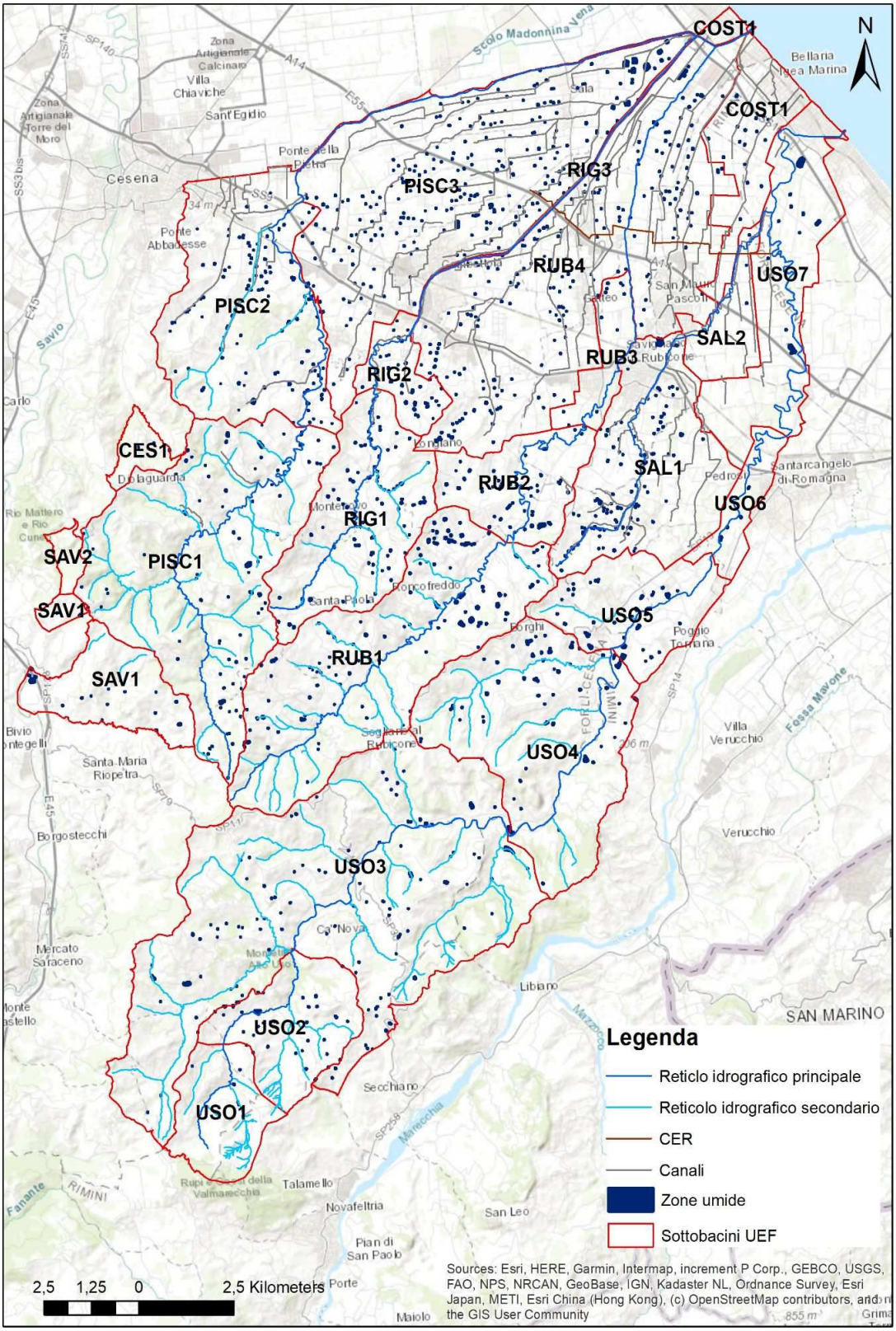


Figura 5 - Reticolo idrografico e zone umide che caratterizzano gli ecosistemi acquatici.

In Figura 6 sono rappresentate sia le porzioni definite *"Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua"* che costituiscono ambiti appartenenti alla dinamica fluviale, caratterizzati da fenomeni morfologici, idraulici, naturalistico-ambientali e paesaggistici connessi all'evoluzione attiva dei principali corsi d'acqua (art.17 PTCP), sia le "*Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei*" ai sensi dell'articolo 28 del PTCP. In particolare queste porzioni di territorio si rinvengono nell'area di studio nella porzione pedecollinare fino a ricomprendere parte della pianura caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali dei corsi d'acqua appenninici che presentano in profondità le falde idriche da cui attingono i principali acquedotti per usi idropotabili; in esse sono ricomprese sia le aree di alimentazione degli acquiferi (art.28a PTCP) per infiltrazione diretta dalla superficie caratterizzate da elevata permeabilità dei terreni (prevalentemente sul fiume Rubicone porzioni RUB 1,2,3,4) sia aree proprie dei corpi centrali dei conoidi, caratterizzate da ricchezza di falde idriche (art 28b PTCP); sono ricomprese inoltre le aree definite di ricarica diretta e indiretta della falda ai sensi degli art. 3.4 e 3.5 del PTCP della Provincia di Rimini per le porzioni di fiume Uso (USO5, USO6, SAL1). Queste porzioni rappresentano aree da tutelare con l'obiettivo di garantire, dal punto di vista qualitativo e quantitativo, l'uso potabile/igienico, attuale o potenziale, della risorsa idrica e tutti i restanti usi, da quello irriguo a quello produttivo, oltre che mantenere l'equilibrio dei sistemi acquatici (es. DMV). Le UEF di pianura (parte di PISC2, PISC3, RIG2,RIG3, RUB3, RUB4, SAL2, parte di SAL1 e di USO7), sono quelle caratterizzate da ricchezza delle falde ovvero porzioni di territorio che alimentano i numerosi punti di prelievo di acque sotterranee nell'area di studio.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

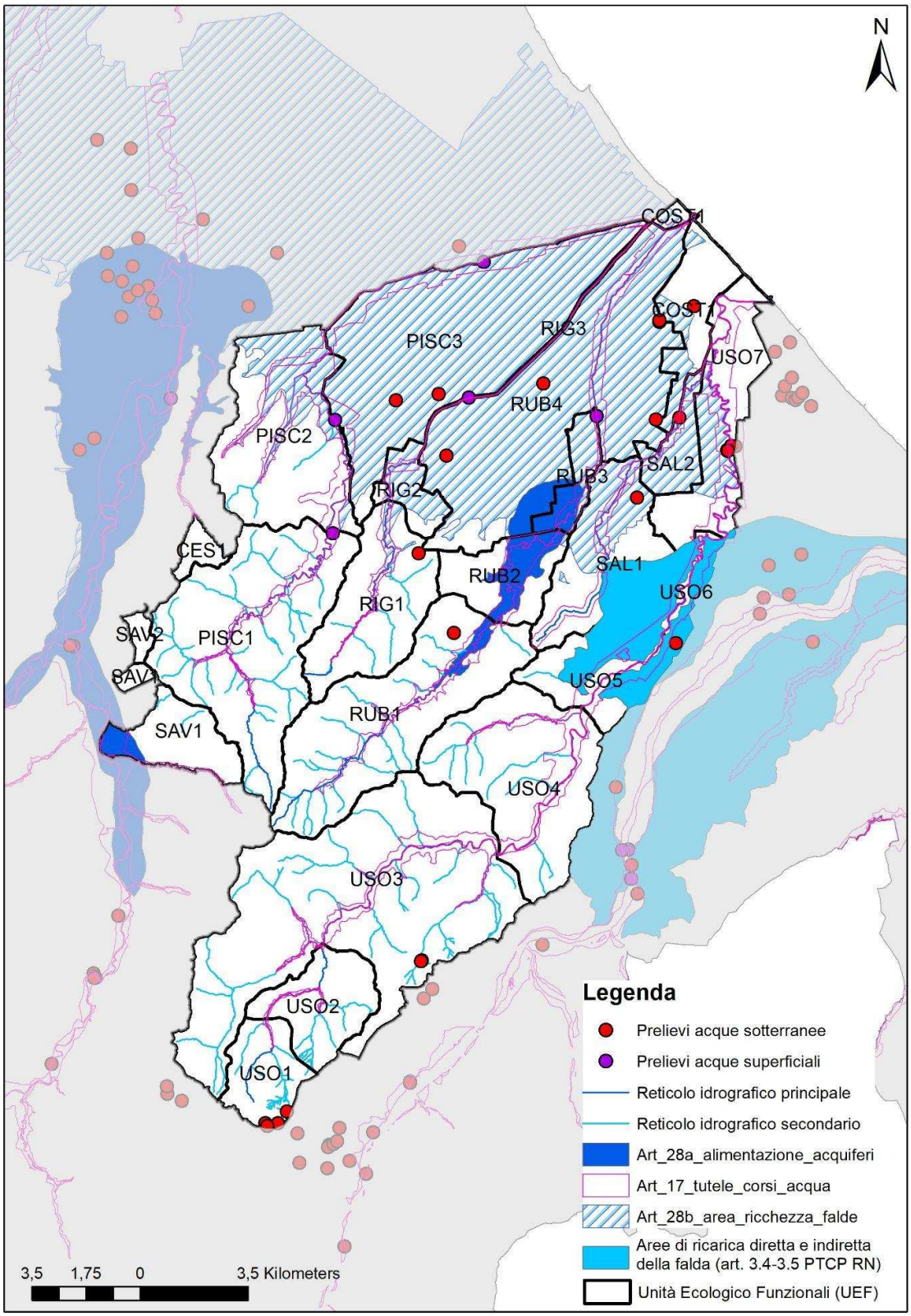


Figura 6 - Zone di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei e aree di prelievo.

Gli ecosistemi acquatici costituiscono elementi del paesaggio con molteplici funzioni all'interno del territorio di studio. Essi forniscono numerosi Servizi Ecosistemici classificati nelle tipologie di Fornitura, Regolazione/Supporto e Culturali in relazione alla funzione svolta. In particolare si elencano le tipologie di SE che vengono indagate nel QCD dal punto di vista qualitativo ovvero relativamente alla capacità delle diverse tipologie di uso del suolo nel fornire i SE e alcune delle quali anche dal punto di vista quantitativo in relazione al processo biofisico di riferimento (es. quantità di acqua stoccata, inquinanti assorbiti, etc). Essi forniscono alcuni dei seguenti Servizi Ecosistemici:

Fornitura: capacità di fornitura di acqua in relazione al bilancio idrologico.

Regolazione: regolazione del ciclo idrologico e capacità di immagazzinare acqua nella componente sotterranea e superficiale; funzione idraulica in funzione della presenza di fasce di pertinenza e delle loro caratteristiche vegetazionali, funzione di tutela della risorsa acqua in relazione alla capacità di depurazione nei confronti degli inquinanti derivanti dalle fonti puntuali e diffuse (es. azoto).

Culturali: il reticolo idrografico e soprattutto le aree umide costituiscono degli ambienti peculiari in termini di salvaguardia della biodiversità ma che possono essere adeguatamente valorizzati, nei limiti posti dalla conservazione degli habitat, per la loro fruizione anche educativa, ricreativa e turistica.

Tra i diversi SE legati agli ecosistemi acquatici, in particolare 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. La Figura 7(sx) descrive la capacità di infiltrazione (espressa da 0 a 1) intesa come potenziale della componente suolo nella regolazione dell'acqua piovana (progetto SOS4LIFE regione Emilia Romagna, 2020). Questo fattore, sviluppato solo per la porzione di pianura, concorre insieme ad altri fattori legati alla copertura del suolo, alla pendenza e alla cartografia degli acquiferi, a definire la capacità del territorio di fornire il SE di regolazione del regime idrologico (par. 6.1.2.) come sviluppato per le *"Linee Guida Linee Guida per un approccio ecosistemico alla pianificazione- Mappatura e Valutazione dei Servizi Ecosistemici"* prodotte da CREN per la Regione Emilia Romagna. Le aree maggiormente significative per l'infiltrazione di acqua da parte del suolo sono sia le porzioni costiere (valori tra 0,8 e 1) che quelle contenute all'interno dei sottobacini del fiume Uso (USO 4 e 5) nei comuni di Borghi e Poggio Torriana, in Rio Salto presso Santarcangelo di Romagna e Savignano sul Rubicone, nei sottobacini del fiume Rubicone nella porzione dei comuni di Longiano e Savignano (RUB2) e torrente Rigossa presso i comuni di Gatteo e Gambettola (RIG3), oltreché il torrente Pisciatello nella porzione del comune di Cesenatico (PISC3). La Figura 8 (dx) descrive invece il potenziale del suolo nell'immagazzinamento di acqua come riserva idrica, considerando

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

il contenuto volumetrico di acqua alla capacità di campo (progetto SOS4LIFE regione Emilia Romagna, 2020). Le aree potenzialmente più significative (valori > di 0,6) come aree di accumulo e riserva dell'acqua sono all'interno dei sottobacini del fiume Rubicone (RUB4 e parte di RUB3), sottobacino COST1 nella porzione del comune di Bellaria Igea-Marina, RIG2 nel comune di Longiano e per il sottobacino del torrente Pisciatello (PISC3) nelle porzioni dei comuni di Cesena e Cesenatico.

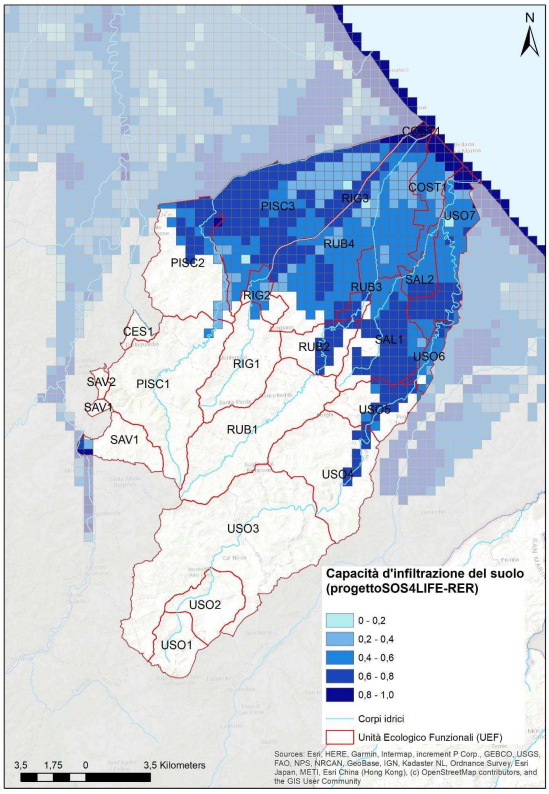


Figura 7 - Capacità di infiltrazione dei suoli (da progetto SOS4LIFE, RER 2020).

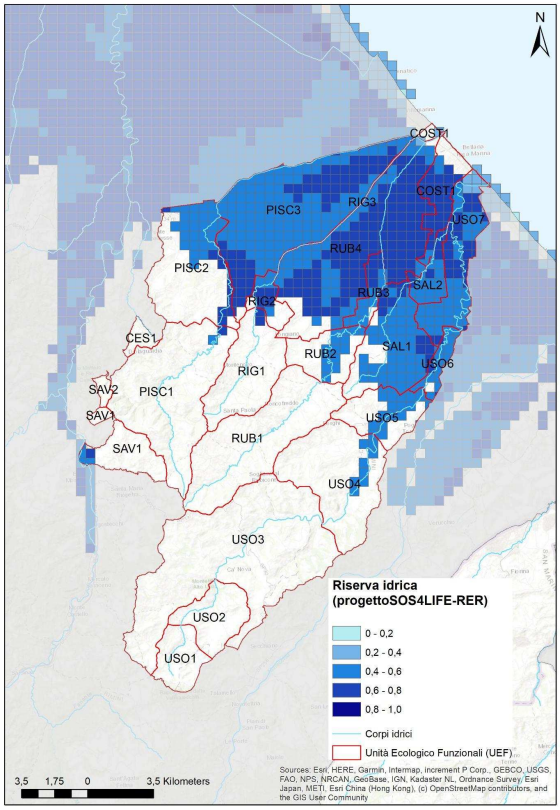


Figura 8 - Potenziale di immagazzinamento dell'acqua (dx) (da progetto SOS4LIFE, RER 2020).

4.1.1. La quantità e la qualità dell'acqua

Il Piano di Gestione delle acque è lo strumento che classifica lo stato ambientale dei corpi idrici, superficiali e sotterranei, naturali e artificiali (AWB: Artificial Water Bodies o HMWB: Highly Modified Water Bodies). Per i **corpi idrici superficiali** il PdG definisce e monitora uno **stato chimico e uno stato ecologico,** mentre per i **corpi idrici sotterranei**, suddivisi per tipologia di acquifero, definisce e monitora uno **stato chimico e uno stato quantitativo**. Gli stati sono codificati essenzialmente in 2 categorie: buono e non buono, mentre per lo stato ecologico

vengono utilizzati anche giudizi intermedi - elevato, scarso, sufficiente, cattivo - capaci di esprimere il livello di scostamento dallo stato di buono. Lo stato ecologico valuta gli ecosistemi acquatici attraverso la lettura di diversi fattori biologici, idrogeomorfologici e fisico-chimici. Lo stato chimico costituisce una sintesi di diversi parametri di misura ed è valutato non buono al superamento di uno o più di tali parametri. Lo stato quantitativo descrive gli andamenti della superficie piezometrica, considerati non buoni quando evidenziano un trend di diminuzione.

4.1.1.1. La qualità delle acque superficiali

Da analisi ARPAE e della Regione Emilia Romagna (RER), relative al trend degli anni 2014-2019 (ARPAE e RER, 2020a) si evince che per lo **stato ecologico delle acque superficiali** (Figura 9) i giudizi buono sono relativi solo alle porzioni alto collinari del torrente Pisciatello (PISC1) e del fiume Uso (USO3 e USO4) mentre i tratti di pianura sono caratterizzati da giudizio scarso (PISC2, RUB4, USO5) o sufficienti (USO1, USO2, USO6 e USO7); viene classificato come non buono tutto il fiume Rubicone e il torrente Rigossa. I tratti di pianura inoltre, sono tutti definiti come HMWB ovvero corpi idrici fortemente modificati le cui strutture e le naturali dinamiche fluviali sono in parte alterate. Questo è reso evidente anche dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM), che esprime la valutazione della funzionalità fluviale del corso d'acqua dal punto di vista geomorfologico e che per i tratti di pianura (soprattutto i tratti HMWB) riporta giudizi scadenti la cui funzionalità fluviale migliora spostandosi nei tratti collinari e alto collinari (Figura 10).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

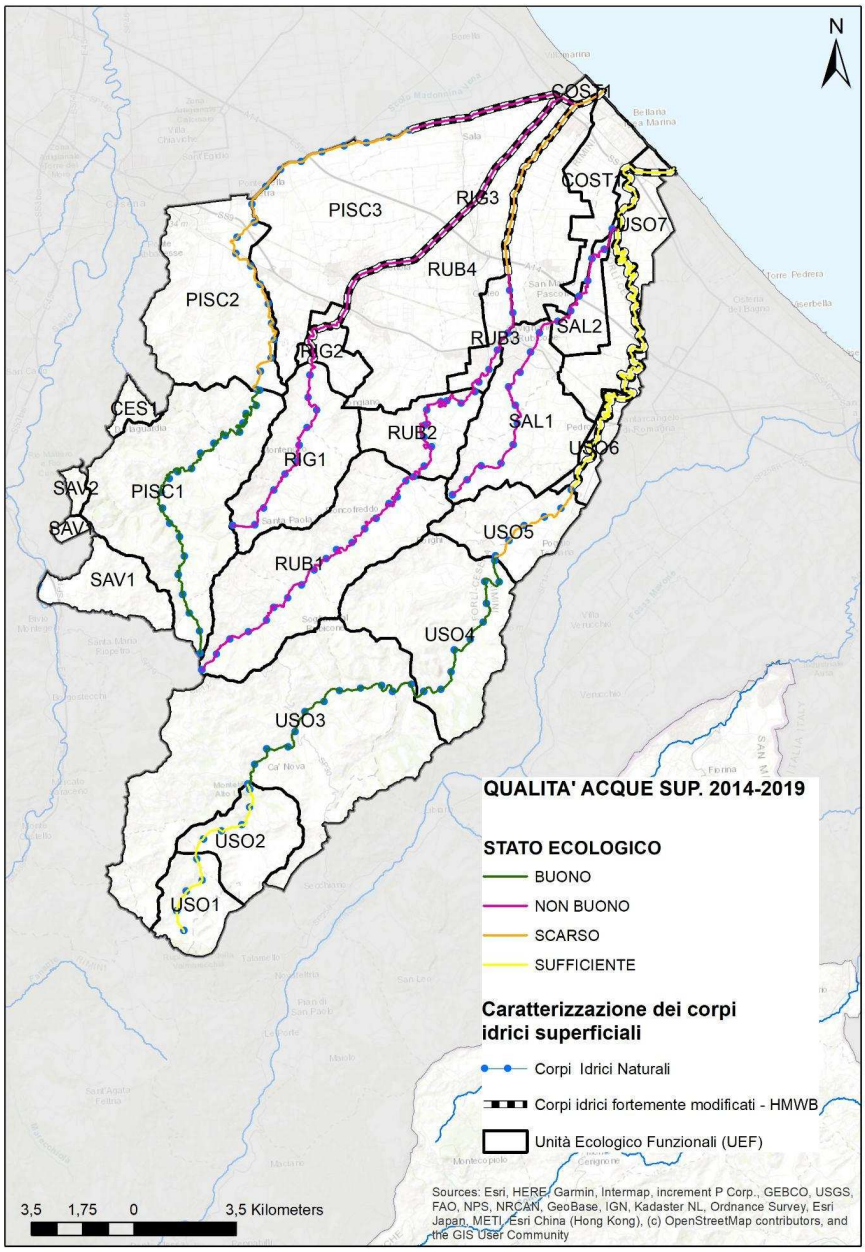


Figura 9 - Stato ecologico dei corpi idrici superficiali e loro caratterizzazione -trend 2014-2019 (ARPAE e RER, 2020a).

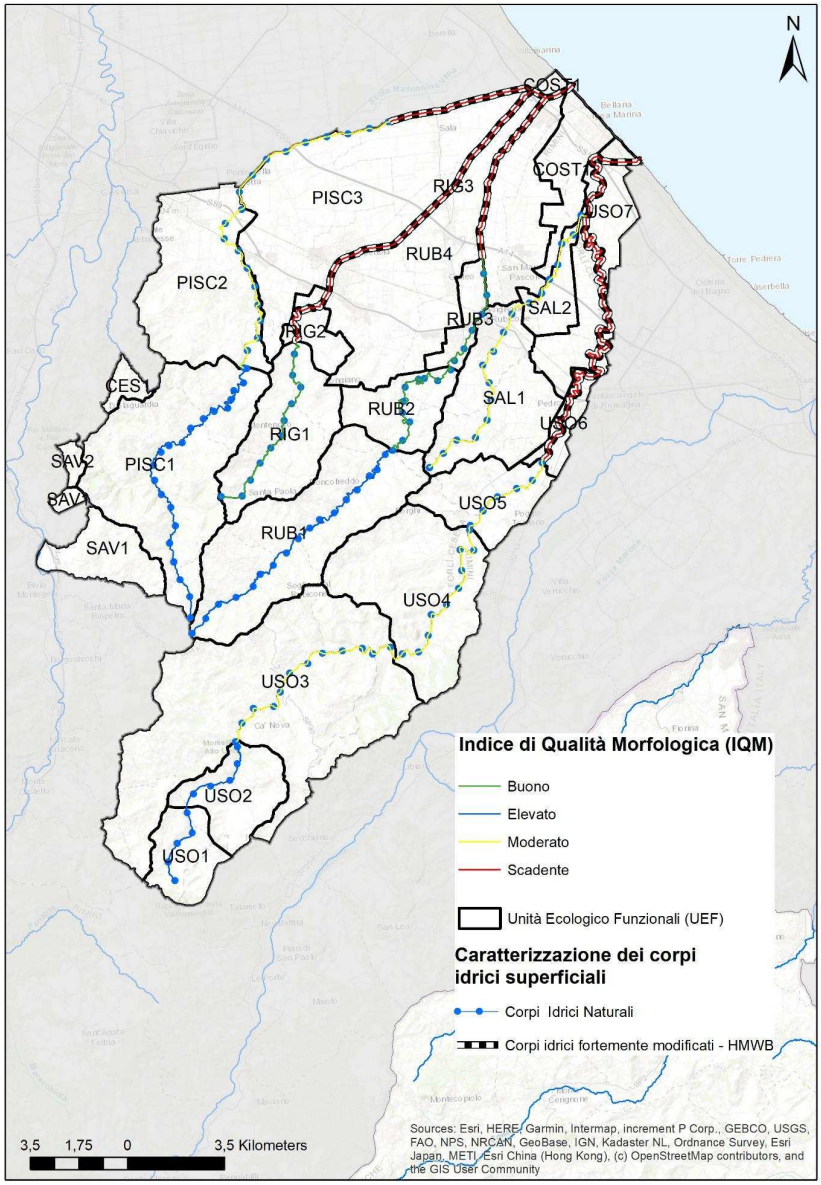


Figura 10 - Indice di Qualità Morfologica 2019 (ARPAE e RER, 2020a).

Per quanto riguarda lo **stato chimico** (2014-2019) tutti i tratti relativi all'area di studio mostrano un giudizio buono, non risultando quindi particolari elementi critici legati a specifici inquinanti.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

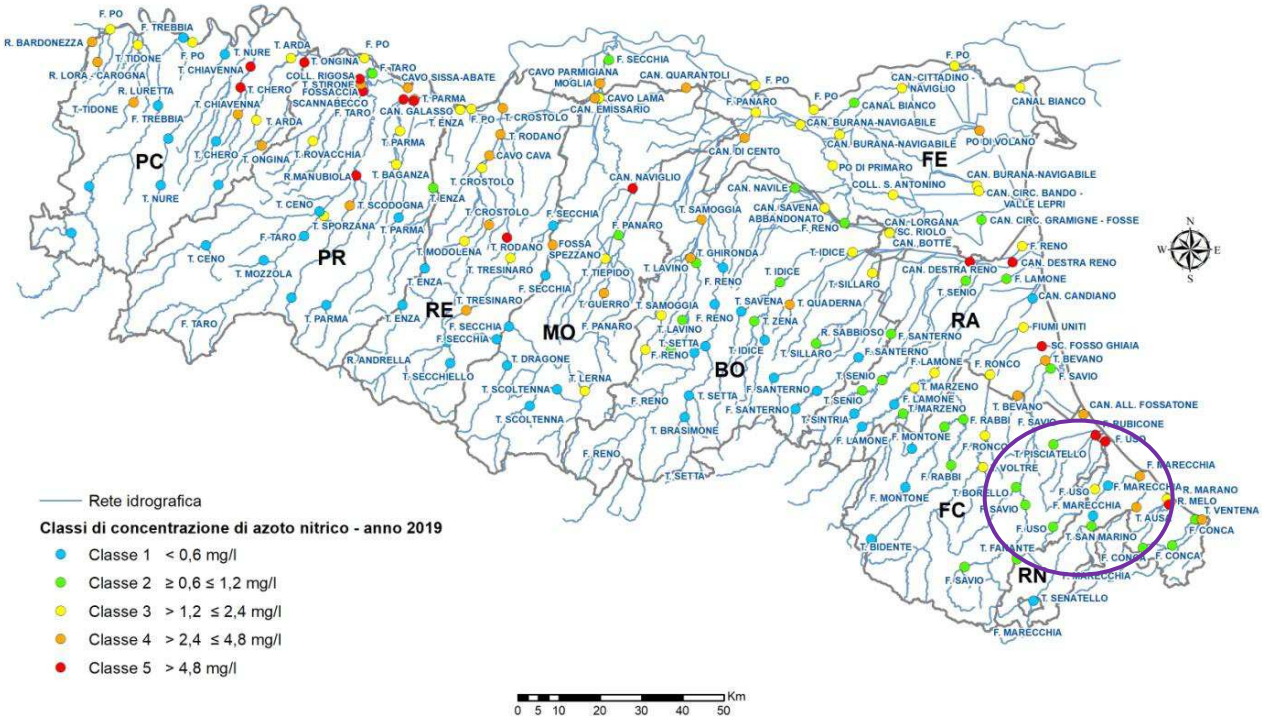
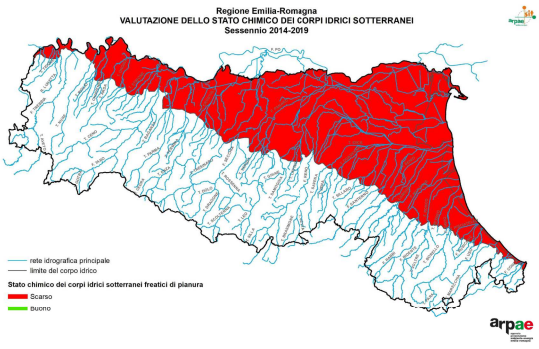


Figura 11 - Classi di concentrazione di azoto nitrico nell'area di studio (cerchio viola).

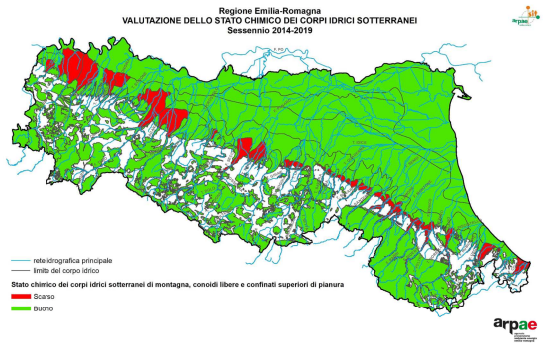
Considerazione a parte merita il tema dei nutrienti tra cui i nitrati che rappresentano un importante indicatore di qualità delle acque superficiali per il ruolo svolto nei processi eutrofici. Le principali fonti di azoto nitrico sono costituite dall'utilizzo agricolo di fertilizzanti minerali, dallo spandimento di effluenti zootecnici e fanghi di depurazione e in misura minore dai reflui urbani. Nell'area di studio si riscontrano ancora criticità valutate nelle aree di chiusura dei bacini Rubicone e Uso con valori sopra i 2,4 mg/L (classi scarso e cattivo). Per il fiume Rubicone anche l'indicatore relativo alla concentrazione di fosforo totale risulta in classe 5 (cattivo con valori > 0,40mg/L) mentre risulta in classe buono per il fiume Uso.

4.1.1.2. La qualità delle acque sotterranee

Lo **stato chimico** associato alle **acque sotterranee** risulta invece non buono per i corpi idrici freatici di pianura a causa della presenza di nitrati, cloruri, e altri inquinanti e buono per i corpi idrici montani, conoidi libere e confinati inferiori e superiori di pianura.



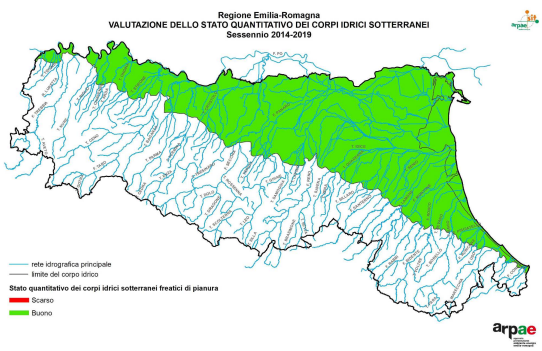
Valutazione Stato chimico dei corpi idrici freatici di pianura (2014-2019)



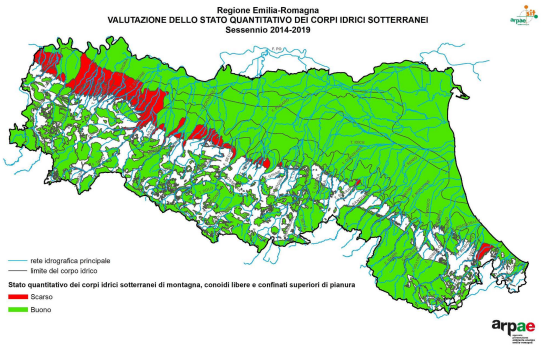
Valutazione Stato chimico dei corpi idrici montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014-2019)

Figura 12 - Stato chimico per le acque sotterranee.

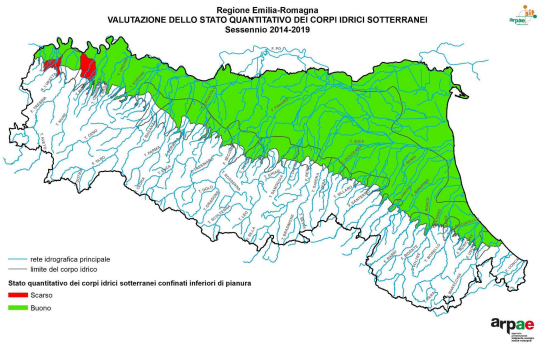
La concentrazione di nitrati è uno dei principali parametri per individuare le acque sotterranee maggiormente compromesse dal punto di vista qualitativo per cause antropiche sia di tipo diffuso, come l'uso di fertilizzanti azotati in agricoltura o lo spandimento di reflui zootecnici, sia di tipo puntuale, come le potenziali perdite da reti fognarie, ma anche gli scarichi puntuali di reflui urbani e industriali. I nitrati sono infatti ioni molto solubili, difficilmente immobilizzabili dal terreno, che percolano facilmente nel suolo raggiungendo gli acquiferi, in particolare quelli non confinati. Il limite nazionale sulla presenza di nitrati nelle acque sotterranee è pari a 50 mg/l, stabilito dal D. Lgs. 30/09 di recepimento della Direttiva europea 2006/118/CE. Il limite di 50 mg/l coincide con il limite delle acque destinate al consumo umano (D. Lgs. 31/01) (da ARPAE e RER, 2020(b)). Nell'area di studio solo le acque sotterranee associate ai corpi idrici freatici di pianura presentano per il fiume Rubicone valori al di sopra dei limiti nel 2019 ma in peggioramento dal 2016 quando i valori erano al di sotto di 25mg/L, mentre per gli altri tipi di corpi idrici i valori sono tutti al di sotto di 10mg/L. Da analisi ARPAE e RER relative al periodo 2014-2019 (ARPAE e RER, 2020b) **lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei** (SQUAS) risulta sempre buono per tutte le tipologie di corpi idrici distribuiti nell'area di studio (acquiferi montani e fondovalle, acquifero freatico di pianura, conoidi alluvionali appenniniche - acquifero libero, acquiferi confinati superiori e acquiferi confinati inferiori).



Valutazione SQUAS dei corpi idrici freatici di pianura (2014-2019)



Valutazione SQUAS dei corpi idrici montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura (2014-2019)



Valutazione SQUAS dei corpi idrici confinati inferiori di pianura (2014-2019)

Figura 13 - Valutazione dello stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei (2014-2019) (ARPAE e RER, 2020b).

Questo aspetto è andato migliorando rispetto al periodo precedente (2010-2013) evidenziando sempre di più una presa di consapevolezza della necessità di salvaguardare la risorsa idrica anche alla luce delle proiezioni climatiche espresse negli scenari 2021-2050 redatti dall'Osservatorio Clima di ARPAE e ART-ER nell'ambito della *Strategia regionale per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici* (ARPAE, RER e ART-ER, 2020). In particolare l'area di studio è associabile alle seguenti macroaree climatiche come definite da ARPAE ognuna delle quali è caratterizzata da un trend di variazione di temperatura e precipitazioni nello scenario 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento (1960-1990) (Tabella 5).

Tabella 5 - Trend di variazione di temperatura e precipitazioni nelle macroaree climatiche nello scenario 2021-2050 rispetto a 1960-1990.

Macroarea climatica	Comuni AdS	Trend temperatura	Trend

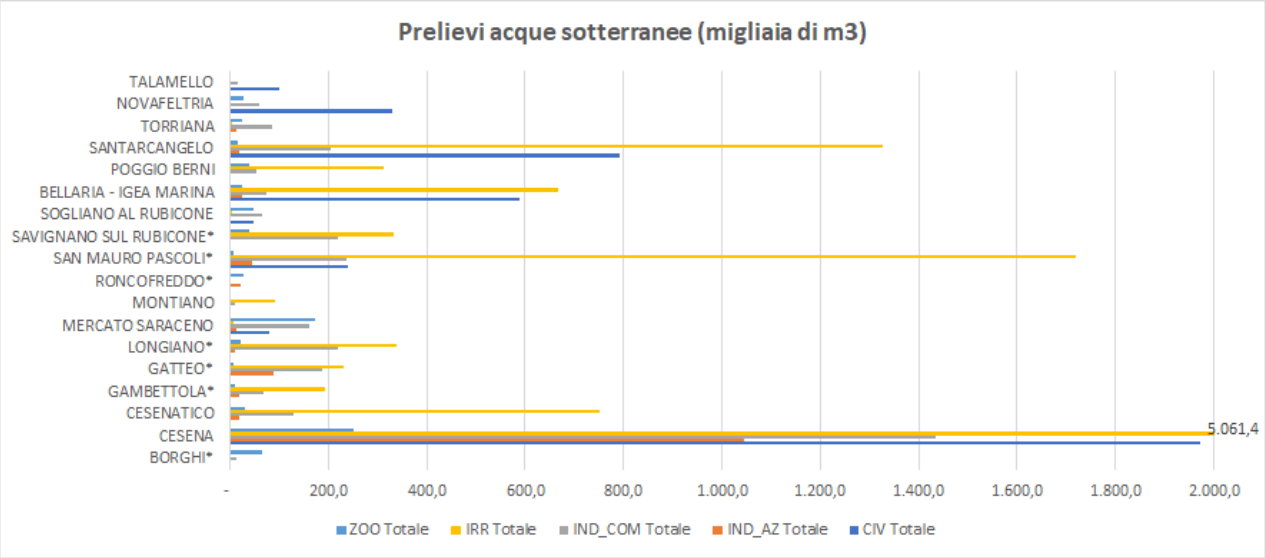
		media annua	precipitazioni medie annue
Costa sud	Savignano sul Rubicone, Gatteo, San Mauro Pascoli, Cesenatico, Bellaria Igea-Marina,	+1,5 °C	-10 mm
Pianura ESt	Roncofreddo, Borghi, Savignano sul Rubicone, Gatteo, Longiano, San Mauro Pascoli, Gambettola, Montiano, Cesenatico, Poggio Torriana, Santarcangelo di Romagna	+1,6 °C	-60 mm
Collina est	Roncofreddo, Borghi, Sogliano sul Rubicone, Mercato Saraceno, Poggio Torriana, Talamello	+1,7 °C	-90 mm
Area Urbana di Cesena	Cesena	+1,8 °C	-80 mm

Facendo una media dei valori di variazione associati ai trend e considerando che la maggior parte dell'Area di Studio si sviluppa nella porzione pianura est è possibile ipotizzare una aumento di Temperatura annua media di +1.6 °C e una diminuzione di 60 mm annui di precipitazioni che per l'area di studio corrispondono ad un deficit idrico di 0,7Mm3/annui da recuperare attraverso l'aumento della funzionalità ecologica degli ecosistemi che hanno capacità di ritenzione idrica e di gestione conservativa del ciclo dell'acqua.

4.1.2. I Prelievi di acqua

I grafici di Figura 14 e la Tabella 6 descrivono i quantitativi di risorsa associati ai prelievi superficiali e sotterranei (rif. anni 2016-2019) nei comuni ricompresi del tutto o in parte nelle aree di studio; in particolare i maggiori prelievi sono associati alle acque sotterranee prevalentemente per gli usi irrigui escluso la componente relativa al CER quale fonte di approvvigionamento esterno; da notare inoltre che la maggior parte dei volumi per prelievi ad uso civile/potabile avviene da acque superficiali ma da fonti esterne all'area di studio (Ridracoli) che qui non vengono computate (il cui contributo in termini quantitativi è stato richiesto presso ATERSIR).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400



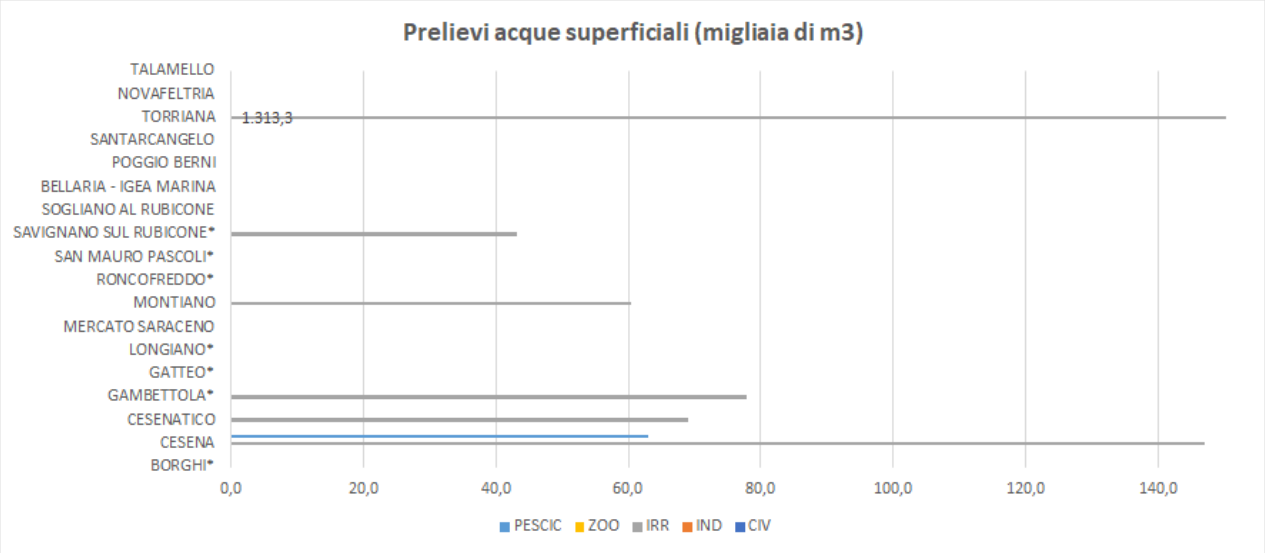


Figura 14 - Quantitativi di risorsa associati ai prelievi superficiali e sotterranei (in migliaia di m3) nei comuni ricompresi nelle aree di studio (comuni Unione Rubicone Mare) (rif. anni 2016-2019).*

Tabella 6 - Somma dei quantitativi di risorsa associati ai prelievi superficiali e sotterranei (in migliaia di m3) nei comuni ricompresi nelle aree di studio (rif. anni 2016-2019).

Prelievi (migliaia di m3)	Civile	Industriale	Irriguo	Zootecnico	Pescicoltura	Totale	Irriguo CER
Acque sotterranee	4.150	4.567	11.045	814	0	20.576	0
Acque superficiali	0	0	1.711	0	63	1.774	18.967

La tabella 6bis mostra invece i dati di acqua consegnata da Romagna acque a HERA gestore delle reti locali dove però non è possibile distinguere Ridracoli dalle fonti locali, perchè l'adduzione avviene in modo variabile nel tempo, a seconda della disponibilità di acqua.

Tabella 6bis- acqua consegnata da Romagna Acque a HERA (m3) nei comuni ricompresi nelle aree di studio (rif. anni 2019-2021).

	2019	2020	2021
BORGHI*	283.892	268.361	261.992
CESENA	9.478.149	9.190.512	9.414.958
CESENATICO	2.993.214	2.723.554	3.098.369
GAMBETTOLA*	773.722	661.377	733.669
LONGIANO*	1.030.302	1.110.217	1.139.123
MERCATO SARACENO	467.211	381.265	426.865
SAN MAURO PASCOLI*	1.789.361	1.649.459	1.645.457
SAVIGNANO SUL RUBICONE*	789.501	618.048	696.606
SOGLIANO AL RUBICONE	570.006	504.209	508.506
BELLARIA - IGEA MARINA	2.502.900	2.332.818	2.327.329
POGGIO BERNI	428.799	466.537	429.374
SANTARCANGELO	1.978.014	1.863.569	1.788.706

4.1.3. Elementi di qualità e resilienza - criticità e vulnerabilità

La tabella seguente indica i principali elementi di criticità/qualità e resilienze/vulnerabilità come emersi dall'analisi delle caratteristiche degli ecosistemi acquatici sulla base della proposta ai fini dell'analisi diagnostica contenuta nell'Atto di indirizzo e coordinamento (delibera n. 731 del 25/06/2020) della L.R. 24/17 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio".

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Degrado/criticità come punti di debolezza	Qualità come punti di forza	Fattori di resilienza come opportunità	Fattori di vulnerabilità come minacce
-Artificializzazione dei corpi idrici; porzioni di pianura dei principali corsi idrici artificializzati (IQM scadente nei tratti di pianura) -Qualità delle acque -non buono stato ecologico delle acque superficiali (aree di pianura) -non buono stato chimico acque sotterranee per corpi idrici freatici di pianura -elevata presenza di nitrati nelle acque sotterranee (fiume Rubicone) -presenza di nutrienti (nitrati e fosfati) nelle acque superficiali (Uso e Rubicone)	Quantità delle acque -buono stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei Qualità delle acque -buono stato ecologico delle acque superficiali (aree collinari) -buono stato chimico delle acque superficiali -buono stato chimico acque sotterranee per corpi idrici montani, conoidi libere e confinati superiori di pianura -bassa/nulla presenza di nitrati nelle acque sotterranee (tutto reticolo idrografico tranne Rubicone) -pianura importante zona di ricchezza falda	-presenza di numerose aree umide e maceri -presenza di ampie porzioni di aree definite per ricchezza falde e di alimentazione degli acquiferi (art.28 PTCP) - possibilità di utilizzo del reticolo idrografico con finalità multiple (drenaggio/stoccaggio)	- cambiamenti climatici: aumento della temperatura e Deficit idrico pari a 0,7 Milioni di m3/anno per area di studio (proiezioni climatiche 2021-2050, RER). - sistema idraulico monofunzionale

4.2. Ecosistemi terricoli e urbani

Le componenti naturali e paranaturali dell'area di studio sono costituite da tutti gli elementi forestali e dalla vegetazione arbustiva ed erbacea caratterizzanti il territorio. Questi elementi vengono estrapolati dalla Carta del Sistema Ambientale che a sua volta è composta da diversi elementi (es. uso del suolo, carta forestale, elementi lineari, etc) con un approfondimento circa la caratterizzazione del verde urbano condotto dall'Ufficio di Piano che rappresenta elementi legati al verde non cartografati alla scala della Carta di Uso del Suolo perché di dimensioni più piccole dell'area minima cartografabile (per i dettagli si veda paragrafo 4.2.).

In particolare gli elementi naturali e paranaturali caratterizzano gli ecosistemi terricoli e gli ecosistemi urbani (Wentworth, 2017) sviluppando numerosi Servizi Ecosistemici (Figura 15).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

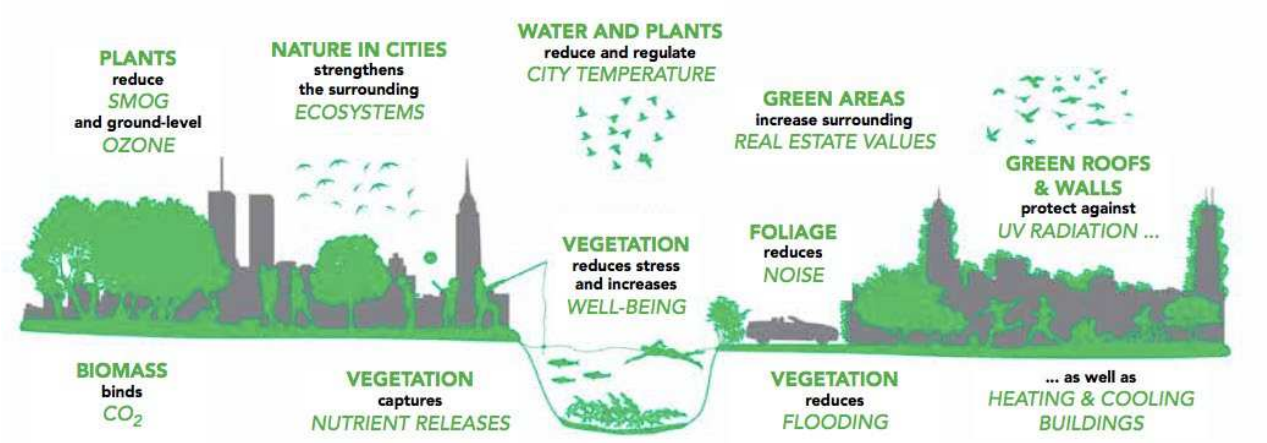


Figura 15 - Alcuni dei Servizi Ecosistemici prodotti dalla vegetazione in contesti urbani (da Urban ecosystem services - C/O City (cocity.se)).

Queste componenti del paesaggio costituiscono circa il **27%** dell'AdS, Figura 16 e la Tabella 7 rappresentano la distribuzione delle diverse tipologie di vegetazione naturale e paranaturale presenti nel territorio come ricavate dalla Carta del Sistema Ambientale. Le *superfici forestali* come derivanti dalla cartografia di uso del suolo sono costituite da circa 5101 ha (ca. l'52% dell'intera superficie di tutte le componenti naturali e paranaturali, ca. **14%** dell'intera AdS): la predominanza è per i boschi di latifoglie con le maggiori superfici per i *boschi di querce, carpini e castagni* (40% rispetto alle componenti naturali e paranaturali, ca. 11% dell'intera AdS) e i *boschi misti di conifere e latifoglie* (oltre l'8% delle componenti naturali e paranaturali) che si ritrovano prevalentemente nella parte sud-orientale dell'AdS, più precisamente nelle UEF RUB1 e USO3 e USO4.

Si evidenziano inoltre anche le superfici a *vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione* che rappresentano il 28% sul totale delle componenti naturali e paranaturali e ca. l'**8%** del territorio dell'AdS; a queste si aggiungono le componenti delle classi *alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante* e *alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa* che sommate sono ca. 4% rispetto alle altre classi di componenti naturali e paranaturali. Le superfici a prato rappresentano quasi il 10% della componente naturale e paranaturale e sono rinvenibili soprattutto nelle UEF dell'alto Uso e Pisciatello (PISC1), e sono il **2,4%** del territorio dell'AdS.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Tabella 7 - Tipologie di componenti naturali e paranaturali nell'Area di Studio (% sul totale delle componenti, e % di superficie occupata nell'AdS).

tipo di coltura	superficie (ha)	superficie su totale componenti (%)	superficie su AdS (%)
Altre colture da legno	169.7	1.7%	0.5%
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	181.3	1.9%	0.5%
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	228.0	2.3%	0.6%
area verde prato	38.0	0.4%	0.1%
area verde prato+alberature	59.9	0.6%	0.2%
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	35.5	0.4%	0.1%
Aree con vegetazione rada di altro tipo	34.7	0.4%	0.1%
Aree verdi associate alla viabilità	43.8	0.4%	0.1%
Boscaglie ruderali	38.1	0.4%	0.1%
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	3909.2	40.0%	10.7%
Boschi a prevalenza di salici e pioppi	14.6	0.1%	0.0%
Boschi di conifere	38.6	0.4%	0.1%
Boschi misti di conifere e latifoglie	838.0	8.6%	2.3%
Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini	6.8	0.1%	0.0%
Castagneti da frutto	8.0	0.1%	0.0%
Filari alberati	70.0	0.7%	0.2%
Parchi	55.7	0.6%	0.2%
piazza con aiuole inerbite/alberate	0.6	0.0%	0.0%
Pioppeti colturali	17.2	0.2%	0.0%
Prati	889.6	9.1%	2.4%
Rimboschimenti recenti	245.9	2.5%	0.7%
sieni	42.5	0.4%	0.1%
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	2774.1	28.4%	7.6%
verde storico bosco	10.1	0.1%	0.0%
Vivai	29.3	0.3%	0.1%
totale	9.779.3	100%	26.7%

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

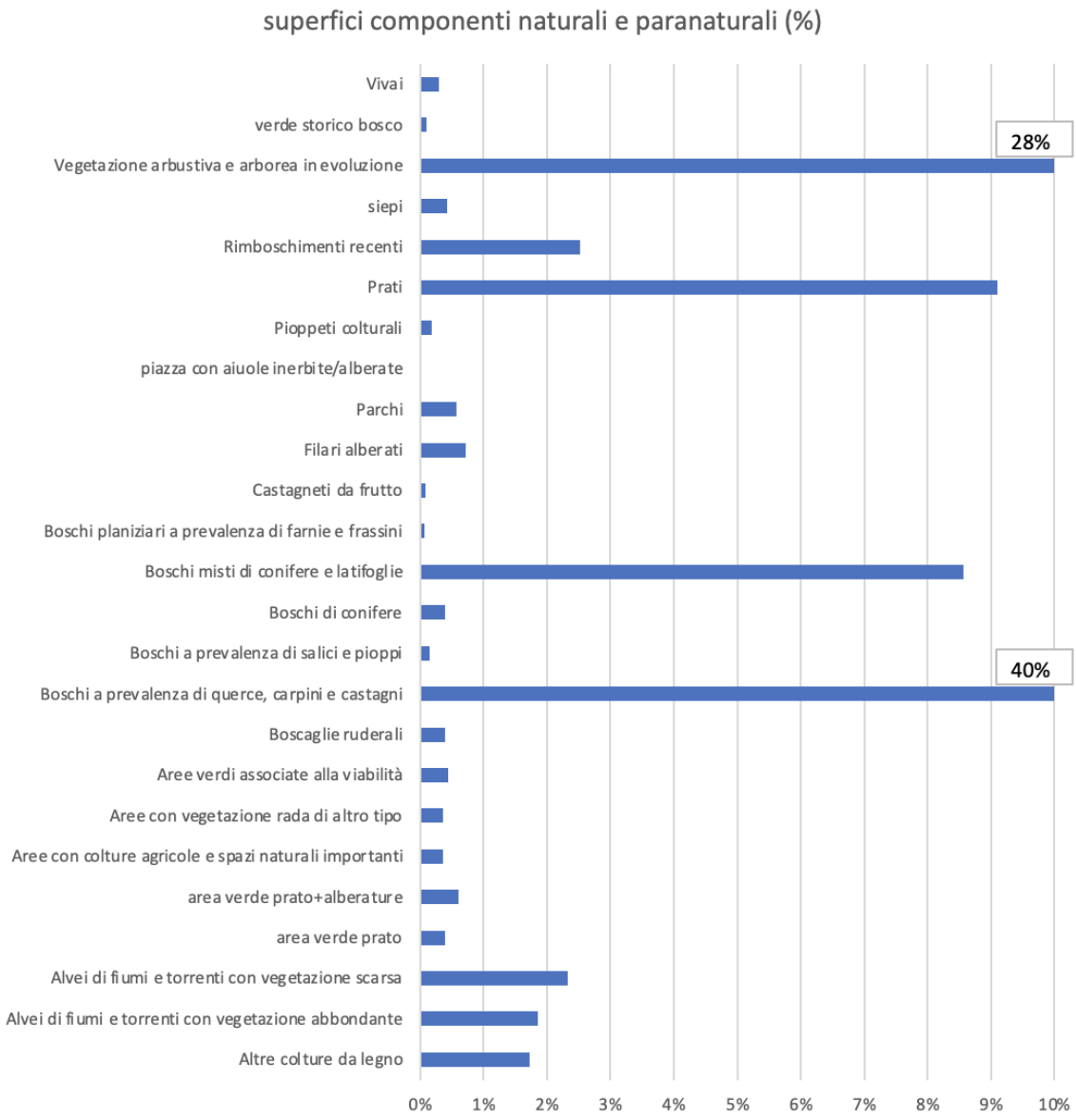


Figura 16 - Superfici delle tipologie di componenti naturali e paranaturali (% rispetto al totale delle componenti).

Le UEF con le maggiori percentuali di componenti naturali e paranaturali del paesaggio rispetto alla propria estensione (più del 50% della superficie complessiva) sono SAV2 (79%), CES1 (68%), USO3 (59%), SAV1 (56%), PISC1 (55%); le minori superfici sono attribuite a RIG3 (1%), RIG2 e PISC3 (2%).

Risulta interessante come nelle UEF più a monte del bacino del fiume Uso (Tabella 7 e Figura 16) vi sia una forte presenza costante di *vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione* e *boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni*, mentre nelle UEF dello stesso bacino più verso la costa aumentano le superfici relative alle classi di *alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante* e *alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa*: da notare che come descritto nel paragrafo

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

relativo agli ecosistemi acquatici, nelle aree di pianura gli elementi funzionali ad essi (vegetazione ripariale) sono in parte perduti o compromessi e gli alvei risultano spesso artificializzati (USO6 e USO7, RIG2 e RIG3, RUB4). Andamento simile si rileva anche per alcune UEF dei fiumi Rubicone (RU3 e RUB4) e Rigossa (RIG3).

Nelle UEF più a monte del fiume Uso si mantengono elevate caratteristiche di naturalità anche grazie alla presenza di una forte diversità geomorfologica e vegetazionale; sono presenti habitat (14) di interesse comunitario (5 prioritari), tra i quali tre boschivi e due arbustivi, quattro di prateria anche rupestre e due di ripa (vedi cap 4.4.). Inoltre con la presenza di vegetazione perifluviale e boschi a prevalenza di salici e pioppi rappresenta la porzione di territorio che non solo mantiene elevate caratteristiche di naturalità ma rappresenta anche un elemento peculiare per il mantenimento di alcuni servizi ecosistemici (es. assorbimento CO2, regolazione del regime idrogeologico, protezione dall'erosione, etc).

Tra le tipologie di verde lineare, emergono per l'area di studio le tipologie *filari alberati* e *siepi* rispettivamente con 70 ha e 43 ha di estensione: le UEF in cui i filari alberati occupano maggior superficie assoluta sono PISC3 e RUB4 (13 ha), SAL1 (8 ha); mentre le siepi prevalgono in PISC2 (17 ha), RUB4 (6 ha) (vedi Tabella 7). In termini percentuali, e quindi rispetto alla superficie totale delle UEF, risultano ben dotate di filari alberati COST1, PISC3, RIG2, RUB4, SAL1 e SAL2; per le siepi invece si distingue RIG2 (vedi Figura 17). Questi elementi, pur rappresentando piccole superfici rappresentano potenziali elementi, la cui realizzazione va incentivata, per favorire le connessioni ecologiche soprattutto nei territori di pianura a vocazione agricola intensiva e dove c'è scarsa presenza di altre componenti naturali e paranaturali.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

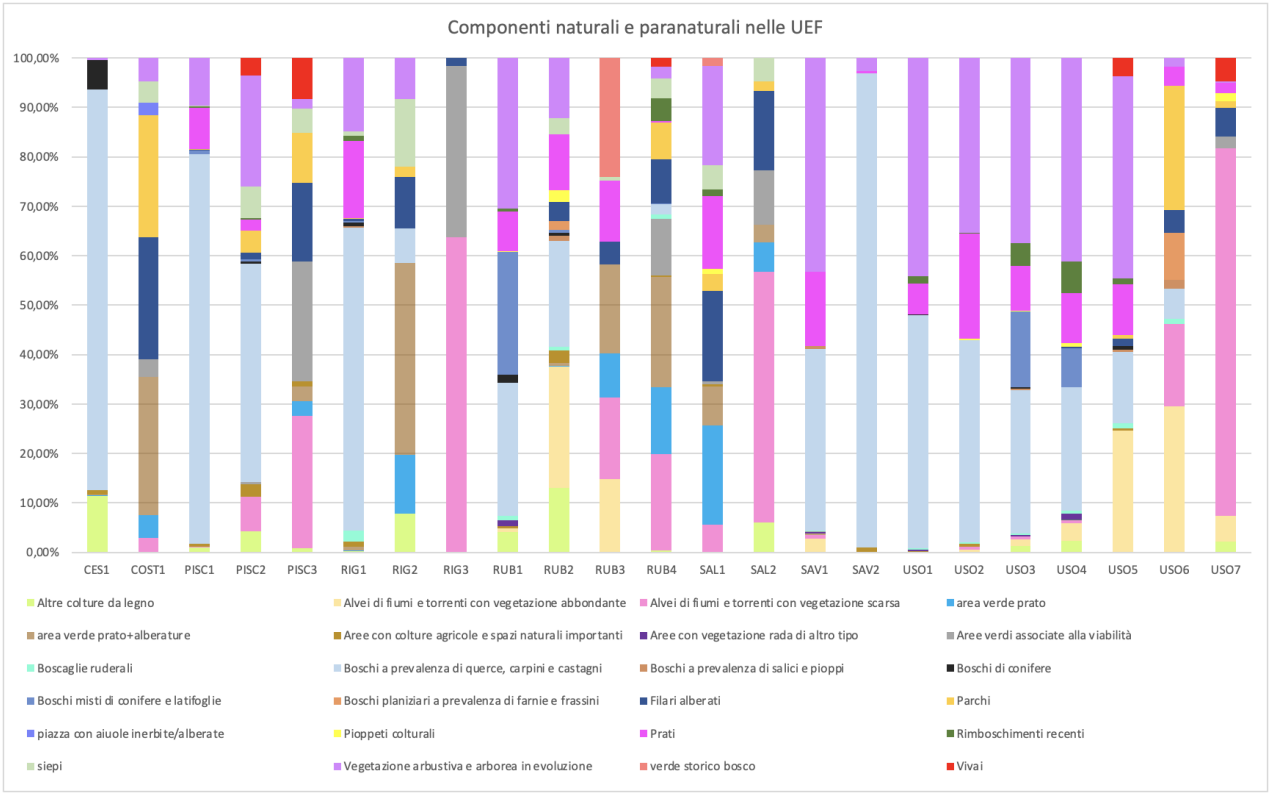


Figura 17 - Distribuzione delle diverse tipologie di componenti naturali e paranaturali del paesaggio nelle diverse Unità Ecologico Funzionali.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Tabella 8 - Distribuzione in ettari delle diverse tipologie di componenti naturali e paranaturali del paesaggio nelle diverse Unità ecologico Funzionali.

tipologia	CES 1	COS T1	PIS C1	PIS C2	PIS C3	RIG 1	RIG 2	RIG 3	RUB 1	RUB 2	RUB 3	RUB 4	SAL 1	SAL 2	SAV 1	SAV 2	USO 1	USO 2	USO 3	USO 4	USO 5	USO 6	USO 7	Tot.
Altre colture da legno	14,1		17,7	11,6	0,6	0,7	0,7		40,1	11,5		0,6		1,2	0,4		0,2		42,6	24,7			2,8	169,7
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante									6,9	21,6	5,8				12,3			1,8	42,2	38,3	29,6	16,1	6,7	181,3
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa		0,6	2,7	19,4	21,1			0,3			6,4	27,5	2,5	10,5	3,8			1,7	19,8	7,4		9,1	95,2	228,0
area verde prato	0,1	0,9			2,3	0,7	1,0			0,1	3,5	19,2	8,9	1,2						0,1				38,0
area verde prato+alberature	0,2	5,7	0,5		2,3	2,1	3,3		0,2	0,5	7,0	31,5	3,5	0,7	1,4					0,8	0,1			59,9
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	1,1		11,1	6,9	0,9	3,2			3,2	2,3		0,6	0,2			0,8	0,5	2,1	2,1		0,5			35,5
Aree con vegetazione rada di altro tipo									12,0						1,7		1,3		6,7	13,1				34,7
Aree verdi associate alla viabilit√†		0,7		1,3	19,2			0,2				16,2	0,3	2,3	0,6								3,1	43,8
Boscaglie ruderali			1,5			6,2			8,7	0,6		1,3			0,6		0,8	0,7	9,5	6,2	1,3	0,6		38,1
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	100,1		1449,1	121,5		183,0	0,6		257,6	18,8		2,9			170,8	80,4	164,7	130,2	940,9	268,0	17,3	3,3		3909,2
Boschi a prevalenza di salici e pioppi						0,6				1,0					3,2				8,4		0,5	0,9		14,6
Boschi di conifere	7,4		2,1	1,1		2,3			15,8	0,4							0,1		8,5		0,9			38,6
Boschi misti di conifere e latifoglie			13,8	1,3		0,6			236,6	0,6		0,3				0,0			500,8	84,1				838,0
Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini										1,6												5,2		6,8
Filari alberati	0,0	5,0	1,9	3,5	12,5	1,6	0,9	0,0	0,2	3,4	1,8	12,7	8,1	3,3	0,0					3,5	1,8	2,5	7,4	70,0
Parchi		5,1	1,0	12,3	7,9	0,6	0,2				0,0	10,5	1,5	0,4							0,8	13,7	1,8	55,7

piazza con aiuole inerbite/alberate		0,5			0,1																			0,6
Pioppeti colturali									2,2	2,1			0,5					0,6	1,9	7,9			2,1	17,2
Prati	0,0		155,9	6,1		46,5			77,0	9,9	4,8	0,5	6,5		69,9	0,4	22,1	67,9	295,8	109,3	12,4	2,1	2,7	889,6
Rimboschimenti recenti			3,9	1,1		2,9			5,2			6,3	0,6				5,4	0,3	150,0	68,8	1,4			245,9
siepi		0,9	4,0	17,4	3,9	2,8	1,1		0,4	2,9	0,3	5,7	2,1	1,0										42,5
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	0,4	1,0	176,4	61,6	1,5	44,3	0,7		290,6	10,8		3,4	8,9		201,6	2,2	153,8	112,3	1212,4	441,6	49,1	0,9	0,5	2774,1
verde storico bosco											9,4	0,0	0,7											10,1
Vivai				9,9	6,5							2,5									4,5		6,0	29,3
totale	123,4	20,4	1841,5	274,9	78,7	298,0	8,4	0,5	956,8	88,0	39,0	141,7	44,3	20,7	466,2	83,8	348,9	317,6	3241,5	1073,9	120,3	54,5	128,1	9771,3

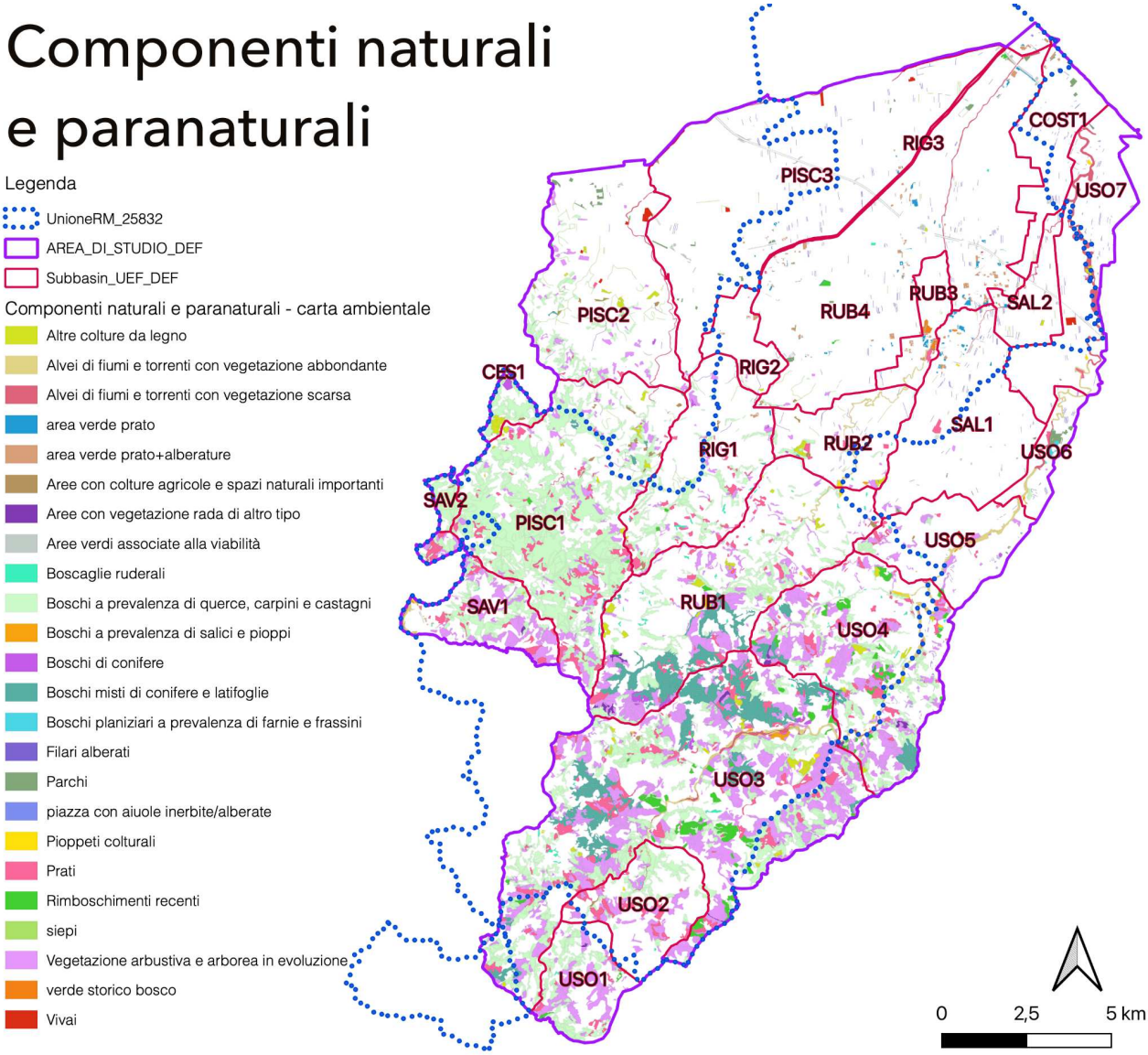


Figura 18 - Componenti naturali e paranaturali nelle UEF.

Per quanto riguarda il contesto urbano è stato effettuato un focus specifico sul verde urbano, che come visualizzabile in Figura 18, quando presente, si estende in tutte le categorie di uso del suolo appartenenti alla classe 1, ossia quella relativa alle *superfici artificiali*.

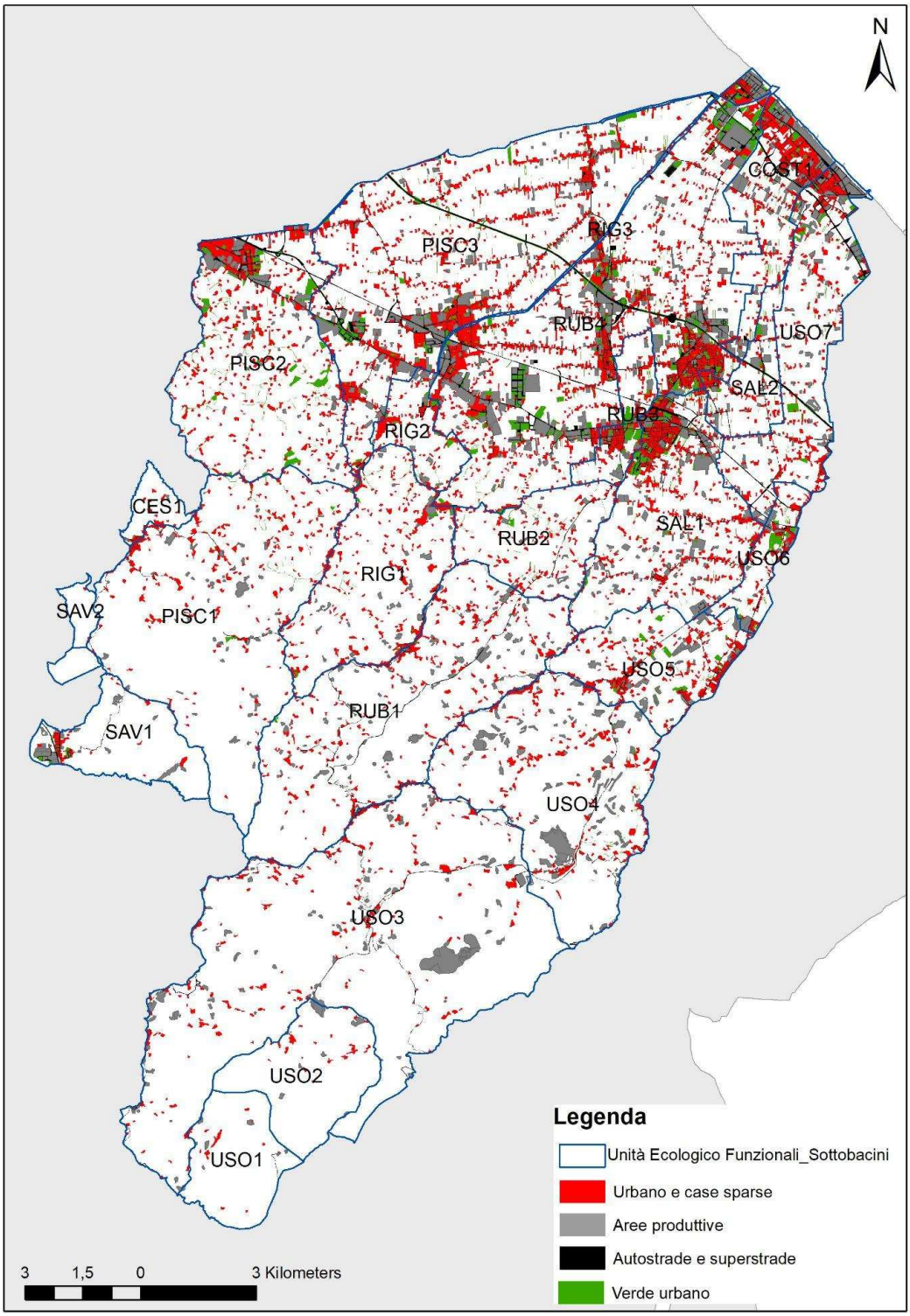


Figura 19 - Distribuzione del verde urbano rispetto alla componente urbana.

Questo focus è stato possibile anche grazie al lavoro dell'Ufficio di Piano per l'approfondimento relativo al verde urbano che riguarda le categorie riportate in Tabella 9.

Tabella 9 - Categorie di verde urbano cartografate dall'Ufficio di Piano (2021).

Categorie	Descrizione	Proprietà	Dotazioni ecologiche
verde storico	Aree tutelate a norma delle disposizioni del D. Lgs 42/2004 . Sono ricomprese in questa categoria: ville, parchi e giardini che hanno un interesse artistico o storico ivi compresi gli alberi monumentali.	privata	prato + alberature
verde attrezzato	Piccoli parchi e giardini di quartiere con giochi per bambini, aree cani, panchine, etc., destinate alla fruizione da parte dei cittadini.	pubblica	prato / prato + alberature
parchi urbani	Parchi e giardini urbani di grandi dimensioni (superiori a 5.000 m2) non vincolati ai sensi del D. Lgs 42/2004 e s.m.i. Sono aree con funzione ricreativa, ambientale e culturale.	pubblica	prato / prato + alberature
verde pubblico non attrezzato	aree verdi di proprietà pubblica (alberate e non), soggette a manutenzioni programmate e controllo, non attrezzate per usi specifici. In questa categoria ricadono: 1) le aree cedute in qualità di standard a verde pubblico ma prive dei requisiti di fruibilità pertanto manchevoli dei requisiti necessari ad essere classificate come verde attrezzato - (ex A24f) 2) le aree pubbliche che, pur avendo i requisiti di fruibilità, non sono state ancora attrezzate per usi pubblici.	pubblica	prato / prato + alberature
aree verdi di arredo urbano	spazi verdi residuali, inerbiti, realizzati in prossimità delle infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti. (spartitraffico, alberature stradali, rotonde, barriere verdi..**???**.)	pubblica	prato
giardini scolastici	Aree verdi di pertinenza delle scuole	pubblica	prato / prato + alberature
orti urbani	Piccoli appezzamenti di terra di proprietà comunale funzionali alla coltivazione di ortaggi per il consumo famigliare. Assegnati in comodato ai cittadini richiedenti.	pubblica	prato
aree sportive all'aperto	Aree all'aperto a servizio ludico ricreativo adibite a campi sportivi. Sono ricompresi i campi da calcetto, basket, tennis, ecc (sono inclusi anche i campetti sportivi parrocchiali).	pubblica/privata	prato
laminazione pubblica	aree verdi realizzate come bacini di laminazione a cielo aperto	pubblica	prato
aree verdi di pertinenza di strutture socio-assistenziali e sanitarie	aree verdi di pertinenza di strutture socio-assistenziali e socio sanitarie; rientrano fra queste: le strutture per anziani,per disabili, per bambini ed adolescenti, di pronta accoglienza…	pubblica/privata	prato/ prato + alberature
zone attrezzate a campeggio	aree appositamente attrezzate per il campeggio caratterizzate dalla presenza di zone verdi e piazzole alberate	privata	prato + alberature
verde cimiteriale		pubblica	prato
aree sgambamento cani	aree verdi, recintate.	pubblica	prato

Queste classi di verde urbano sono state integrate nella Carta del Sistema ambientale (vedi Tabella 9) incrociandole con le classi di uso del suolo e, controllando le casistiche tra verde sviluppato dall'Ufficio di Piano e verde già cartografato nella carta di uso del suolo, è stato

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

definito il tipo di dotazione ecologica, in questo caso la struttura vegetale, utile ai fini delle valutazioni sui SE.

In particolare si è potuto distinguere tra aree a fisionomia prevalentemente *erbacea* (es. presenti nei parchi pubblici, nell'arredo urbano, negli impianti sportivi all'aperto, nelle pertinenze varie ecc.) e aree occupate da *alberi e arbusti* distinti dalle loro chiome (es. alberature stradali e delle piazze, nuclei arboreo/arbustivi presenti all'interno di parchi, ecc.) definiti nella categoria *prati+alberature*, che forniscono valori di erogazione dei SE differenti (es. assorbimento PM10 maggiore in arboreo piuttosto che erbaceo, vedi par 6.2.6.).

In generale il verde urbano, ossia il verde che ricade nella classe 1 di uso del suolo "superfici artificializzate" è solo lo **0,6%** dell'intera AdS. Questa piccola porzione è costituita per il 29% da *area verde prato+alberature*, 28% da *parchi* e 22% da *aree verdi associate alla viabilità*, del restante 21% una buona parte è occupata da *area verde prato*.

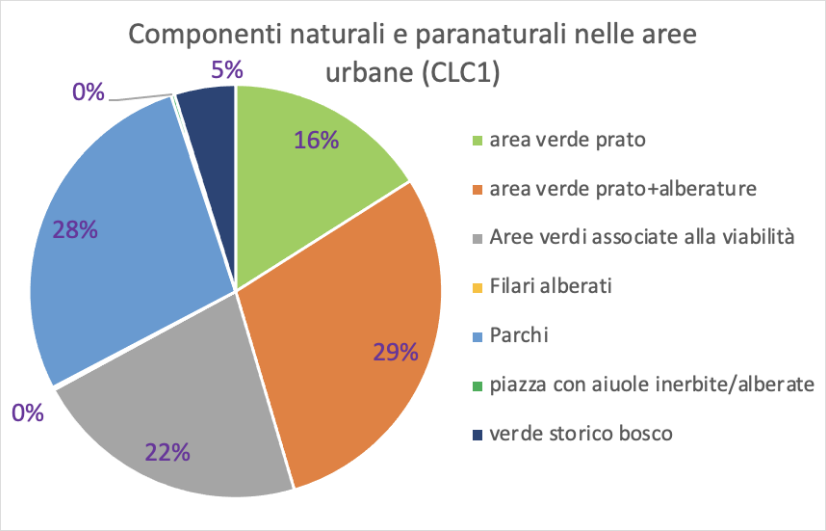


Figura 20 - Percentuali di categorie di verde urbano (classi interne alle superfici artificializzate 1 derivate dalla Carta del Sistema Ambientale integrata con l'approfondimento sul verde urbano).

Non in tutte le UEF è presente il verde urbano, infatti in SAV2, USO1, USO2, USO3 non vi sono queste tipologie di superfici (vedi Tabella 10).

Dove è presente comunque non supera l'1% rispetto alla superficie complessiva delle UEF, se non in pochi casi, ossia: RUB3 (5,1%), USO6 (4%), RUB4 (1,7%), COST1 (1,5%), SAL2 (1%).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Tabella 10 - Verde urbano nelle UEF dell'area di studio (in ettari).

	CES1	COST1	PISC1	PISC2	PISC3	RIG1	RIG2	RIG3	RUB1	RUB2	RUB3	RUB4	SAL1	SAL2	SAV1	USO4	USO5	USO6	USO7	Totale
area verde prato	0,088	0,939			2,322	0,654	0,351			0,075	3,438	14,259	8,881	1,214		0,12				**32,341**
area verde prato+alberature	0,153	5,719	0,387		2,345	2,101	3,253		0,231	0,543	6,733	31,379	3,501	0,737	1,346	0,836	0,073			**59,337**
Aree verdi associate alla viabilità		0,714		1,289	19,154			0,178				16,164	0,27	2,274	0,635				3,083	**43,761**
Filari alberati					0,35	0,028						0,067								**0,445**
Parchi		5,056	1,004	12,259	7,946	0,552	0,183				0,032	10,461	1,526	0,394			0,834	13,674	1,781	**55,702**
piazza con aiuole inerbite/alberate		0,514			0,06															**0,574**
verde storico bosco											8,94	0,006	0,726							**9,672**
% di verde totale o	**0,1%**	**1,5%**	**0,0%**	**0,6%**	**0,8%**	**0,2%**	**0,9%**	**0,3%**	**0,0%**	**0,1%**	**5,1%**	**1,7%**	**0,8%**	**1,0%**	**0,2%**	**0,0%**	**0,1%**	**4,0%**	**0,3%**	**0,6%**

In generale le superfici maggiori di *aree verdi associate alla viabilità* si hanno nelle UEF più verso la costa (PISC3, RUB4, USO7), andamento simile ritrovato anche nella categoria *parchi*; questo anche perchè in queste zone sono presenti le maggiori *superfici artificializzate*. Infatti RUB4 e PISC3 che sono le UEF che occupano maggiore superficie dell'AdS, entrambe collocate nella parte in pianura, presentano le maggiori aree di verde urbano.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

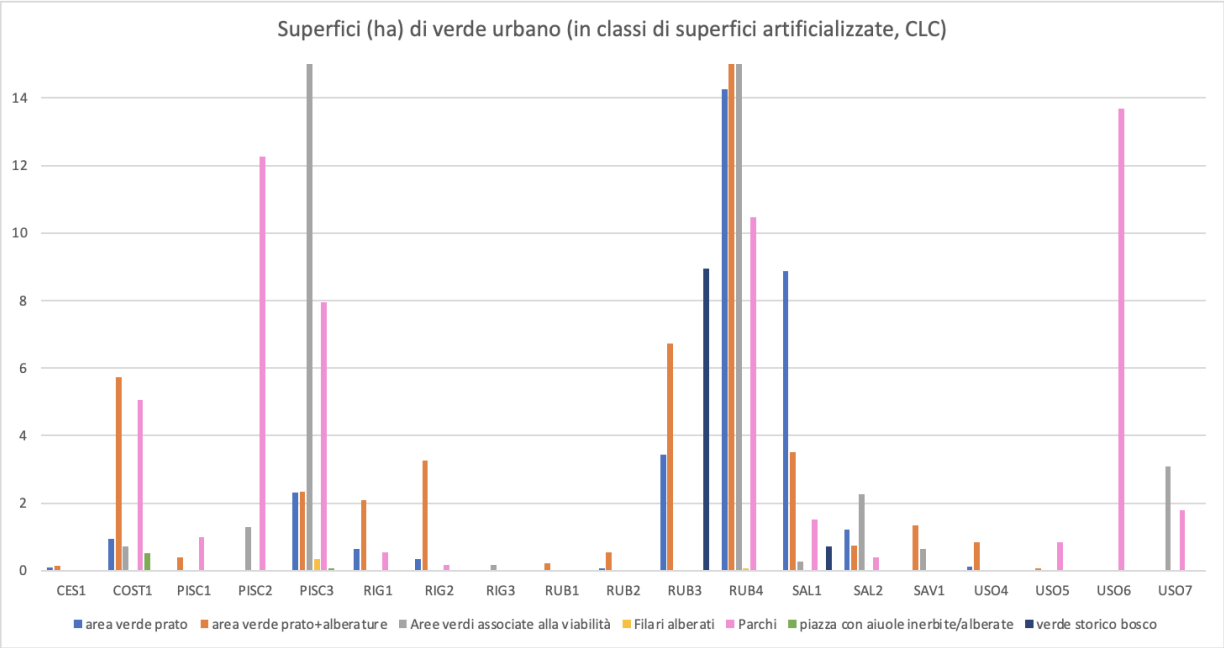


Figura 21 - Distribuzione delle superfici (ha) di verde urbano.

All'interno di ogni UEF queste categorie si distribuiscono in modo quasi omogeneo, ossia prevalgono maggiormente le *aree a verde prato+alberature*; nelle UEF verso la costa sono preponderanti i *parchi* talvolta le *aree verdi associate alla viabilità*.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

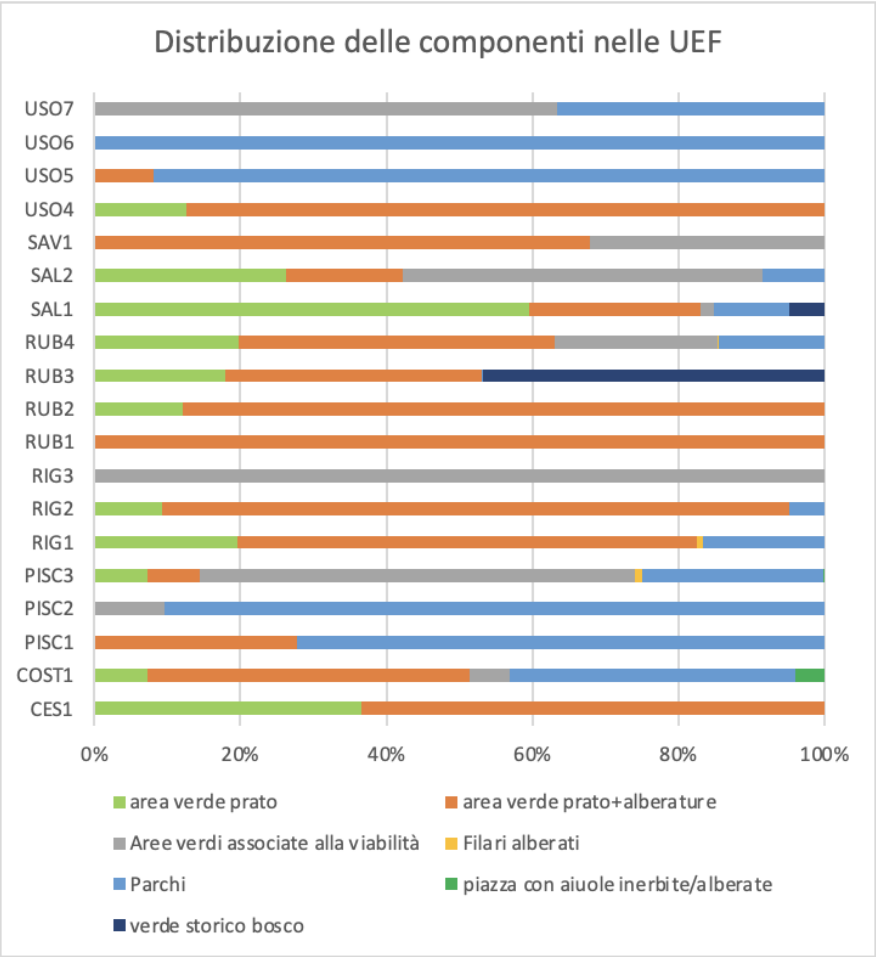


Figura 22 - Distribuzioni percentuali delle classi di verde urbano (classi interne alle superfici artificializzate 1 derivate dal Corine Land Cover) nelle UEF.

Un'ulteriore informazione del verde urbano nelle UEF è dato dal verde pro-capite per ogni UEF, resa possibile grazie al dato del numero di abitanti per sottosezioni di censimento (2011) proiettati al 2018.

In Tabella 11 si riporta la densità di verde urbano in estensione e per numero di abitanti che varia in base alla presenza di verde nelle superfici artificializzate, che come già accennato non è presente in tutte le UEF; il verde pro-capite risulta preponderante nelle UEF dove è presente una maggiore dotazione di verde urbano.

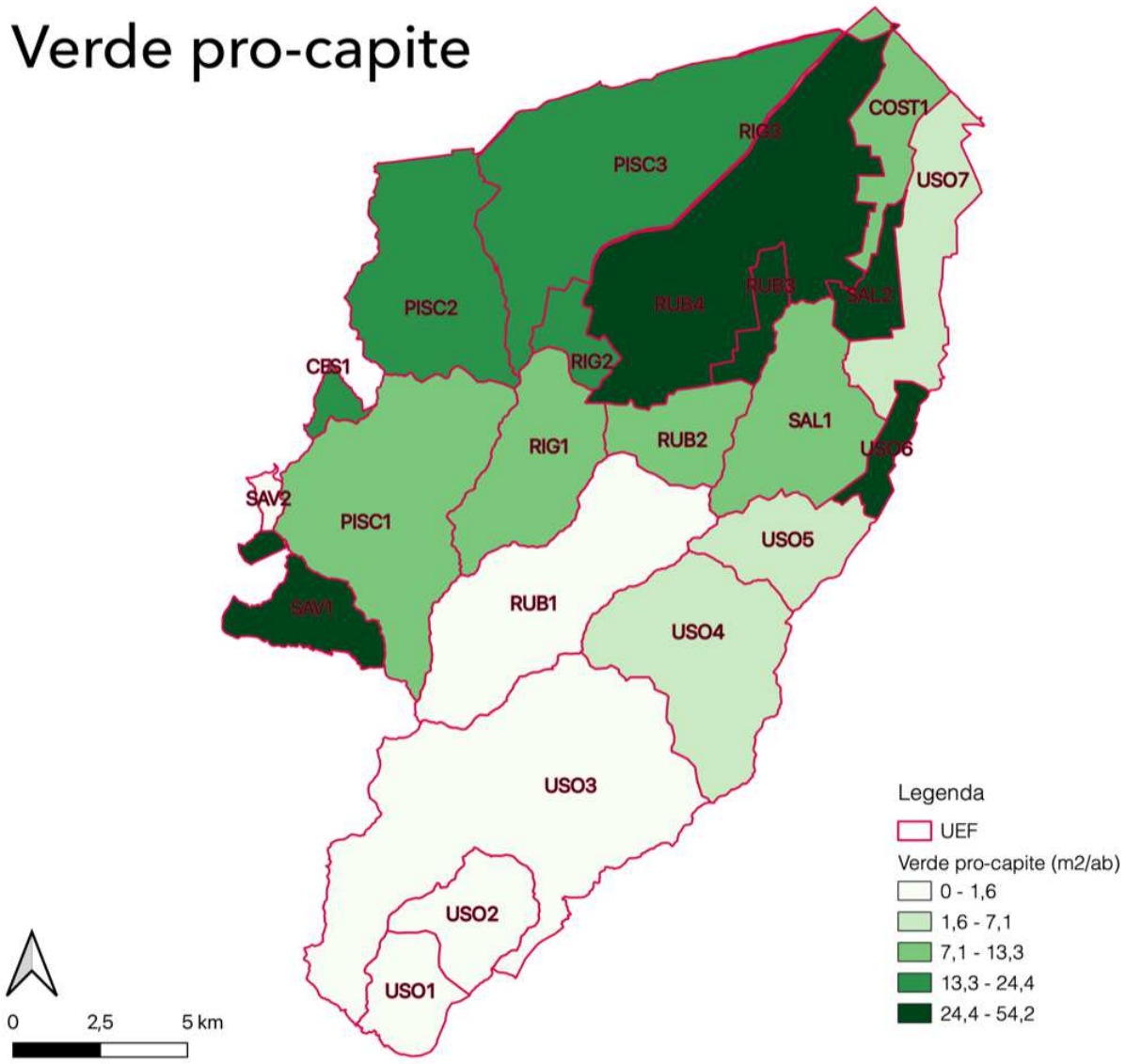


Figura 23 - Verde pro-capite nelle UEF.

Tabella 11 - Verde urbano pro-capite nelle UEF.

		Pop 2018	***Verde urbano pro capite***

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Con questo approfondimento sulle aree verdi nelle zone urbanizzate si evidenzia nell'AdS la presenza di porzioni di verde anche di piccole dimensioni (Figura 23), che hanno potenzialmente una grande importanza nel favorire alcuni specifici Servizi Ecosistemici legati alle aree urbane (es. assorbimento di CO2, PM10, etc). Ciononostante la scarsa connessione tra questi elementi residuali (perlopiù siepi, arbusteti, filari alberati e alberi anche isolati) specialmente nella parte più verso la costa (connessione che permetterebbe una maggiore funzionalità e capacità di fornitura di SE) potrebbe essere ridimensionata attraverso opportune azioni gestionali, dal momento che questi elementi se ben connessi hanno generalmente una maggiore efficacia nel produrre alcuni Servizi Ecosistemici.

4.2.1. *Ecosistemi terricoli e urbani: Elementi di qualità e resilienza, criticità e vulnerabilità*

La tabella seguente indica i principali elementi di criticità/qualità e resilienza/vulnerabilità come emersi dall'analisi delle caratteristiche degli ecosistemi terricoli e urbani sulla base della proposta ai fini dell'analisi diagnostica contenuta nell'Atto di indirizzo e coordinamento (delibera n. 731 del 25/06/2020) della L.R. 24/17 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio".

Degrado/criticità come punti di debolezza	Qualità come punti di forza	Fattori di resilienza come opportunità	Fattori di vulnerabilità come minacce

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

limitata estensione delle aree forestali in pianura; artificializzazione e scarsa presenza di vegetazione ripariale lungo le aste fluviali di pianura; frammentazione del territorio; matrice agricola intensiva di pianura con pochi elementi naturali a corredo.	presenza del verde in contesto urbano di pianura presenza di siepi e filari come potenziali elementi di connessione ecologica	potenzialità del sistema vegetazionale ad essere connesso anche in relazione al sistema idrografico minore e in coordinamento con le azioni di sviluppo rurale	trasformazioni di uso del suolo urbanizzazione progressivo isolamento degli elementi naturali e paranaturali -mancanza di plurifunzionalità del sistema del verde urbano e rurale

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

4.3. L'agroecosistema

Le superfici più estese del territorio dell'area di studio sono legate alle *aree agricole* che rappresentano la matrice principale (oltre il **55%** di tutta l'area) come derivato dalla Carta del Sistema Ambientale. In particolare la carta della *Capacità d'uso dei suoli ai fini agricoli e forestali della pianura emiliano romagnola* (RER, 2010), (Figura 25) fornisce una valutazione dei limiti alle utilizzazioni ai fini agricoli e forestali in base a criteri pedologici e ambientali (RER, 2010) e definisce le aree in una scala da I a VIII (e livelli intermedi) dove I rappresenta i *suoli privi di limitazioni all'uso* adatti per un'ampia scelta di colture agrarie senza che si manifestino fenomeni di degradazione del suolo. L'area di studio è classificata prevalentemente in classe II e I i cui suoli hanno qualche (classe II) o poche (classe I) limitazioni che riducono la scelta di piante o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli nella II classe richiedono un'accurata gestione del suolo, comprendente pratiche di conservazione, per prevenire deterioramento o per migliorare la relazione con aria e acqua quando il suolo è coltivato. Le limitazioni sono poche e le pratiche sono facili da attuare. I suoli possono essere utilizzati per piante coltivate, pascolo, praterie, boschi, riparo e nutrimento per la fauna selvatica (RER, 2010). In particolare tra le superfici agricole nell'AdS quelle maggiormente rappresentative sono associate alle aree a seminativi irrigui e non irrigui che rappresentano oltre il 35% dell'intero territorio, seguite dai frutteti (11,3%).

A livello provinciale sono stati consultati i Quaderni dell'agricoltura editi dalla camera di commercio di Forlì-Cesena e Rimini (2019) dai quali si evidenzia che mentre nella provincia di Forlì le maggiori superfici sono occupate dai cereali (29%), altre erbacee (36%) e la vite (10%), nella provincia di Rimini, rientrante con una piccola porzione nell'AdS, prevalgono le foraggere (56%) e i cereali (22%) (cfr.Tabella 12).

Tabella 12 - Dati di estensione delle colture (ha; %) a livello provinciale desunti dai Quaderni dell'agricoltura editi dalla Camera di Commercio di Forlì-Cesena e Rimini; e fabbisogno idrico (m3/ha) regionale estrapolato dalla Definizione dei fabbisogni irrigui per coltura, ai sensi del D.M. 31 luglio 2015 "Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo" e dal consorzio per la bonifica capitanata.

TIPOLOGIA COLTURA	superf (ha) FC	superf (%) FC	superf (ha) RN	superf (%) RN	FC (m3/ha)	RN (m3/ha)
ALTRE ERBACEE	21056	36%	1161	3%	4300	4050
COLTIVAZIONI FRUTTICOLE	4.960		3905	11%	3263	3075
ALTRE ARBOREE	5124	9%			3008	2883
ORTICOLE IN PIENO CAMPO	4060	8%	944	3%	3000	3000
PESCHE E NETTARINE	2766	5%			3000	3000
CEREALI	16900	29%	7633	22%	2700	2600

COLTURE INDUSTRIALI	1514	3%	667	2%	2400	2250
FORAGGERE			10286	56%	2250	2000
LEGUMINOSE			650	2%	2075	1900
VITE	5840	10%			2000	1850
ORTICOLE IN SERRA	118	0%	127	0%	1650	1625

Tabella 13 - Percentuali di copertura delle macrocategorie di colture all'interno dell'area di studio e fabbisogno idrico.

	superf (%) FC	superf (%) RN	Fabbisogno irriguo
ALTRE ERBACEE	36%	3%	
COLTIVAZIONI FRUTTICOLE		11%	
ALTRE ARBOREE	9%		
ORTICOLE IN PIENO CAMPO	8%	3%	
PESCHE E NETTARINE	5%		
CEREALI	29%	22%	
COLTURE INDUSTRIALI	3%	2%	
FORAGGERE		56%	
LEGUMINOSE		2%	
VITE	10%		
ORTICOLE IN SERRA	0%	0%	

Si riportano anche i fabbisogni irrigui stagionali (periodo 2003-2014) per gruppi colturali presenti nelle due province redatti dalla regione Emilia Romagna nel documento *Approvazione delle linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo* (2016) e per le colture non specificate nel suddetto documento sono stati integrati dati desunti dal sito del Consorzio per la Bonifica Capitanata[1].

In generale nelle province interessate dall'AdS sono particolarmente presenti colture con un fabbisogno irriguo di un certo peso. Ad esempio le altre erbacee che hanno la più alta percentuale di presenza nella provincia di Forlì-Cesena (36%) necessitano di una quantità di acqua maggiore rispetto alle altre colture presenti; mentre nella provincia di Rimini sono presenti perlopiù foraggere dal consumo idrico medio, ma occupano una buona fetta di territorio anche i cereali e le coltivazioni frutticole che hanno bisogno di maggiore apporto idrico (Tabella 13).

A scala di area di studio, osservando la Figura 24 è possibile riconoscere come oltre la metà (13 su 24) delle UEF siano caratterizzate da superfici agricole per più del 50% della loro area complessiva. In particolare dalla Figura 25 si nota come le superfici a seminativi semplici irrigui siano collocate per la maggior parte nella zona di pianura al contrario quelle a seminativi non irrigui che si ritrovano nelle UEF più a monte; frutteti e vigneti trovano spazio nella fascia

1 http://www.bonificacapitanata.it/irrigazione/fabbisogni-irrigui-delle-colture/

intermedia fra le UEF a monte e quelle a valle soprattutto nei pressi dei comuni Cesena, Montiano, Roncofreddo, Longiano, Borghi e Santarcangelo di R. (UEF: PISC1, PISC2, RIG1, RIG2, RUB1, RUB2).

In definitiva le maggiori percentuali di superfici sono occupate dai seminativi irrigui, per quanto riguarda le UEF collocate verso la costa, e dalle colture permanenti; entrambe come indicato anche in Tabella 13 sono quelle dai consumi idrici più elevati.

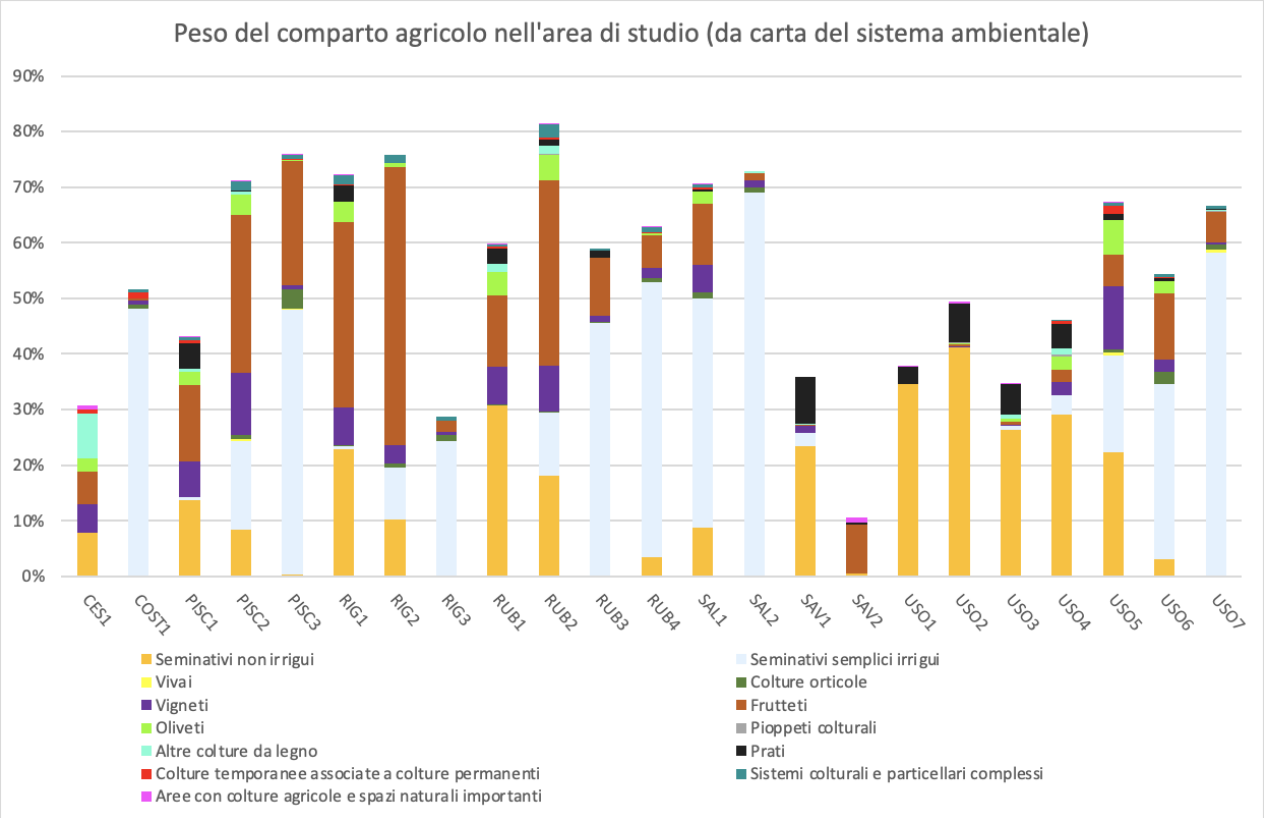


Figura 24 - Presenza di superfici agricole nell'area di studio, desunta dalla carta ambientale evidenziando le classi "2" (comparto agricolo) dell'uso del suolo regionale (2017).

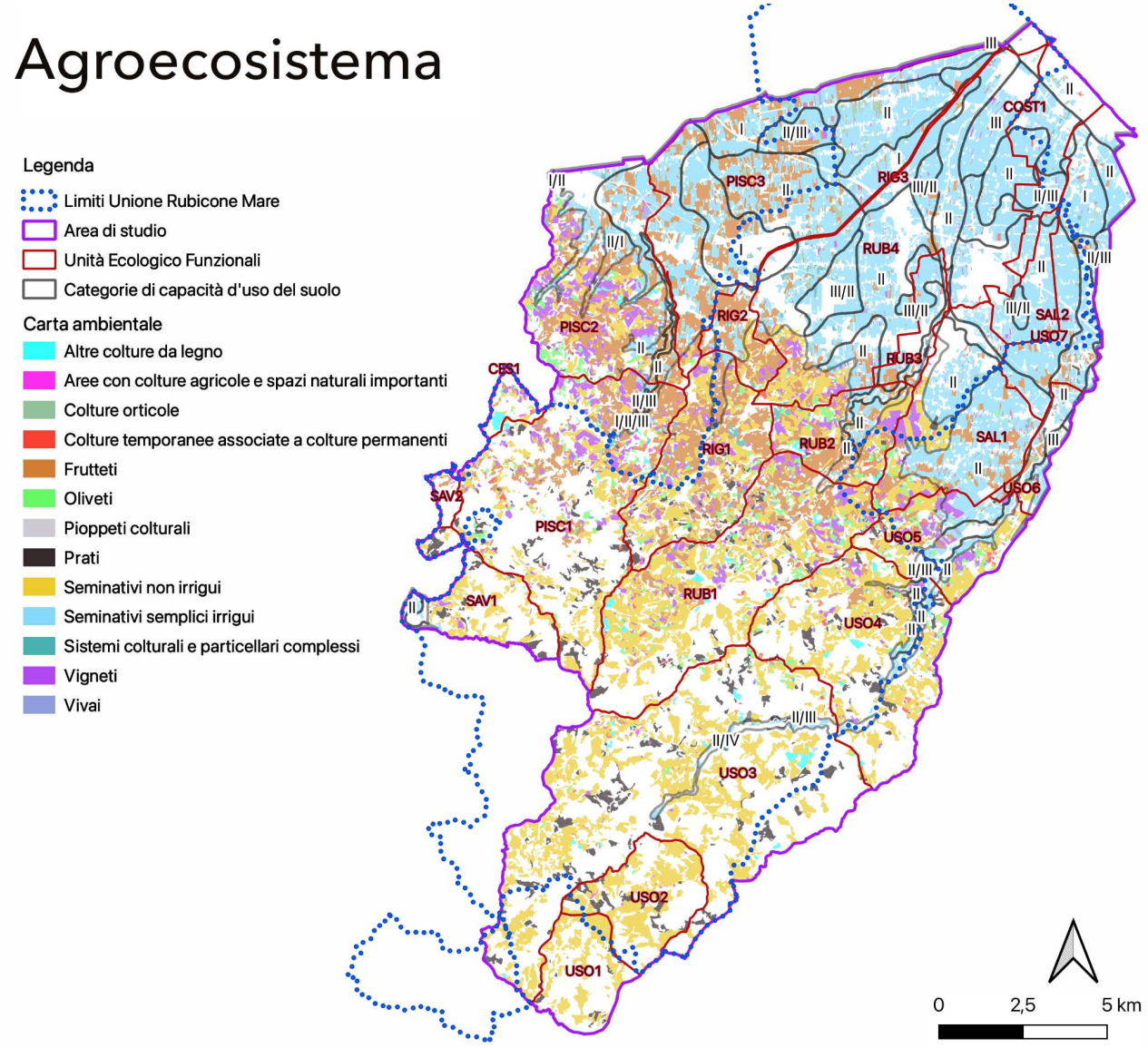


Figura 25 - Tipologie di colture nell'area di studio e categorie di capacità d'uso dei suoli.

Più in dettaglio, grazie a dati elaborati da Arpae Emilia-Romagna - Servizio Sistemi Informativi - Unità Cartografia e GIS è stato possibile consultare la *Classificazione delle cOLture in atto tramite telerilevamento - anno 2021*. Si tratta di dati di distribuzione delle colture agricole in atto e classificazione in macro-gruppi tramite l'analisi di serie multitemporali di immagini ottiche da satellite acquisite ad-hoc durante il periodo tra ottobre 2020 e marzo 2021.

Queste elaborazioni vengono realizzate con lo scopo di monitorare l'uso reale del suolo agricolo su scala annuale sia a fini statistici georiferiti che di gestione dell'acqua irrigua. Per questo ultimo aspetto il risultato della classificazione viene fornito entro fine giugno in modo da poter monitorare l'evoluzione dei consumi idrici durante la stagione estiva a maggior richiesta di acqua.

Tuttavia si tratta di elaborazioni che considerano la sola parte in pianura, ma che comunque danno un'idea delle colture maggiormente presenti e quindi dei potenziali consumi idrici durante la stagione estiva a maggior richiesta di acqua. In particolare le colture estive che comprendono erbacee e coltivazioni orticole in pieno campo che necessitano di notevoli quantità di acqua.

Come è possibile leggere sia dal Figura 26 che dalla Figura 25 l'area in pianura risulta maggiormente occupata da colture estive (ca. 46% dell'intera area telerilevata e interna all'area di studio), colture autunno-vernine (ca. 21%) e prati e medica (ca. 18%).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

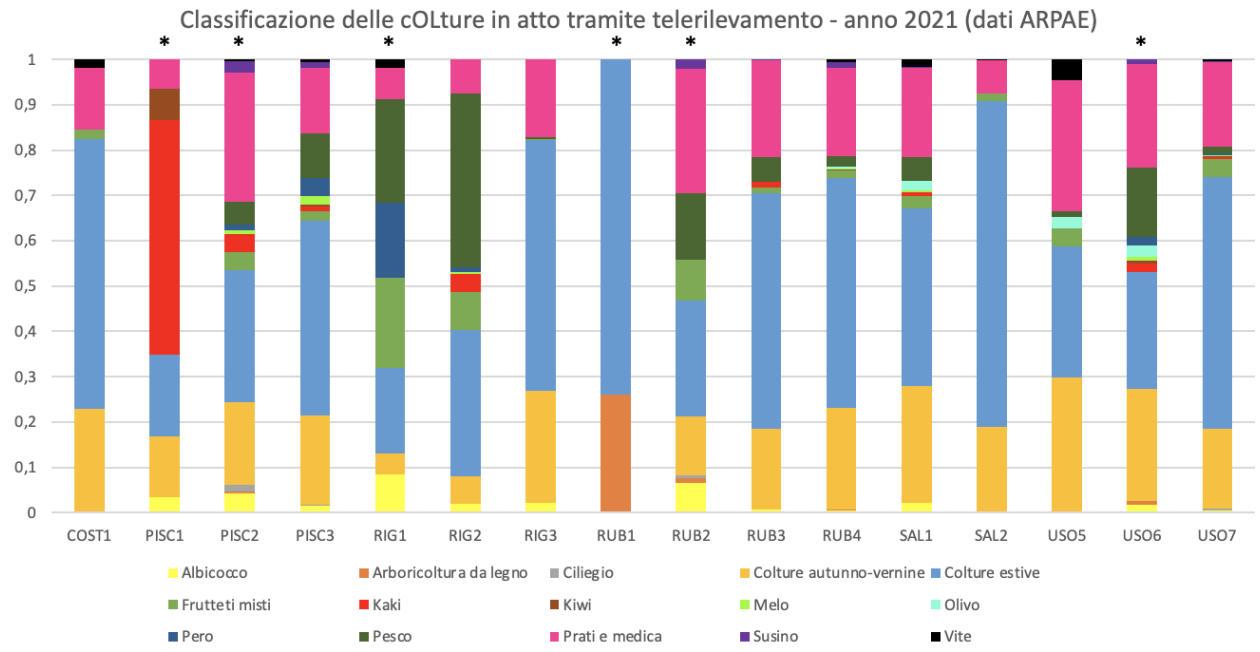


*Figura 26 - Percentuali di presenza di colture nelle aree di studio in pianura (fonte dati Arpae Emilia-Romagna - Servizio Sistemi Informativi - Unità Cartografia e GIS). Con * vengono segnate le UEF con presenza di geometrie che coprono meno del 50% dell'area.*

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

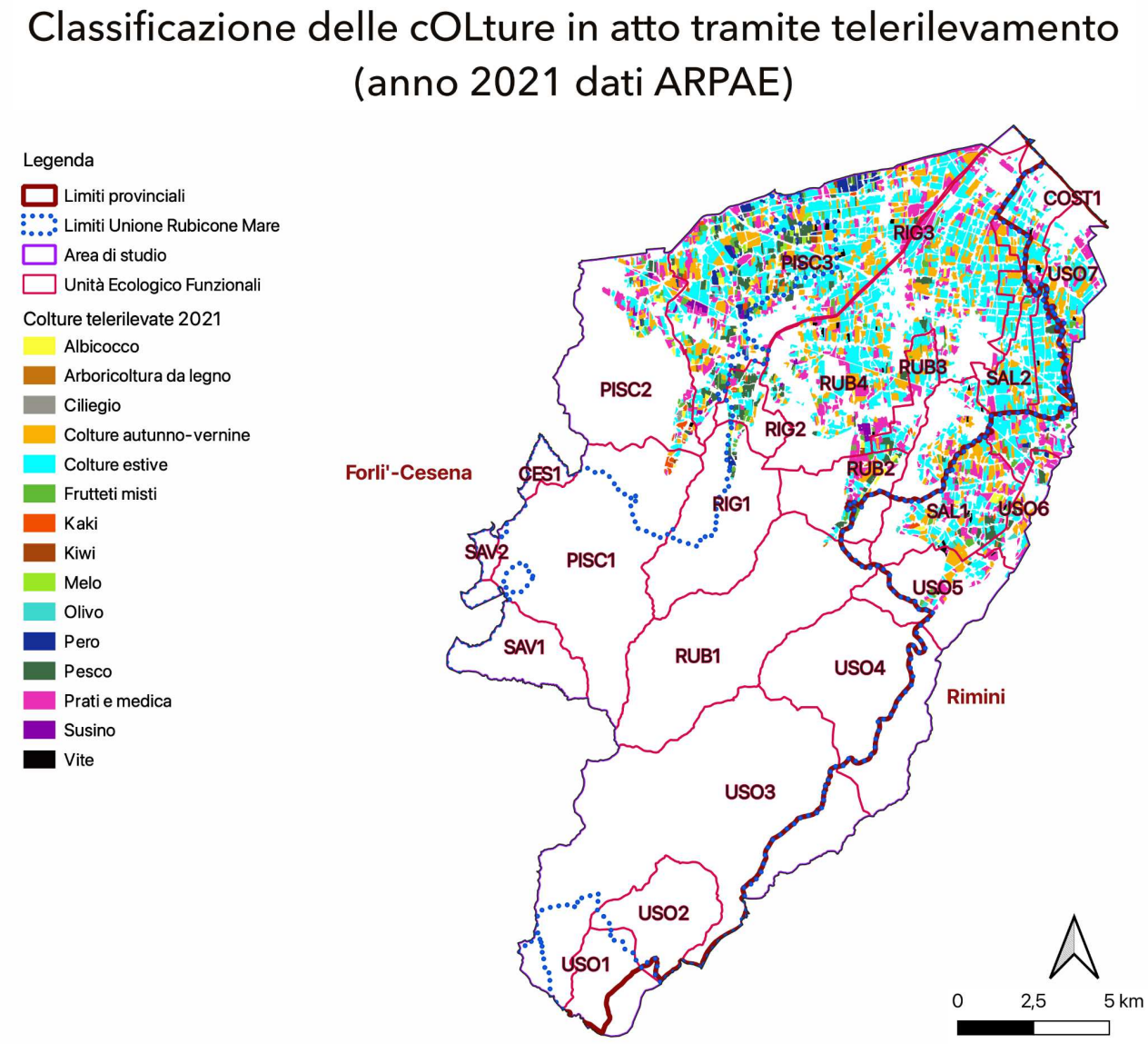


Figura 27 - Dato spaziale delle diverse tipologie di colture nelle aree di studio in pianura (fonte dati Arpae Emilia-Romagna - Servizio Sistemi Informativi - Unità Cartografia e GIS).

L'elevata capacità produttiva evidenziata dalle mappe rappresenta il Servizio Ecosistemico di approvvigionamento di cibo e materie prime definito "Produzione agricola". Nonostante la vocazionalità dell'area per fini agricoli, specialmente nella parte più costiera, la componente intensiva è fonte di una possibile serie di pressioni legate soprattutto alla qualità (utilizzo di composti azotati) e alla quantità delle acque poichè si evidenziano tipologie di colture ad elevato fabbisogno idrico quali erbacee, coltivazioni frutticole e orticole in pieno campo, e in misura minore di foraggere avvicendate, che sono situate perlopiù nella parte più interna alla costa.

Un'elevata immissione di composti azotati in ambiente può portare ad un *surplus di nitrati* stimolando l'*eutrofizzazione* e alterando l'equilibrio del sistema.

Il limite massimo di concentrazione di nitrati per le acque potabili è pari a 50 mg/l.

Alcuni comuni fra la costa e la parte più a monte dell'intera area di studio sono stati classificati come Zone Vulnerabili da Nitrati di origine agricola (ZVN) (Figura 28) (ai sensi della Delibera di Giunta regionale n. 619 dell'8/6/2020).Ricadono in queste aree i comuni di Cesena, Gambettola, Longiano, Montiano, Gatteo, Savignano sul Rubicone, Santarcangelo di Romagna e San Mauro Pascoli. Si tratta di aree designate dalla regione con lo scopo di dare attuazione alla **direttiva europea "nitrati"** (**n. 91/676/CEE)** sulla protezione delle acque dall'inquinamento. Nella Figura 28 si riporta la delimitazione delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola secondo quanto previsto all'art.30 delle norme del Piano regionale di tutela delle acque (PTA). Tuttavia maggior parte dell'area di studio non si trova in queste zone intese come aree del territorio che scaricano in acque inquinate o a rischio di inquinamento. E' da segnalare inoltre la presenza di numerosi depuratori nell'area di studio (38), potenziali fonti di inquinamento puntuale da nitrati (Figura 28).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

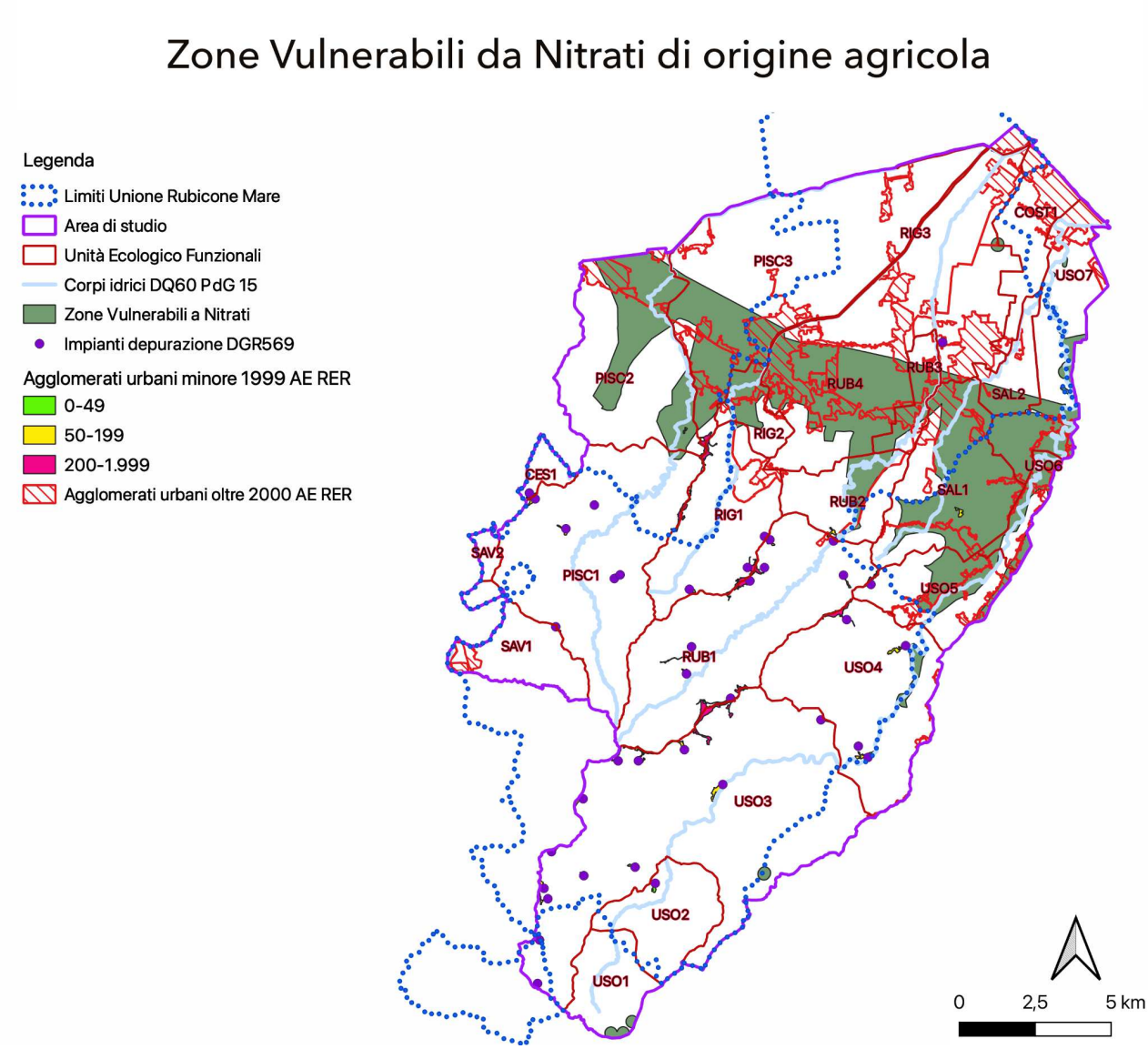


Figura 28 - Zone Vulnerabili a Nitrati nell'area di studio, localizzazione depuratori e agglomerati urbani estrapolati dal Geoportale della Regione E-R.

La pressione sul reticolo idrografico, quale recettore finale dei composti azotati usati in agricoltura, può essere mitigata dalla presenza di elementi del paesaggio che hanno una funzione di tampone nei confronti degli inquinanti organici. In questo senso, la vegetazione associata alle zone umide o ai maceri può rappresentare soprattutto nelle zone di pianura intensamente coltivate, un elemento indispensabile per la fornitura del Servizio Ecosistemico di depurazione delle acque stante la sua capacità tampone nei confronti delle fonti puntuali e diffuse di nitrati. Questo Servizio Ecosistemico viene valutato a partire dai dati di azoto diretti ai corpi idrici da diverse fonti forniti dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito della revisione del Piano di Gestione delle Acque (2015) (per approfondimenti si veda il par. 6.2.4.).

4.3.1. *Agroecosistema: elementi di qualità e resilienza, criticità e vulnerabilità*

La tabella seguente indica i principali elementi di criticità/qualità e resilienza/vulnerabilità come emersi dall'analisi delle caratteristiche dell'agroecosistema sulla base della proposta ai fini dell'analisi diagnostica contenuta nell'Atto di indirizzo e coordinamento (delibera n. 731 del 25/06/2020) della L.R. 24/17 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio".

Degrado/criticità come punti di debolezza	**Qualità come punti di forza**	**Fattori di resilienza come opportunità**	**Fattori di vulnerabilità come minacce**
Agricoltura intensiva Agricoltura idroesigente alcune porzioni zone vulnerabili da nitrati di origine agricola zootecnia come possibile fonte di azoto	alta capacità dei suoli all'utilizzo agricolo vocazionalità agricola	Presenza di elementi naturali (siepi, filari, aree arbustive, maceri) in gestione alle aree agricole e potenzialmente utili (es. abbattimento azoto)	-cambiamenti climatici: aumento delle temperature e Deficit idrico - sistema agroambientale non resiliente

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

4.4. Le aree protette

L'area di studio ha una forte connotazione antropica, principalmente di tipo rurale, non mancano però elementi che conservano una certa naturalità soprattutto legati agli habitat delle acque (fiumi, fasce ad essi attigue e zone umide), alle aree calanchive e agli arbusteti, e alle formazioni boschive relegate principalmente sui versanti più acclivi. Alcuni di questi elementi sono ricompresi all'interno di siti della Rete Natura 2000 con l'obiettivo di un progressivo recupero di elementi di naturalità e diversità biologica anche nel contesto della pianura. Nell'area di studio non sono presenti Aree di riequilibrio ecologico e paesaggi protetti definite ai sensi della L.R. n.5/2005 (Rete Natura 2000 in Emilia-Romagna — Ambiente (regione.emilia-romagna.it)).

Nell'area di studio le aree protette occupano solo il **7%**, e sono distribuite come rappresentato in Tabella 14 e Figura 29. Mentre la ZSC Montetiffi, Alto Uso ricade per il 100% nell'AdS, le altre ZSC solo ricomprese solo per una piccola parte.

Tabella 14 - Aree protette all'interno dell'AdS e superfici occupate.

Area Protetta	tipologia di protezione	Sup. totale AP (ha)	sup. in AdS (ha)	% in ADS rispetto a totale sup. AP
Montetiffi, Alto Uso	ZSC	1387,129	1384,88	100%
Rio Mattero e Rio	ZSC	420,761	66,217	16%
Rupi e Gessi della	ZSC	2525,71	217,431	9%
Torriana, Montebello,	ZSC	2471,451	759,109	31%

4.4.1. *IT4080013 - ZSC - Montetiffi, Alto Uso*

Comuni interessati nell'area di studio: Sogliano al Rubicone

La Zona Speciale di Conservazione "Montetiffi, Alto Uso" si estende nel paesaggio morbido e variato della collina cesenate tra Savio e Marecchia verso il riminese, là dove le ondulazioni argillose della fascia gessoso calcarea di zangheriana memoria iniziano a popolarsi di rupi e alloctoni della formazione di San Marino. Morfologie calanchive su argilla scagliosa, rupi calcarenitiche o arenacee e profonde forre torrentizie si alternano lungo i principali solchi vallivi del torrente Uso. Il sito comprende in particolare i rami sorgentizi dell'Uso, in una mosaicatura

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

paesaggistica indubbiamente cara alla struggenti liriche di Tonino Guerra, con arcaiche impronte rurali, terreni ancora utilizzati a pascolo, alberature sparse e calanchi in lenta fase di rinaturalizzazione. E' infatti adiacente e in parte continuo a estesi siti della Val Marecchia transitati dalle Marche all'Emilia-Romagna, per via del passaggio da Pesaro a Rimini di sette Comuni del Montefeltro (in zona ci sono Talamello, Novafeltria e Sant'Agata Feltria, ma anche Maiolo, San Leo, Pennabilli e Casteldelci) e si caratterizza per forti contrasti tra una generale impronta mediterranea di ambienti riarsi e localizzate, fresche macchie d'alto Appennino su ripidi versanti nord rupicoli e tratti di forra. La copertura forestale si estende su meno di un quarto del sito, alternata a pascoli e foraggere in parziale regresso. La pressione antropica è ancora abbastanza accentuata nonostante un generalizzato abbandono percepibile in particolare presso i numerosi insediamenti sparsi, antichi, ricchi di memorie storiche e solo in parte recuperati ad un uso contemporaneo, comunque inseriti in un contesto rurale spesso ricco di elementi naturali come siepi e querce secolari, singole o in piccoli gruppi, da tutelare.

E' diffuso e sempre incombente il rischio di dissesto idrogeologico, soprattutto in caso di estesa ripresa colturale su terreni rinsaldati.

L'elevata diversità geomorfologica e vegetazionale determina la presenza di un elevato numero di habitat (14) di interesse comunitario (5 prioritari), tra i quali tre boschivi e due arbustivi, quattro di prateria anche rupestre e due di ripa, che ricoprono complessivamente il 42% della superficie del sito.

codice habitat	descrizione	sup. in Ad$ (ha)
5130	*Formazioni a Juniperus communis su lande o prati calcicoli*	188,227
5210	*Matorral arborescenti di Juniperus spp*	72,861
6110	*Formazioni erbose rupicole calcicole o basofile dell'Alysso Sedion*	2,575
6210	*Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli*	255,135
8210	*Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica*	1,972
9180	*Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del Tilio, Acerion*	37,856
9260	*Boschi di Castanea sativa*	1,909
9340	*Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*	6,392
91AA	*Boschi orientali di quercia bianca*	29,024
92A0	*Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*	6,136

4.4.2. *IT4090003 - ZSC-ZPS - Rupi e Gessi della Valmarecchia*

Comuni interessati nell'area di studio: Mercato Saraceno, Talamello

Il sito individuato dalla Regione Emilia-Romagna riunisce nel medesimo SIC-ZPS (dal 2019 ZSC-ZPS) i precedenti SIC marchigiani di Monte della Perticara - Monte Pincio (IT5310021), Calanchi di Maioletto (IT5310002) e ZPS Esotici della Valmarecchia (IT5310023) per complessivi 2526 ettari, aggiustando alcuni limiti ed ampliando l'area verso nord alle rupi e colli di San Leo fino a Montefotogno. Si tratta di un'area caratterizzata da un punto di vista geomorfologico dalla cosiddetta "Colata gravitativa della Val Marecchia" costituita da un complesso alloctono formato in prevalenza da depositi argillitici caotici per effetto del trasporto subito da O verso E, su cui galleggiano placche di materiali (esotici) più rigidi non coinvolti nella caoticizzazione e risalenti ad età cretaceo-paleogenica o neogenica. Il paesaggio è caratterizzato dal fenomeno erosivo che determina la formazione dei calanchi che localmente ospitano una flora alofila rara per i territori interni della regione. Su substrato compatto si sviluppano praterie e boschi di tipo mesofilo. Dalle estese ondulazioni argillose emergono come giganteschi scogli gli affioramenti rocciosi della colata, tutti calcarenitici seppur geomorfologicamente e litologicamente differenziati l'uno dall'altro. In sinistra Marecchia emergono le rupi di Perticara, di M.Pincio e di Talamello; in destra di Maioletto e di San Leo, poi la bastionata di Tausano (Oasi faunistica) e infine il curioso affioramento carsico dei Gessi di Rio Strazzano e Legnagnone. Una vera e propria articolata corona di montagne che cinge argillose ondulazioni, sempre in vista del largo anastomizzato letto del fiume Marecchia.

Si tratta di aree importanti per la varietà naturale che ospitano. Sono ambienti e paesaggi singolari e fragili dal punto di vista geologico e naturalistico. Rupi calcarenitiche, gessi (con carsismo superficiale e profondo) e le ghiaie del Marecchia caratterizzano un'area collinare con piane e sbalzi, calanchi, picchi rocciosi e morbide ondulazioni estensivamente coltivate, il tutto con influenze mediterranee anche spinte (lembi con leccio e sclerofille tra le quali osiride e terebinto) e all'opposto stazioni fresche (anche qualche faggio a Nord della Perticara, poi martagone, doronico e altre presenze montane discese dalla incombente Carpegna).

I dintorni di queste aree sono sottoposti ad un forte sfruttamento per l'estrazione degli inerti (cave). Il dissesto idrogeologico è diffuso soprattutto nelle aree agricole adiacenti a quelle calanchive. L'abbandono delle attività agricole negli ultimi decenni sta favorendo il ritorno delle cenosi forestali, quindi per garantire la sopravvivenza delle specie animali e vegetali è necessario prevedere piani di gestione per la conservazione degli ambienti semiantropizzati. Ambienti localmente franosi, generalmente antropizzati, si presentano tuttavia ricchi di storia e fascino

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

paesaggistico, con sviluppo turistico avviato da lungo tempo e suscettivo di ulteriore potenziale espansione (anche e soprattutto per prossimità ai bacini d'utenza riminesi e sammarinesi), da mantenere sostenibile anche in equilibrio con la locale attività venatoria.

19 tipi di habitat d'interesse comunitario, dei quali 6 prioritari, ricoprono il 30% del territorio, con prevalenza per i tipi forestali e prativi. Caratteristici habitat rocciosi e arbustivi, sovente a carattere mediterraneo, completano un quadro ambientale ricco e particolarmente differenziato.

codice habitat	descrizione	sup. in AdS (ha)
6210	*Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (*stupenda fioritura di orchidee)*	50,102
6220	*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*	42,203
6430	*Bordure planiziali, montane e alpine di megaforbie idrofile*	1,499
8210	*Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica*	3,222
9180	*Foreste di versanti, ghiaioni e valloni del Tilio-Acerion*	14,738
9260	*Boschi di Castanea sativa*	23,819
9340	*Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*	3,121
Pa	*Canneti palustri: fragmiteti, tifeti e scirpeti d'acqua dolce*	0,062

4.4.3. *IT4090002 - ZSC - Torriana, Montebello, Fiume Marecchia*

Comuni interessati nell'area di studio: Poggio Torriana

Il sito comprende settori pedecollinari ripariali e collinari dell'entroterra riminese per un estensione di circa 14 km lungo il Marecchia dalle ex cave Incal di S.Giustina in comune di Rimini, a valle del ponte sulla provinciale 49 tra Santarcangelo e S.Martino, fino al limite con Novafeltria a monte, a ricomprendere (dal 2016) l'importante stazione per la libellula Coenagrion mercuriale presso Pietracuta di San Leo. Oltre al largo letto anastomizzato del Marecchia, che delimita il sito ad Est, sono comprese le colline e le rupi di Torriana e Montebello fino all'Uso e al suo affluente Rio Morsano. I rilievi giacciono su un'estrema propaggine della colata del Marecchia, un complesso di argille scagliose sulle quali galleggiano la rupi calcarenitiche di Torriana (la

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Scorticata) e Montebello ed altre emergenze minori, compatte, a prevalenza di “calcare di S.Marino”. Notevoli sono l’affioramento traslato di gesso selenitico messiniano che precede Montebello e lo scoglio calcareo della Madonna di Saiano, irto e isolato presso il Marecchia. Rupi con pareti scoscese e accumuli detritici al piede, versanti calanchivi e morfologie arrotondate su argille caratterizzano il movimentato paesaggio dei primi castelli malatestiani alle spalle del grande Marecchia biancheggiante di ghiaie, in ambienti a carattere mediterraneo tra i più marcati della regione, per quanto riguarda in particolare i recessi rupestri e di prateria-arbusteto. Il medio-basso corso del fiume Marecchia presenta vegetazione alveale igro-nitrofila, boscaglia a *Salix purpurea*; lembi di boschi umidi o mesofili misti, ridotte superfici ricoperte da vegetazione palustre dominata da Cannuccia (*Phragmites australis*) in laghetti di acqua dolce poco profondi, derivati per riempimento di antiche cave di ghiaia, una fitta mosaicatura insomma di ambienti umidi nei differenti stadi, dallo stagno al canneto alla selva ripariale . La vicinanza del mare e la frequenza di substrati rocciosi determinano profonde influenze mediterranee che permeano una notevole varietà di habitat non solo rupestri, erbacei ed arbustivi termofili, ma anche ripariali e fluviali. Le foreste, prevalentemente xerofile (querceti caducifogli e componenti mediterranee sempreverdi), sono relegate in secondo piano (solo l’11% della superficie del sito) e includono anche pinete di impianto artificiale. Il grado di antropizzazione è elevato anche se l’asperità dei luoghi ne facilita almeno in parte la conservazione. Ben ventidue habitat di interesse comunitario, dei quali sette prioritari, coprono complessivamente poco meno di un quinto della superficie del sito, con prevalenza per i tipi di prateria più o meno arbustata e di ripa sia con acque correnti sia ferme, anche con interessantissime facies torbose. Il sito riveste estrema importanza biogeografica nella zona di confine e collegamento tra Continente e Mediterraneo e tra Appennino e pianura subcostiera.

codice habitat	descrizione	sup. in AdS (ha)
91	*Foreste alluvionali di Alnus glutinosa e Fraxinus excelsior (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)*	1,058
3150	*Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition*	0,014
6210	*Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (*stupenda fioritura di orchidee)*	21,963

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

6220	*Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei Thero-Brachypodietea*	60,841
8210	*Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica*	0,507
9340	*Foreste di Quercus ilex e Quercus rotundifolia*	0,336
91AA	*Boschi orientali di quercia bianca*	33,995
92A0	*Foreste a galleria di Salix alba e Populus alba*	16,808

4.4.4. *IT4080014 - ZSC - Rio Mattero e Rio Cuneo*

Comuni interessati nell'area di studio: Cesena

Il sito è rappresentativo del contesto collinare medio-basso del Cesenate caratterizzato da boschi termofili submediterranei, praterie e arbusteti che si sviluppano su suoli sottili. Già individuato come Area di Riequilibrio Ecologico del Comune di Cesena, assume importanza anche in quanto situato in un'area fortemente antropizzata. E' costituito da due zone disgiunte (l'una intorno al Monte dei Frati, l'altra presso il Monte Aguzzo) tra i bacini del fiume Savio e del Torrente Pisciatello, verso i quali rispettivamente convergono i profondamente incisi Rio Mattero e Rio Cuneo. Si tratta di un nodo ecologico dotato di buona biodiversità forestale ed habitat eccellenti dal punto di vista faunistico. Arenarie del Tortoniano, argille pelitiche e limitati affioramenti calcareo/gessosi determinano un substrato esposto all'aridità, mentre un tratto ben conservato del fiume Savio e gli ambienti di forra pressi i due Rii conferiscono caratteri di marcata freschezza, quindi grande varietà e contrasti. La copertura forestale si estende su oltre la metà del sito, alternata a praterie termofile ed arbusteti con qualche affioramento roccioso e residui coltivi. Le colture, un tempo più vaste seppure estensive, sono in generale regresso, c'è tuttavia il rischio di localizzate riprese a scapito di terreni saldi ed in forte pendenza oppure di apertura incontrollata di percorsi stradali che possono causare dissesto idrogeologico. Altri rischi di alterazioni sono collegati ad un'eventuale gestione non corretta dell'attività venatoria.

Otto habitat di interesse comunitario, dei quali quattro forestali, due ripariali e uno (prioritario) di prateria termofila cespugliata, ricoprono oltre il 10% della superficie del sito.

codice habitat	descrizione	sup. in AdS (ha)
6210	*Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (*stupenda fioritura di orchidee)*	2,175
9260	*Boschi di Castanea sativa*	5,87

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

91AA	*Boschi orientali di quercia bianca*	1.220

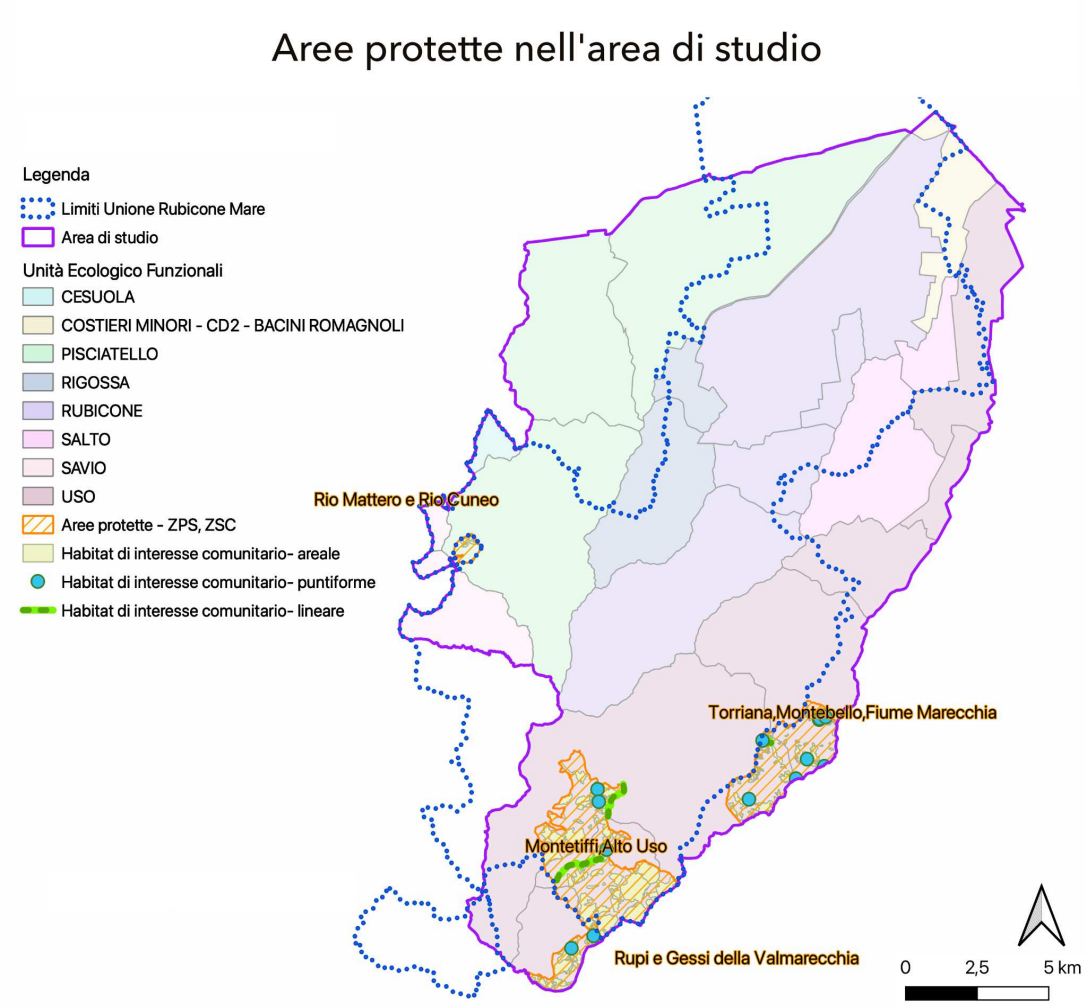


Figura 29 - Aree protette e habitat di interesse nell'area di studio.

Un altro elemento rilevante è la presenza di reti ecologiche individuate dalle diverse pianificazioni che come è possibile osservare dalla Figura 30 si estende principalmente nella zona più costiera.

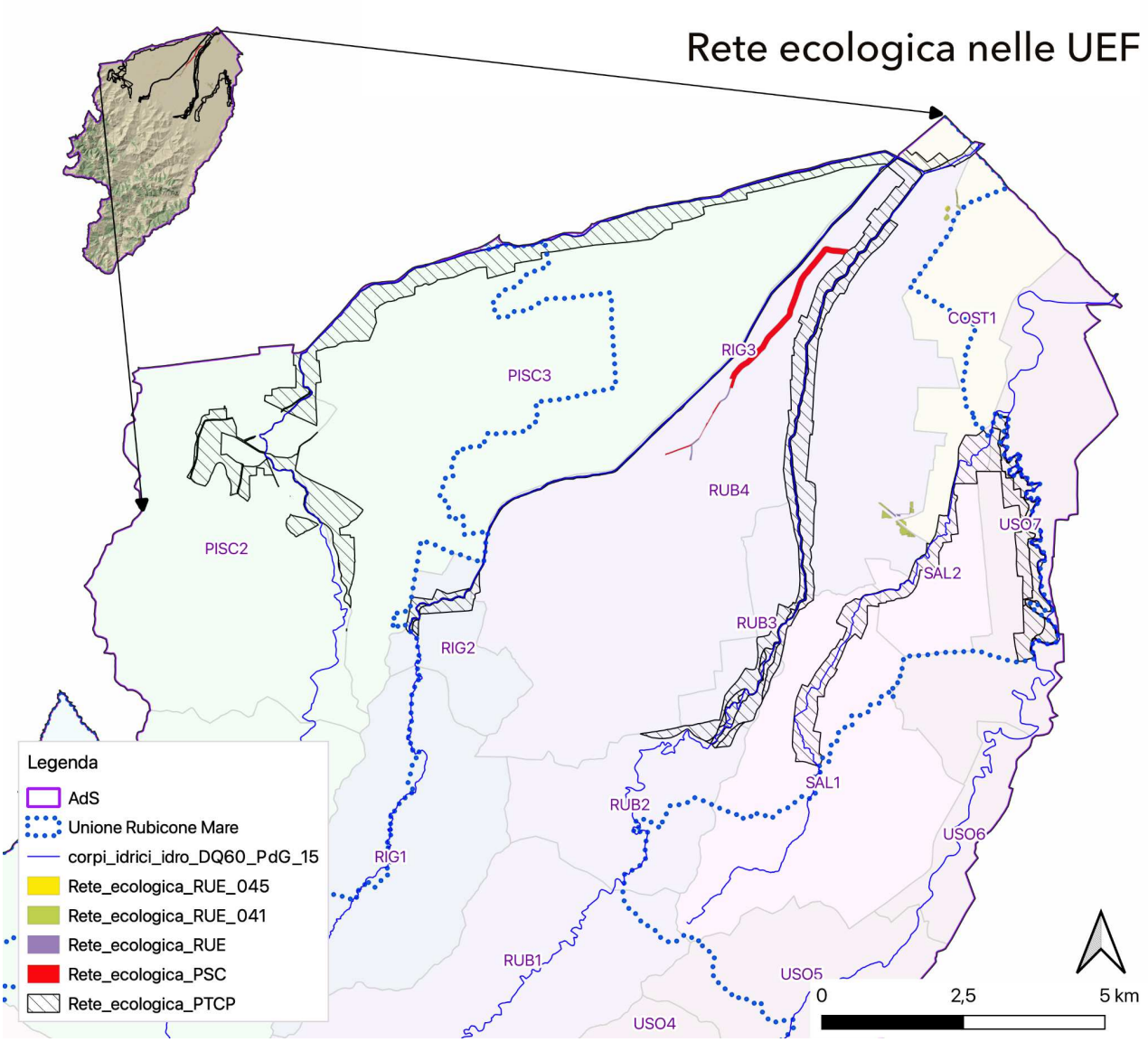


Figura 30 - Reti ecologiche nelle UEF.

4.4.5. *Le aree Protette: elementi di qualità e resilienza - criticità e vulnerabilità*

La tabella seguente indica i principali elementi di criticità/qualità e resilienza/vulnerabilità come emersi dall'analisi delle caratteristiche delle aree protette sulla base della proposta ai fini dell'analisi diagnostica contenuta nell'Atto di indirizzo e coordinamento (delibera n. 731 del 25/06/2020) della L.R. 24/17 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio".

Degrado/criticità come punti di debolezza	Qualità come punti di forza	Fattori di resilienza come opportunità	Fattori di vulnerabilità come minacce

scarsità di collegamenti trasversali tra aree natura 2000 e elementi della rete ecologica	presenza di elementi della rete ecologica presenza di habitat protetti ai sensi della Rete Natura 2000	presenza di habitat peculiari da salvaguardare presenza di elementi quali maceri e zone umide nella matrice agricola	cambiamenti climatici urbanizzazione e progressivo isolamento delle aree protette

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

5. La Vulnerabilità Paesaggistica

La crisi climatica e la pressione antropica sul sistema territoriale modificano continuamente gli scenari futuri e i comportamenti umani e quindi le capacità di adattamento. La velocità di trasformazione ha ormai superato la capacità di adattamento delle componenti biologiche, comportando in molti casi reazioni insospettabili dei sistemi paesistico-ambientali. Quelli che hanno reagito meglio sembrano essere dotati di una maggiore capacità propria di risposta, quindi meno vulnerabili, ma i sistemi paesistico-ambientali che subiscono una pressione o disturbo, possono avere effetti molto diversi su ambiti diversi. Di conseguenza, il Capitale Naturale ricompreso all'interno di un sistema paesistico ambientale può variare la capacità di erogare Servizi Ecosistemici in relazione al grado di vulnerabilità del sistema e alla sua capacità di resilienza.

La vulnerabilità è intesa come la predisposizione di un sistema paesistico all'instabilità fino a modificare in modo radicale la propria struttura (mosaico ed elementi che lo compongono), le proprie funzioni (processi e dinamiche) e l'organizzazione (legami, relazioni, gerarchie) a seguito di forze esterne di trasformazione antropogeniche e/o naturali (es. i paesaggi molto frammentati sono più soggetti a sparizione/modifica radicale di altri).

Si noti che queste proprietà, di cui la terza è la resistenza, dipendono in larga misura dal tipo e dalla qualità delle risorse naturali e culturali di base di un ambito dato. Queste hanno influito per secoli sull'evoluzione dei paesaggi, forgiando la struttura e l'identità, e ponendosi come una sorta di "DNA dei paesaggi". Più è forte il DNA, più i paesaggi hanno potuto raggiungere una loro connotazione propria, riconoscibile, che è durata nel tempo nonostante trasformazioni ingenti indotte dalle recenti attività umane (Gibelli e Dosi, 2017).

Questa parte dello studio si pone l'obiettivo di analizzare la predisposizione di un sistema paesistico all'instabilità fino a modificare in modo radicale la propria struttura (il mosaico e gli elementi che lo compongono), le proprie funzioni (processi e dinamiche) e organizzazione (legami, relazioni, gerarchie) a seguito di forze esterne di trasformazione antropogeniche e/o naturali (es. i paesaggi particolarmente frammentati, oppure quelli destinati a modificarsi radicalmente a fronte di alterazioni indotte dai cambiamenti climatici). Per fare ciò è stata condotta un'analisi della Vulnerabilità, cioè una valutazione del livello di criticità degli ecosistemi

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

compresi all'interno dell'Area di Studio per ogni UEF, in relazione ai driver della crisi dei cambiamenti climatici e finalizzata alla definizione dello stato di salute di tali ecosistemi e dei conseguenti livelli di resilienza nel fornire SE.

Gli indicatori spaziali utilizzati per stimare il livello di vulnerabilità/resilienza delle unità ecologico funzionali sono molteplici, quelli utilizzati in questo lavoro sono di seguito elencati. Nei paragrafi successivi sono specificati i dati utilizzati, le metodologie applicate e infine i risultati ottenuti.

- Matrice-Analisi dell'uso del suolo
- Indice di Superficie Drenante (Idren)
- Indice di Urbanizzazione Diffusa (Sprawl)
- habitat umano e standard pro capite

5.1. Metodologia di valutazione

5.1.1. *Dati utilizzati*

Per le valutazioni sono state utilizzate le seguenti fonti di dati:

- uso del suolo in formato GIS vettoriale della Regione Emilia Romagna 2017;
- GIS vettoriale del Database Topografico Regionale (RER) relativo agli elementi stradali e ferroviari;
- limiti delle UEF come precedentemente definite (par.3.);
- limiti amministrativi (comuni);
- dati ISTAT popolazione residente: censimento ISTAT 2011 (dettaglio su sezione di censimento) e quello aggiornato al 2018 (dettaglio comunale).

5.1.2. *Caratterizzazione del paesaggio*

La Matrice di un paesaggio è formata dall'insieme di elementi che maggiormente regolano processi e funzioni interni. In genere è data dal tipo di elemento o dall'abbinamento ricorrente di più elementi maggiormente diffusi e/o connessi in un mosaico, che ne determinano la strutturazione e i caratteri identitari di base. La matrice è dunque caratterizzata dall'elemento o

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

dall'abbinamento organizzato di più elementi che determinano una copertura estensiva, alta connettività, e/o maggior controllo sulle dinamiche (Forman, 1995).

La matrice è stata misurata in % di presenza degli usi del suolo dominanti in rapporto alla superficie complessiva dell'area studio. Uno degli aspetti più importanti è definire quali siano gli elementi del mosaico che maggiormente concorrono a definire la struttura del mosaico e l'identità del paesaggio. In sostanza si tratta di definire gli elementi "dominanti" che attraverso i loro legami funzionali definiscono la maggior parte di funzioni e processi del sistema paesistico-ambientale. Ad esempio, un paesaggio agrario sarà definito da elementi quali campi, siepi, strade interpoderali, cascine/edifici rurali, reticolo irriguo. Di questi, probabilmente, i campi e, scendendo di scala, alcune colture, rappresenteranno gli elementi più diffusi e tra di loro connessi. La probabilità che quel paesaggio continui a vivere nel tempo e non subisca drastiche trasformazioni in tempi brevi, è affidata all'estensione e alla connettività degli elementi dominanti che lo caratterizzano nel suo insieme e ne consentono i processi che conferiscono stabilità al mosaico.

Mediante analisi statistiche quali la *cluster analysis* si identificano aggregazioni di tipologie diverse della carta ambientale che definiscono ambiti con caratteristiche simili in termini di similarità di elementi del paesaggio principalmente sulla base della copertura di uso del suolo.

Quando la matrice non è evidente, in genere siamo di fronte o a un degrado, dovuto alla mancanza di struttura del sistema, o ad una dinamica di trasformazione in atto. Una matrice stabile dovrebbe avere almeno il 60% del territorio coperto dagli elementi che la definiscono. Il grado di stabilità della matrice è un elemento per la valutazione della vulnerabilità di un ambito paesistico. Più il valore aumenta, allontanandosi dalla soglia del 60%, maggiore è la sua stabilità e resistenza nei confronti delle azioni destrutturanti dovute all'inserimento di nuove opere di trasformazione. Contemporaneamente diminuisce l'eterogeneità del Paesaggio considerato. Una matrice solida non è comunque immune dagli impatti delle opere di trasformazione, ma meno vulnerabile rispetto all'innesco di processi di destrutturazione.

5.1.3. *Habitat Umano (HU) e Habitat Standard Pro-Capite (HS)*

L'Habitat Standard pro-capite (HS), è uno standard ecologico che mette in relazione lo spazio utilizzato dall'uomo per vivere (Habitat Umano, HU) con il numero di individui che utilizzano

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

quello spazio. HS considera il territorio realmente occupato dall'uomo per l'espletamento delle sue funzioni vitali (residenza, cultura e ricreazione, produzione di cibo, lavoro, spostamenti e utilizzo dei servizi tecnologici, protezione dell'ambiente utilizzato). Nel conto non vengono inserite le superfici naturali o seminaturali, nelle quali l'uomo entra saltuariamente come un "visitatore", e che di fatto non utilizza, se non in minima parte. L'HS misura, dunque, il carico antropico che insiste effettivamente su una certa area, permettendo di valutare la compatibilità tra il tipo di paesaggio esistente, il tipo di organizzazione e il carico antropico presente, e confrontare tra loro i valori delle diverse UEF. Ad ogni uso (copertura) del suolo è attribuito un valore di % HU, come riportato nella tabella che segue.

Tabella 15 - - Valore di % HU attribuito ad ogni uso (copertura) del suolo.

USI DEL SUOLO	***HU%***
Boschi a prevalenza di salici e pioppi, Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione, Rocce nude, falesie e affioramenti, Aree calanchive, Zone umide interne, Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa, Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	0
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti, Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni, Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini, Castagneti da frutto, Boscaglie ruderali, Boschi di conifere, Boschi misti di conifere e latifoglie, Aree con vegetazione rada di altro tipo, Canali e idrovie	20
Prati, Colture temporanee associate a colture permanenti, Sistemi colturali e particellari complessi	50
Aree incolte urbane, Bacini artificiali	80
Frutteti, Oliveti	90
Vigneti	95
Tessuto residenziale compatto e denso, Tessuto residenziale rado, Tessuto residenziale urbano, Strutture residenziali isolate, Insediamenti produttivi, Insediamenti agro-zootecnici, Insediamenti commerciali, Insediamenti di servizi, Insediamenti ospedalieri, Impianti tecnologici, Autostrade e superstrade, Reti stradali, Aree verdi associate alla viabilità, Reti ferroviarie, Impianti di smistamento merci, Aree per impianti delle telecomunicazioni, Reti per la distribuzione e produzione dell'energia, Impianti fotovoltaici, Reti per la distribuzione idrica, Aree portuali per il diporto, Aeroporti per volo sportivo e eliporti, Aree estrattive attive, Aree estrattive inattive, Discariche e depositi di cave, miniere e industrie, Discariche di rifiuti solidi urbani, Depositi di rottami, Cantieri e scavi, Suoli rimaneggiati e artefatti, Parchi, Ville, Campeggi e strutture turistico-ricettive, Aree sportive, Parchi di divertimento, Campi da golf, Ippodromi, Autodromi, Aree adibite alla balneazione, Cimiteri, Seminativi non irrigui, Seminativi semplici irrigui, Vivai, Colture orticole, Pioppeti colturali, Altre colture da legno, Rimboschimenti recenti	100

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

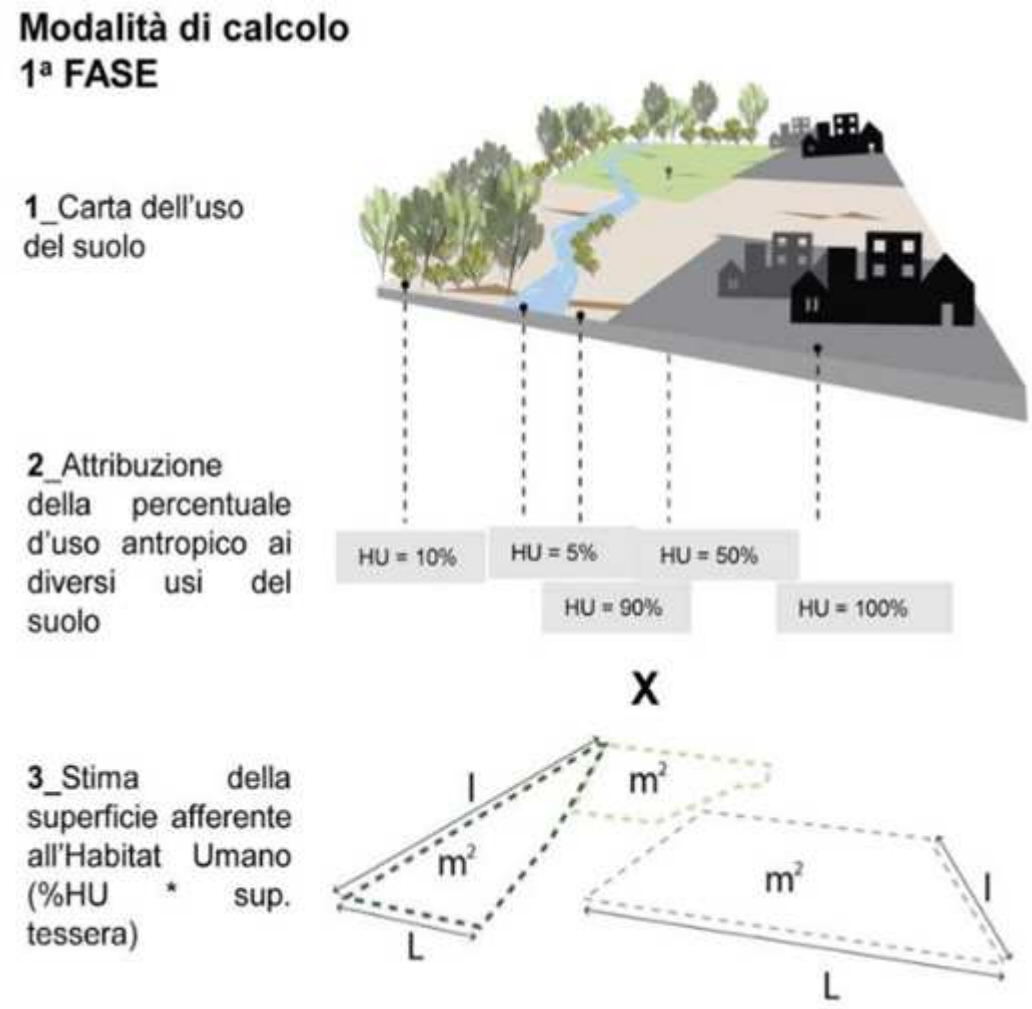


Figura 31 - HU, modalità di calcolo delle superfici interessate dalle attività umane (Studio Arch. Gioia Gibelli).

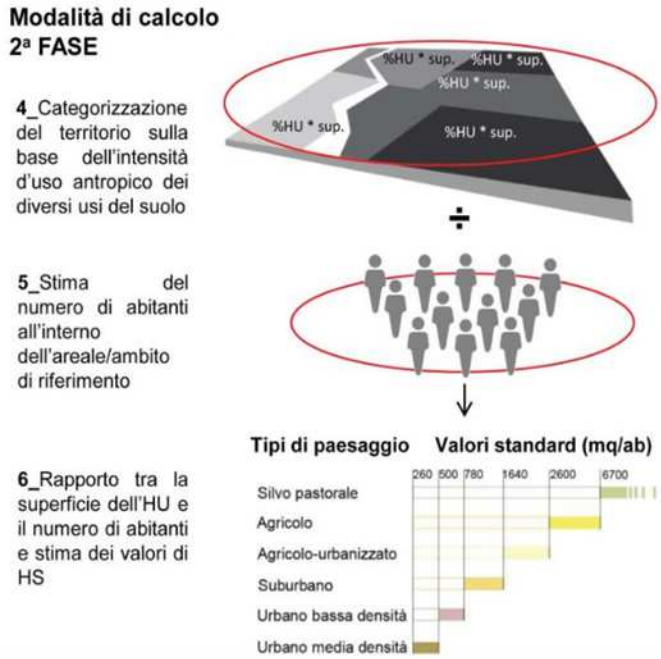


Figura 32 - - Habitat Standard pro-capite (HS): individuazione delle tipologie di paesaggio e carico antropico (Studio Arch. Gioia Gibelli)

I diversi valori che si ottengono sono raggruppati in classi caratteristiche di differenti intensità di pressioni degli usi antropici sul territorio. Sono definibili soglie critiche che individuano il limite tra carichi di diverso tipo e, di conseguenza, livelli diversi di sostenibilità del carico stesso, a seconda dei caratteri del territorio in esame.

I valori di HS sono anche caratteristici delle diverse tipologie di paesaggio: il passaggio da una soglia ad un'altra non significa quindi soltanto un aumento o diminuzione di carico antropico, significa un cambio di organizzazione portatore di alterazioni sostanziali nella struttura e, quindi, nella fisionomia del paesaggio. Si ricorda che la variazione di tipo di paesaggio non significa solo un cambiamento "nell'aspetto", ma una modifica delle sue esigenze organizzative: pertanto tale cambiamento è visto come una potenziale criticità. Tale indicatore è quindi un utile descrittore delle trasformazioni antropiche nei vari contesti.

Si possono individuare valori standard di HS caratteristici di diverse tipologie di paesaggio, come mostra la tabella che segue.

Tabella 16 - - Valori standard di HS caratteristici delle diverse tipologie di paesaggio.

Tipologia di paesaggio	HS (mq/ab)
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale	> 6.700
Agricolo	2.600 - 6.700
Agricolo urbanizzato	1.640 - 2.600
Rurale povero/Rururbano/Suburbano	780 - 1.640
Urbano a bassa densità	500 - 780
Urbano a media densità	260 - 500
Urbano ad alta densità	80 - 260

L'analisi è stata condotta a livello di intera Area di Studio e sulle singole UEF rappresentate dai sottobacini selezionati. Per i dati sulla popolazione residente sono stati utilizzati il censimento ISTAT 2011 (dettaglio su sezione di censimento) e quello aggiornato al 2018 (dettaglio comunale).

Per estrapolare il numero di residenti su ambiti che non coincidono con i limiti amministrativi comunali, sono state utilizzate le sezioni di censimento 2011 o frazioni di esse in caso di solo parziale inclusione nell'ambito considerato, e il relativo valore (campo P1 = Popolazione residente totale) in base alla porzione di sezione inclusa nell'ambito (UEF). Tale valore è stato quindi corretto applicando il tasso di variazione tra 2011 e 2018 per comune (tenendo conto delle variazioni amministrative determinate da fusioni di comuni e quant'altro).

5.1.4. *Indici di compromissione paesaggistica - urbanizzazione diffusa (Sprawl)*

Gli indici prendono in considerazione sia il suolo effettivamente consumato dalle strutture e dalle infrastrutture insediative, sia le fasce di territorio da esse interferite e sotto utilizzate o utilizzabili. Permettono quindi di:

- precisare gli effetti complessivi del consumo di suolo, in quanto si tiene conto delle modalità distributive degli insediamenti e non solo delle quantità di suolo impermeabilizzato;
- cartografare il suolo interferito dagli insediamenti a bassa densità e dalle infrastrutture;
- stimare le quantità complessive di suolo "sprecato";

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

- individuare le aree a rischio di aumento della vulnerabilità complessiva dei territori interessati, a causa della dispersione insediativa.

Lo scopo delle misure è quello di evidenziare la corrispondenza tra sistemi di paesaggio e modelli insediativi e di evidenziare i casi di "spreco" di suolo e risorse. A tal fine sono stati utilizzati tre indici con significati diversi che, insieme, permettono di definire l'entità del fenomeno:

- l'indice di Forma Insediativa, restituisce l'abbondanza o meno della superficie interferita generata dagli insediamenti. L'entità di tale superficie varia a seconda del modello insediativo più o meno disperso, che costituisce un carattere proprio dei paesaggi;
- l'indice di Occupazione Complessiva, restituisce il carico insediativo complessivo rispetto agli ambiti spaziali considerati;
- l'indice di Compromissione Paesaggistica, combina i due indici precedenti, per fornire una lettura della dispersione calibrata sui modelli insediativi dei diversi ambiti (Tabella 17).

Tabella 17 - Usi del suolo e dimensionamento dei buffer utilizzati per la stima della superficie interferita.

Uso del suolo	***superficie insediata (utilizzata)***	***buffer per la stima della superficie interferita***
Tessuto residenziale compatto e denso, Tessuto residenziale rado, Tessuto residenziale urbano, Strutture residenziali isolate, Insediamenti produttivi, Insediamenti agro-zootecnici, Insediamenti commerciali, Insediamenti di servizi, Insediamenti ospedalieri, Impianti tecnologici, Autostrade e superstrade, Reti stradali, Aree verdi associate alla viabilità, Reti ferroviarie, Impianti di smistamento merci, Aree per impianti delle telecomunicazioni, Reti per la distribuzione e produzione dell'energia, Impianti fotovoltaici, Aree portuali per il diporto, Aeroporti per volo sportivo e eliporti, Aree estrattive attive, Discariche e depositi di cave, miniere e industrie, Discariche di rifiuti solidi urbani, Depositi di rottami, Cantieri e scavi, Suoli rimaneggiati e artefatti, Parchi, Ville, Campeggi e strutture turistico-ricettive, Aree sportive, Parchi di divertimento, Campi da golf, Ippodromi, Autodromi, Aree adibite alla balneazione, Cimiteri, Bacini artificiali	area del poligono	50
tutti gli altri tipi di uso del suolo (tranne le strade)		nessun buffer
Reti stradali (da DBTR)	↓	↓
Autostrada	30	50
Strada statale	10	30
Strada provinciale	6	20
Strada comunale	4	10

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

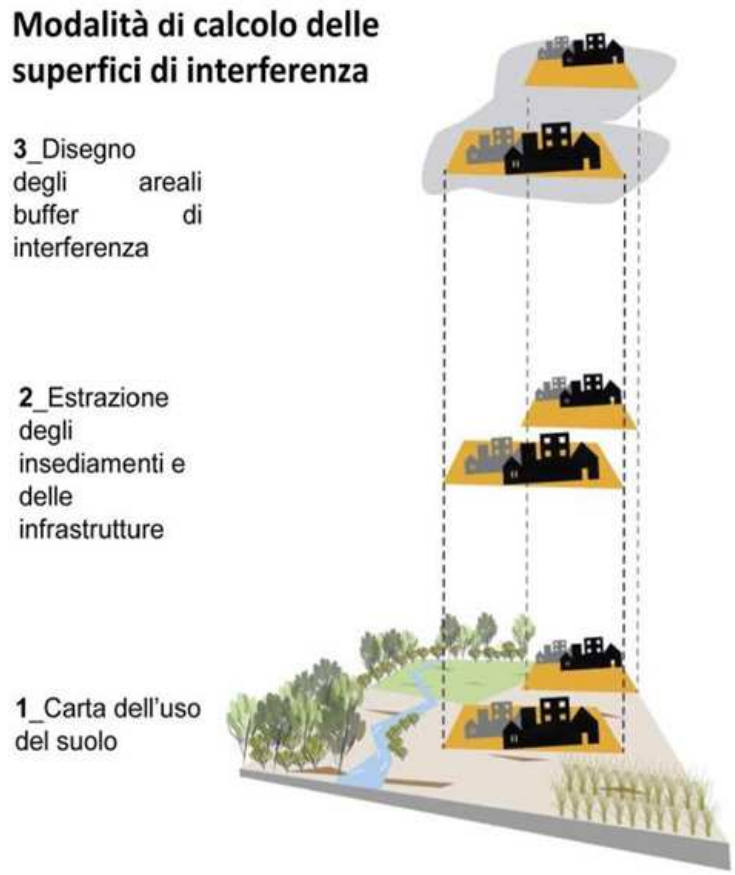


Figura 33 - - Indice di compromissione Paesaggistica: modalità di calcolo ed interpretazione dei risultati (Studio Arch. Gioia Gibelli) .

Tabella 18 - - Classi di vulnerabilità dell'Indice di Compromissione Paesaggistica.

Classe di vulnerabilità	*Intervallo di valori*
molto alta	**x ≥ 90**
alta	**75 ≤ x < 90**
medio alta	**62 ≤ x < 75**
media	**50 ≤ x < 62**
media bassa	**33 ≤ x < 50**
bassa	**20 ≤ x < 33**
molto bassa	**x < 20**

5.1.5. *Indice di superficie drenante (Idren)*

L'indice misura, in termini percentuali, gli effetti dell'urbanizzazione sulla riduzione dei servizi erogati dal suolo libero. L'indice è ottenuto a partire da una stima del coefficiente di superficie drenante (Idren) per ogni classe di uso del suolo; la formula utilizzata è la seguente:

Idren = (Auso * K_dren) / AUTdP, in cui:
Idren = indice di superficie drenante
Auso = superficie totale di un elemento
K_dren = coefficiente di superficie drenante dell'elemento
AUTdP = area dell'ambito considerato.

L'indice è il rapporto tra la superficie drenante e la superficie totale di ogni ambito. Si calcola l'incidenza media della superficie drenante, la quale origina un coefficiente diverso per ogni tipologia. La superficie drenante è ottenuta moltiplicando il coefficiente per la superficie di ogni tipologia di uso del suolo e l'indice è il rapporto tra la superficie drenante complessiva e la superficie totale di ogni ambito.

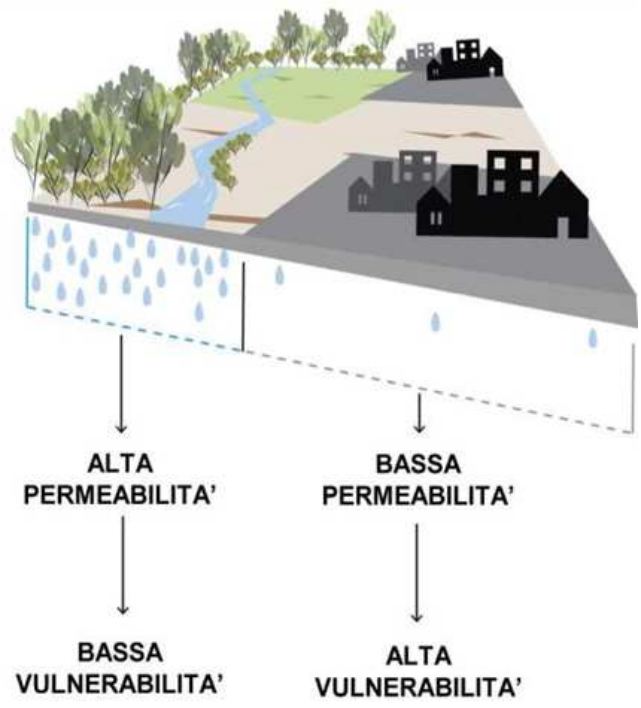


Figura 34 - -Modalità di calcolo dell'Indice di superficie Drenante (Idren) (Studio Arch. Gioia Gibelli)

Tabella 19 - – Soglie di vulnerabilità dell'Indice di superficie drenante (Idren).

SOGLIE DI VULNERABILITA'	Sup. permeabile (%)
Alta	x < 65%
Medio-alta	65% ≤ x < 75%
Media	75% ≤ x < 85%
Medio-bassa	85% ≤ x < 95%
Bassa	x ≥ 95%

Tabella 20 - – Coefficienti di superficie drenante per ogni classe di uso del suolo.

USI DEL SUOLO	K_dren
Tessuto residenziale compatto e denso, Autostrade e superstrade	0
Insediamenti produttivi, Insediamenti commerciali, Impianti di smistamento merci	0,1
Reti stradali, Cantieri e scavi	0,2
Tessuto residenziale rado, Insediamenti agro-zootecnici, Reti ferroviarie, Aree per impianti delle telecomunicazioni, Reti per la distribuzione e produzione dell'energia, Reti per la distribuzione idrica, Aree portuali per il diporto, Discariche e depositi di cave, miniere e industrie, Discariche di rifiuti solidi urbani, Depositi di rottami, Suoli rimaneggiati e artefatti	0,3
Insediamenti di servizi, Campeggi e strutture turistico-ricettive	0,4
Insediamenti ospedalieri, Impianti tecnologici, Aree verdi associate alla viabilità, Impianti fotovoltaici, Aeroporti per volo sportivo e eliporti, Ville, Aree sportive, Cimiteri	0,5
Tessuto residenziale urbano, Parchi di divertimento, Autodromi, Aree adibite alla balneazione, Colture orticole	0,6
Strutture residenziali isolate, Vivai	0,7
Rocce nude, falesie e affioramenti, Aree calanchive, Campi da golf, Ippodromi	0,8
Parchi	0,85
Aree estrattive attive, Aree estrattive inattive	0,9
Boschi a prevalenza di salici e pioppi, Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione, Zone umide interne, Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa, Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante, Aree con colture agricole e spazi naturali importanti, Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni, Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini, Castagneti da frutto, Boscaglie ruderali, Boschi di conifere, Boschi misti di conifere e latifoglie, Aree con vegetazione rada di altro tipo, Canali e idrovie, Prati, Colture temporanee associate a colture permanenti, Sistemi colturali e particellari complessi, Aree incolte urbane, Bacini artificiali, Frutteti, Oliveti, Vigneti, Seminativi non irrigui, Seminativi semplici irrigui, Pioppeti colturali, Altre colture da legno, Rimboschimenti recenti	1

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

5.1.6. *Risultati e considerazioni*

Per la rappresentazione dei risultati è stata prodotta una scheda per ognuna delle 22 UEF comprese all'interno dell'Area di Studio in cui sono condensate le informazioni derivate dai diversi indici utilizzati oltre ai dati di sintesi che caratterizzano l'UEF. L'analisi dei cluster è stata effettuata sui dati della carta di uso del suolo al 2° livello di raggruppamento per ciascuna delle 22 UEF . L'analisi porta all'individuazione di 4 gruppi principali come evidenziato in Figura 50. La composizione percentuale delle tipologie di uso del suolo al 2° livello sono riportate nella Tabella 12, mentre le caratteristiche salienti di ogni gruppo vengono sinteticamente descritte nei paragrafi successivi.

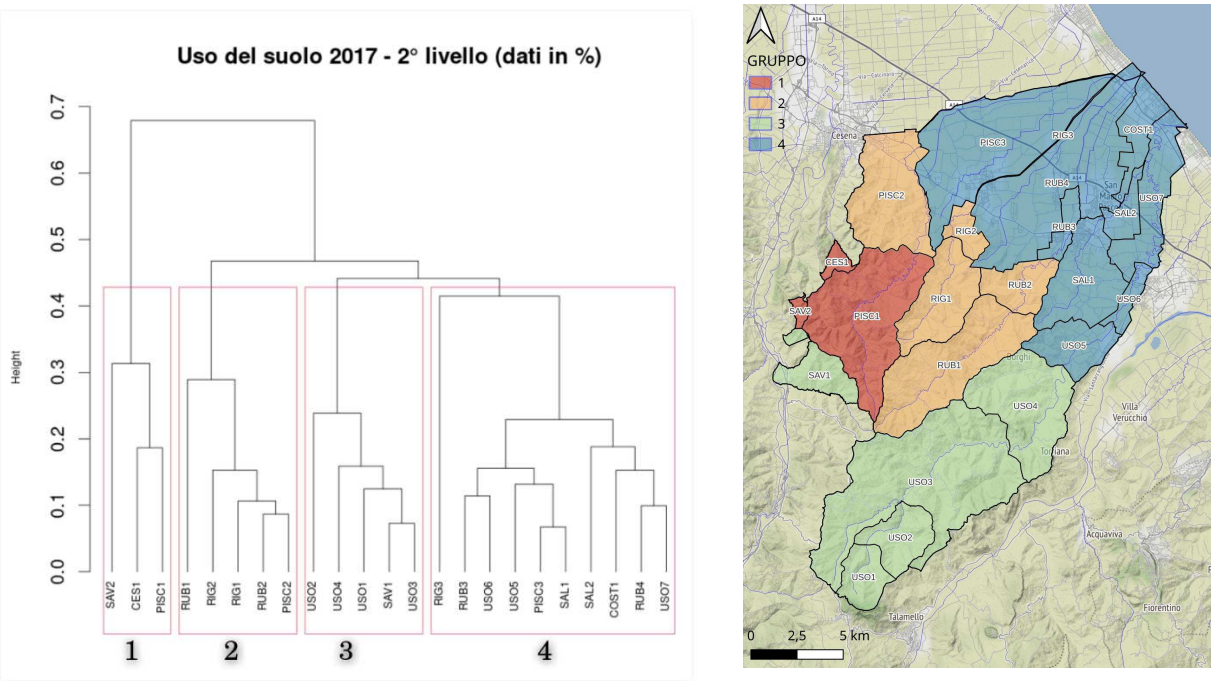


Figura 35 - Risultati della Cluster Analysis

Tabella 21 - - Composizione di uso del suolo (2° livello) delle UEF ordinate secondo la cluster analysis.

	Zone urbanizzate	Insediamenti produttivi, commerciali, ecc.	Aree estrattive, discariche, cantieri, terreni artefatti e abbandonati	Aree verdi artificiali non agricole	Seminativi	Colture permanenti	Prati stabili (foraggiere permanenti)	Zone agricole eterogenee	Aree boscate	Ambienti con vegetazione arbustiva e/o erbacea in evoluzione	Zone aperte con vegetazione rada o assente	Zone umide interne	Acque continentali
	11	12	13	14	21	22	23	24	31	32	33	41	51
SAV2	1,28%	0,23%	0,00%	0,00%	0,51%	9,76%	0,35%	0,80%	75,66%	2,11%	9,30%	0,00%	0,00%
CES1	8,70%	1,45%	0,00%	0,00%	8,02%	20,69%	0,00%	1,24%	59,62%	0,24%	0,00%	0,00%	0,04%
PISC1	4,77%	1,20%	0,11%	0,59%	14,19%	23,21%	4,69%	1,29%	44,16%	5,43%	0,15%	0,00%	0,22%
RUB1	5,75%	3,38%	0,48%	0,23%	30,97%	25,21%	2,67%	0,87%	17,99%	10,26%	1,38%	0,00%	0,80%
RIG2	15,17%	5,48%	0,35%	2,48%	20,17%	54,14%	0,00%	1,44%	0,15%	0,17%	0,00%	0,00%	0,45%
RIG1	9,33%	2,12%	0,23%	0,53%	23,51%	43,94%	2,93%	2,02%	12,17%	2,98%	0,00%	0,00%	0,24%
RUB2	8,13%	2,44%	0,18%	0,93%	29,70%	47,71%	1,16%	2,98%	2,72%	1,27%	0,00%	0,00%	2,78%
PISC2	12,14%	4,47%	0,26%	3,03%	25,11%	43,75%	0,26%	1,86%	5,35%	2,71%	0,00%	0,00%	1,05%
USO2	1,72%	0,87%	0,94%	0,02%	41,26%	0,91%	7,09%	0,22%	13,63%	11,73%	21,06%	0,00%	0,55%
USO4	5,83%	3,98%	2,85%	0,39%	32,70%	8,25%	4,51%	0,78%	14,78%	21,06%	2,67%	0,00%	2,21%
USO1	1,64%	1,04%	0,00%	0,03%	34,28%	0,08%	3,05%	0,07%	23,97%	21,97%	13,87%	0,00%	0,00%
SAV1	2,54%	4,25%	1,15%	0,96%	26,12%	1,62%	8,36%	0,00%	20,90%	24,12%	7,91%	0,00%	2,04%
USO3	2,74%	2,18%	1,71%	0,15%	26,97%	2,08%	5,38%	0,13%	26,69%	24,76%	5,99%	0,00%	1,22%
RIG3	22,85%	16,53%	0,35%	1,23%	25,41%	2,50%	0,00%	0,87%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30,26%
RUB3	18,81%	10,30%	0,26%	8,12%	45,70%	11,70%	1,36%	0,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,43%
USO6	17,10%	10,81%	0,62%	6,51%	36,79%	15,95%	0,62%	0,76%	2,95%	0,28%	0,00%	0,00%	7,61%
USO5	13,74%	6,08%	0,99%	1,91%	40,77%	23,03%	1,23%	1,98%	1,99%	5,02%	0,00%	0,00%	3,26%
PISC3	12,74%	7,80%	0,54%	1,46%	51,60%	23,26%	0,00%	0,92%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	1,64%
SAL1	15,33%	10,91%	0,48%	1,89%	51,11%	18,09%	0,37%	0,93%	0,00%	0,54%	0,00%	0,00%	0,36%
SAL2	11,99%	10,41%	0,21%	1,82%	70,19%	2,73%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,64%
COST1	20,05%	20,02%	1,46%	6,53%	48,43%	1,25%	0,00%	1,81%	0,00%	0,11%	0,00%	0,00%	0,33%
RUB4	15,46%	14,45%	0,95%	4,19%	53,71%	7,97%	0,01%	1,24%	0,11%	0,24%	0,00%	0,04%	1,62%
USO7	11,65%	11,56%	0,34%	2,28%	59,51%	6,23%	0,18%	0,68%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	7,52%

Tabella 22 - sintesi dei risultati per l'indice di compromissione paesaggistica

Bacino	UEF	area (ha)	Superficie costruita (ha)	Superficie interferita (ha)	tot. Interferita (costr. + interf.)	non compromessa	Indice di Forma Insediativa (FI) - valore adimensionale -	Indice di Occupazione Complessiva (OC) - % su totale sottobacino -	Indice di compromissione paesaggistica (CP) - valore adimensionale -	Giudizio
F. SAVIO	SAV1*	837,1	84,18	147,53	231,7	605,4	2,753	27,68%	76,2	Vulnerabilità alta
	SAV2*	106,3	2,93	12,58	15,5	90,8	5,295	14,58%	77,2	Vulnerabilità alta
F. RUBICONE	RUB1	2891,1	329,34	848,47	1177,8	1713,2	3,576	40,74%	145,7	Vulnerabilità molto alta
	RUB2	854,5	110,85	305,93	416,8	437,7	3,760	48,78%	183,4	Vulnerabilità molto alta
	RUB3	378,8	143,00	131,50	274,5	104,3	1,920	72,47%	139,1	Vulnerabilità molto alta
	RUB4	4182,8	1.495,85	1.417,09	2912,9	1269,9	1,947	69,64%	135,6	Vulnerabilità molto alta
F. USO	USO1	724,9	24,03	77,42	101,5	623,5	4,221	14,00%	59,1	Vulnerabilità media
	USO2	961,9	46,51	121,22	167,7	794,2	3,607	17,44%	62,9	Vulnerabilità medio alta
	USO3	5509,1	417,43	946,35	1363,8	4145,4	3,267	24,75%	80,9	Vulnerabilità alta
	USO4	2427,8	341,38	661,73	1003,1	1424,7	2,938	41,32%	121,4	Vulnerabilità molto alta
	USO5	1009,0	240,57	371,97	612,5	396,4	2,546	60,71%	154,6	Vulnerabilità molto alta
	USO6	342,0	121,53	122,39	243,9	98,1	2,007	71,32%	143,1	Vulnerabilità molto alta
	USO7	1476,4	393,37	531,74	925,1	551,2	2,352	62,66%	147,4	Vulnerabilità molto alta
R. CESUOLA	CES1*	180,5	21,94	47,88	69,8	110,7	3,183	38,68%	123,1	Vulnerabilità molto alta
T. RIGOSSA	RIG1	1589,2	221,34	511,32	732,7	856,6	3,310	46,10%	152,6	Vulnerabilità molto alta
	RIG2	402,3	98,91	146,10	245,0	157,3	2,477	60,91%	150,9	Vulnerabilità molto alta
	RIG3	53,5	24,66	27,59	52,2	1,2	2,119	97,67%	206,9	Vulnerabilità molto alta
T. PISCIATELLO	PISC1	3326,7	281,97	780,91	1062,9	2263,8	3,769	31,95%	120,4	Vulnerabilità molto alta
	PISC2	2339,2	496,14	803,91	1300,1	1039,2	2,620	55,58%	145,6	Vulnerabilità molto alta
	PISC3	3921,8	920,75	1.296,19	2216,9	1704,8	2,408	56,53%	136,1	Vulnerabilità molto alta
R. SALTO	SAL1	1785,3	526,25	635,84	1162,1	623,2	2,208	65,09%	143,7	Vulnerabilità molto alta
	SAL2	446,8	111,32	166,52	277,8	169,0	2,496	62,18%	155,2	Vulnerabilità molto alta
BAC. COSTIERI MIN.	COST1	861,9	417,92	247,00	664,9	197,0	1,591	77,14%	122,7	Vulnerabilità molto alta
	ADS	36608,8	6.872,16	10.359,20	17231,4	19377,5	2,507	47,07%	118,0	Vulnerabilità molto alta

Tabella 23 - sintesi dei risultati per l'indice Habitat Standard e Habitat Umano

Bacino	UEF	area (ha)	HU (ha)	HU%	Pop 2018	HS 2018 (mq/ab)	Tipologia di paesaggio
F. SAVIO	SAV1*	837	376	44,9	720	5.223	Agricolo
	SAV2*	106	28	26,3	4	73.174	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
F. RUBICONE	RUB1	2.891	2.025	70,0	2.275	8.900	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	RUB2	854	748	87,6	842	8.885	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	RUB3	379	358	94,5	4.351	822	Rurale povero/Rururbano/Suburbano
	RUB4	4.180	4.044	96,7	27.413	1.475	Rurale povero/Rururbano/Suburbano
F. USO	USO1	725	320	44,2	68	47.195	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	USO2	962	502	52,1	113	44.468	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	USO3	5.509	2.566	46,6	1.569	16.355	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	USO4	2.428	1.510	62,2	1.697	8.900	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	USO5	1.009	879	87,1	3.504	2.508	Agricolo urbanizzato
	USO6	342	299	87,5	2.524	1.185	Rurale povero/Rururbano/Suburbano
	USO7	1.476	1.353	91,7	7.474	1.810	Agricolo urbanizzato
R. CESUOLA	CES1*	181	91	50,2	124	7.282	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
T. RIGOSSA	RIG1	1.589	1.284	80,8	2.640	4.864	Agricolo
	RIG2	402	376	93,5	2.139	1.758	Agricolo urbanizzato
	RIG3	53	40	74,9	531	754	Urbano a bassa densità
T. PISCIATELLO	PISC1	3.327	1.799	54,1	1.304	13.794	Agricolo produttivo/Silvo-pastorale
	PISC2	2.339	2.040	87,2	10.016	2.037	Agricolo urbanizzato
	PISC3	3.922	3.761	95,9	14.690	2.560	Agricolo urbanizzato
R. SALTO	SAL1	1.785	1.730	96,9	11.172	1.549	Rurale povero/Rururbano/Suburbano
	SAL2	447	434	97,1	1.774	2.446	Agricolo urbanizzato
BAC. COSTIERI MIN.	COST1	862	849	98,6	9.839	863	Rurale povero/Rururbano/Suburbano
	ADS	*36.606*	*27.412*		*106.783*	*2.567*	

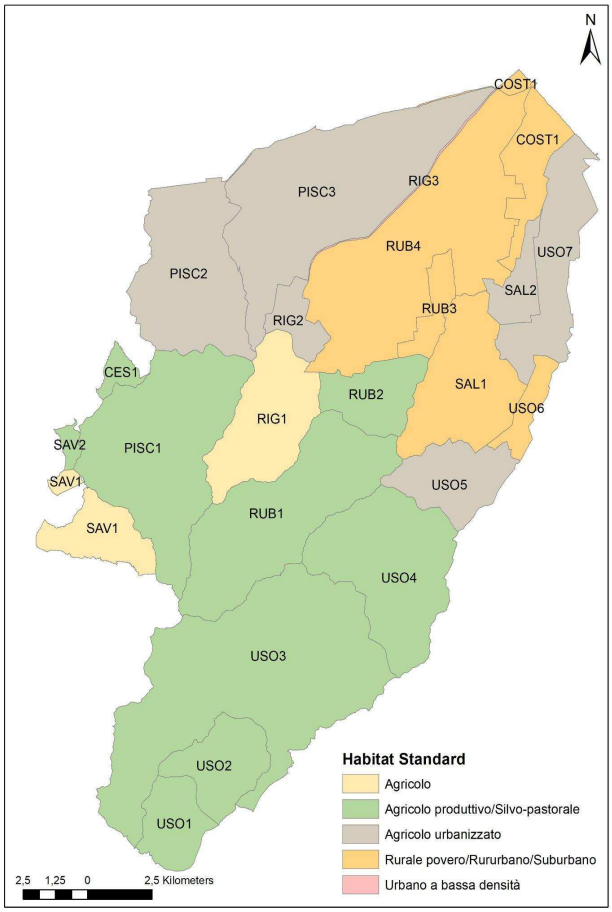


Figura 36 - distribuzione dell'indice Habitat Standard

Tabella 24 - sintesi dei risultati per l'indice di superficie drenante.

Bacino	UEF	area (ha)	Sup. permeabile (ha)	Sup. permeabile (%)	Vulnerabilità
F. SAVIO	SAV1*	837	776	92,71%	Medio-bassa
	SAV2*	106	104	97,57%	Bassa
F. RUBICONE	RUB1	2.891	2.746	95,00%	Medio-bassa
	RUB2	854	811	94,89%	Medio-bassa
	RUB3	379	299	79,02%	Media
	RUB4	4.180	3.298	78,89%	Media
F. USO	USO1	725	696	96,02%	Bassa
	USO2	962	909	94,53%	Medio-bassa
	USO3	5.509	5.239	95,10%	Bassa
	USO4	2.428	2.284	94,09%	Medio-bassa
	USO5	1.009	892	88,41%	Medio-bassa
	USO6	342	276	80,64%	Media
	USO7	1.476	1.252	84,80%	Media
R. CESUOLA	CES1*	181	173	95,81%	Bassa
T. RIGOSSA	RIG1	1.589	1.501	94,45%	Medio-bassa
	RIG2	402	350	87,07%	Medio-bassa
	RIG3	53	41	76,55%	Media
T. PISCIATELLO	PISC1	3.327	3.237	97,32%	Bassa
	PISC2	2.339	2.099	89,74%	Medio-bassa
	PISC3	3.922	3.362	85,73%	Medio-bassa
R. SALTO	SAL1	1.785	1.494	83,67%	Media
	SAL2	447	384	85,89%	Medio-bassa
BAC. COSTIERI MIN.	COST1	862	614	71,21%	Medio-alta
	ADS	*36.606*	*32.838*	*89,71%*	*Medio-bassa*

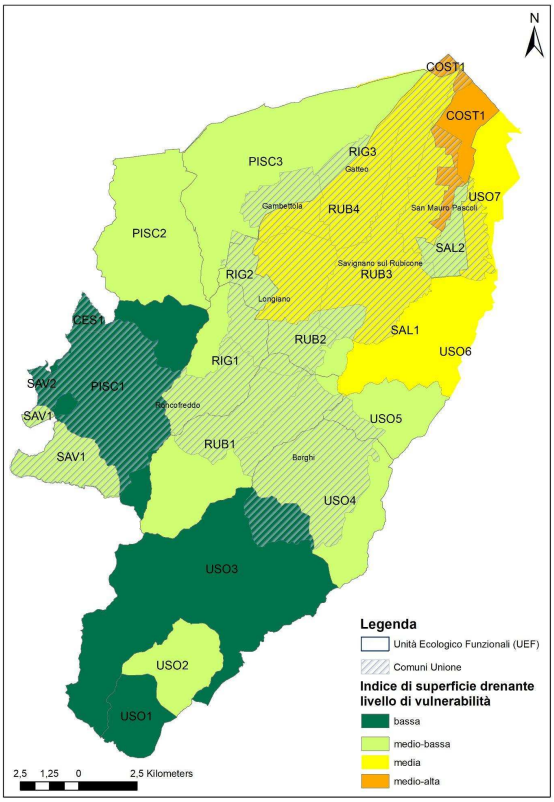


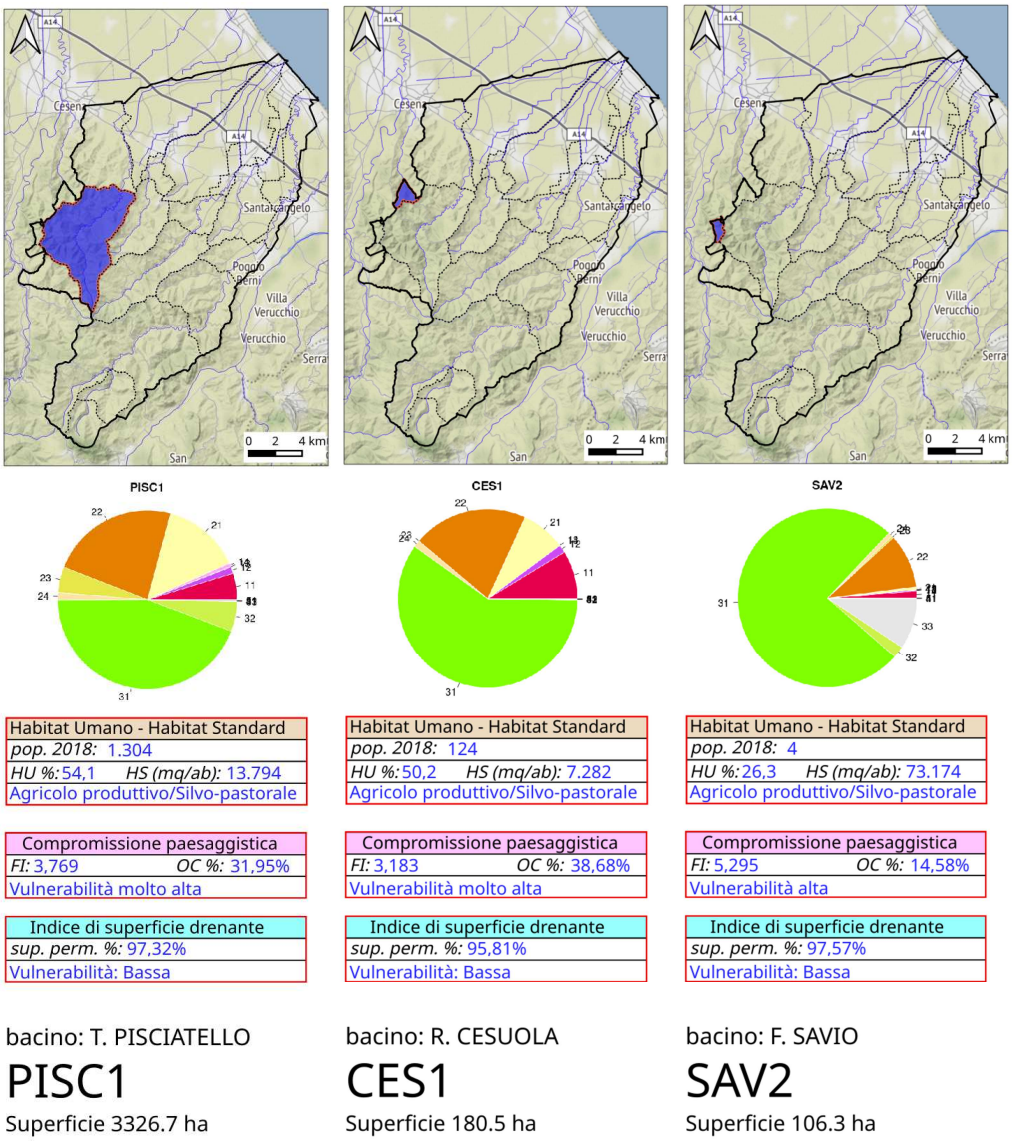
Figura 37 - distribuzione dell'indice di superficie drenante

5.1.6.1. Gruppo 1

Ambiti relativi alla porzione più collinare del torrente Pisciatello (PISC1) e piccole porzioni relative al fiume Savio (SAV1) e Rio Cesuola (CES1). Sono ambiti caratterizzati da alte % di aree boscate da un minimo di 44% (PISC1) ad un massimo di oltre il 75% (SAV2) con significativa presenza di colture permanenti (oltre il 20% per CES1 e PISC1). Gli indicatori di superficie drenante indicano aree a vulnerabilità bassa con oltre il 96% di superficie drenante e alti valori di habitat standard pro-capite ad indicare paesaggi agricoli-produttivi silvo pastorali.

Vulnerabilità alta e molto alta è descritta invece dall'indice di compromissione paesaggistica che sta a significare, soprattutto in PISC1, che esiste un certo livello di interferenza generato dagli insediamenti presenti e dal reticolo stradale evidenziando così potenziali criticità legate alla frammentazione e all'interferenza sui servizi ecosistemici.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

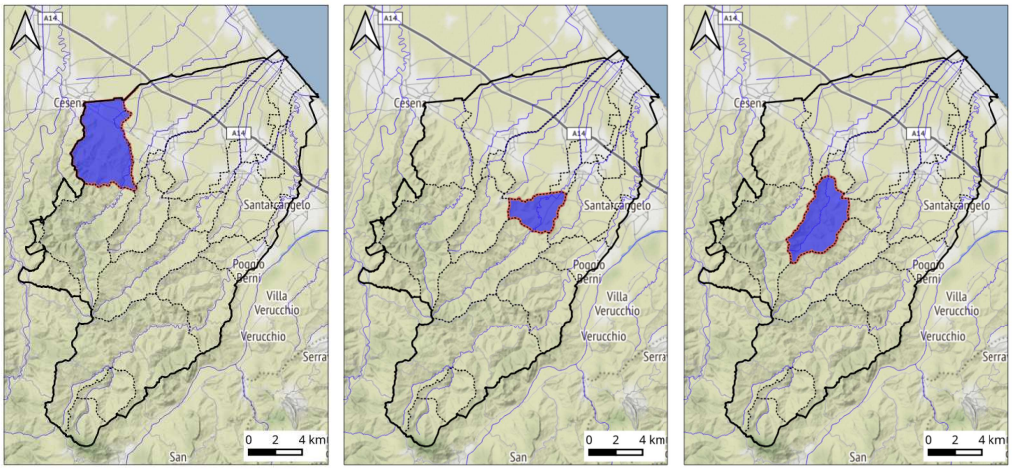


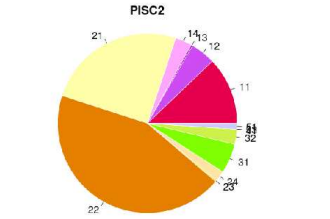
Risultati dell'analisi paesaggistica per il gruppo 1. Per i colori dei grafici a torta si faccia riferimento alla Tabella 21.

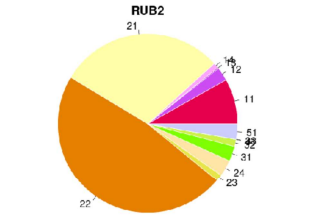
5.1.6.2. Gruppo 2

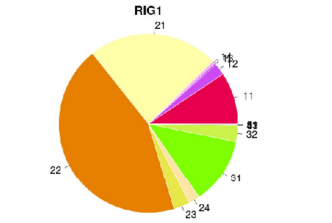
Il gruppo è rappresentato dalla porzione collinare del fiume Rubicone (RUB1 e RUB2) e del torrente Rigossa (RIG1 e RIG2) oltre alla porzione centrale del Pisciatello (PISC2). La matrice è prevalentemente agricola caratterizzata dalle colture permanenti (frutteti) con oltre il 40% dell'estensione associate a seminativi con valori che vanno da un minimo di 20% (RIG2) ad un massimo del 31% (RUB1). La vulnerabilità è molto alta per l'indice di compromissione paesaggistica (sprawl) mentre medio bassa la vulnerabilità relativa alla superficie drenante.

Anche in questo caso la componente di urbanizzazione incide sulla qualità ambientale con valori ad esempio di HS nel momento che l'area assume caratteristiche più collinari, sottolineata da una compromissione paesaggistica ed ecologico funzionale risultante decisamente alta.









Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 10.016
HU %: 87,2 *HS (mq/ab):* 2.037
Agricolo urbanizzato

Compromissione paesaggistica	
FI: 2,620	*OC %:* 55,58%
Vulnerabilità molto alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 89,74%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: T. PISCIATELLO

PISC2

Superficie 2339.2 ha

Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 842
HU %: 87,6 *HS (mq/ab):* 8.885
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale

Compromissione paesaggistica	
FI: 3,760	*OC %:* 48,78%
Vulnerabilità molto alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 94,89%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: F. RUBICONE

RUB2

Superficie 854.5 ha

Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 2.640
HU %: 80,8 *HS (mq/ab):* 4.864
Agricolo

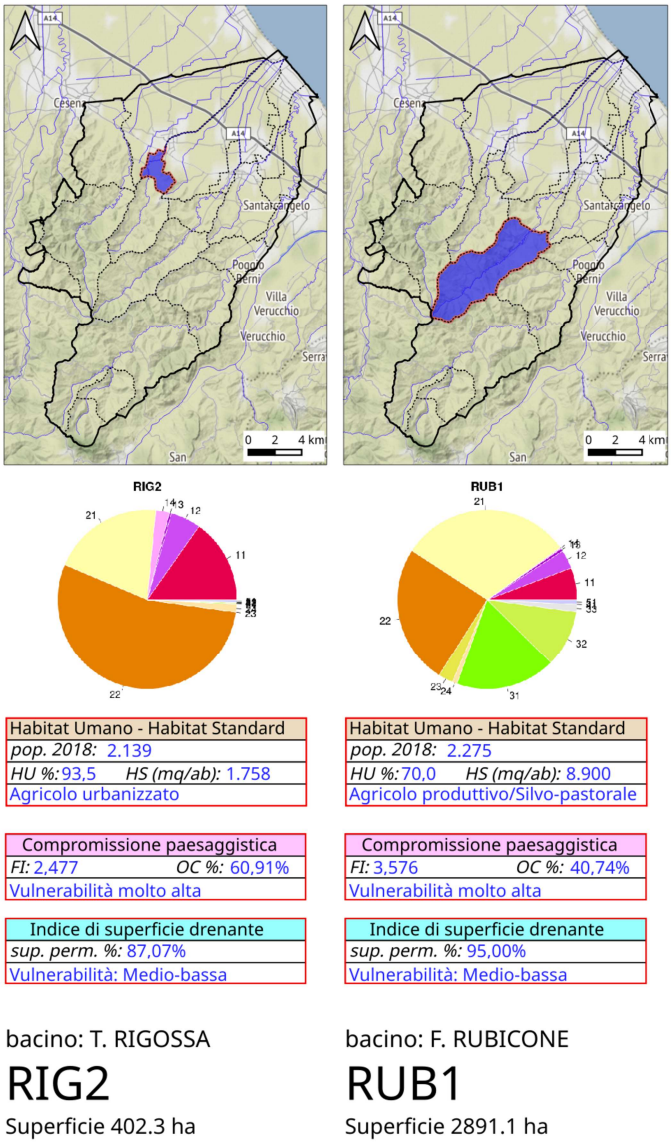
Compromissione paesaggistica	
FI: 3,310	*OC %:* 46,10%
Vulnerabilità molto alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 94,45%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: T. RIGOSSA

RIG1

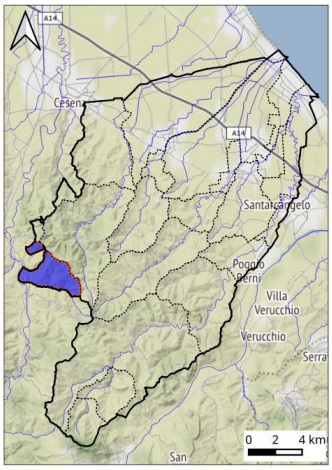
Superficie 1589.2 ha

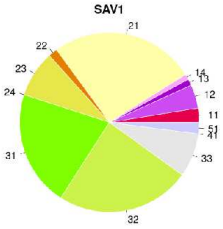


Risultati dell'analisi paesaggistica per il gruppo 1. Per i colori dei grafici a torta si faccia riferimento alla Tabella 21.

5.1.6.3. *Gruppo 3*

Il gruppo 3 è rappresentato dalle UEF dell'alta valle del fiume Uso e della piccola porzione sul fiume Savio (SAV1) nel comune di Roncofreddo. Il gruppo è rappresentato da ambiti in cui diminuisce sensibilmente il carico antropico e aumenta l'HS in modo molto sensibile a sottolineare l'incremento di ambiente naturale e quindi di funzioni ecosistemiche utili alla collettività. Infatti in questo caso la superficie impermeabilizzata non supera il 10% e diminuisce in parte l'indice di compromissione paesaggistica con vulnerabilità media e medio-alta (USO 1 e USO2), ma comunque presente e alta per le altre UEF ad indicare la pressione delle infrastrutture urbane come superficie di interferenza per la compromissione della funzionalità sistemica.





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 720
HU %: 44,9 *HS (mq/ab):* 5.223
Agricolo

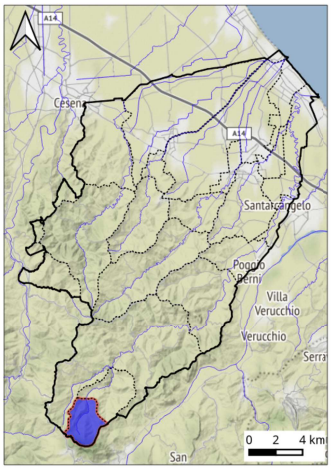
Compromissione paesaggistica	
FI: 2,753	*OC %:* 27,68%
Vulnerabilità alta	

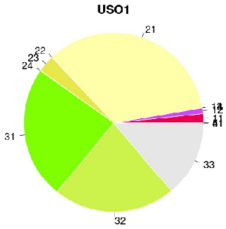
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 92,71%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: F. SAVIO

SAV1

Superficie 837.1 ha





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 68
HU %: 44,2 *HS (mq/ab):* 47.195
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale

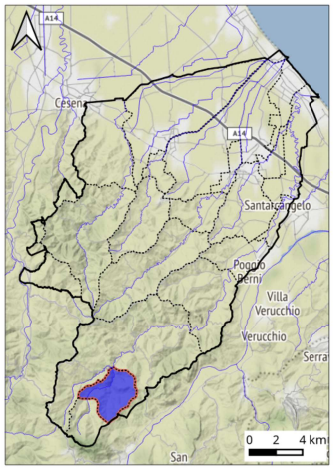
Compromissione paesaggistica	
FI: 4,221	*OC %:* 14,00%
Vulnerabilità media	

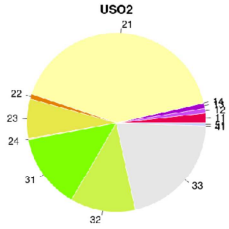
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 96,02%
Vulnerabilità: Bassa

bacino: F. USO

USO1

Superficie 724.9 ha





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 113
HU %: 52,1 *HS (mq/ab):* 44.468
Agricolo produttivo/Silvo-pastorale

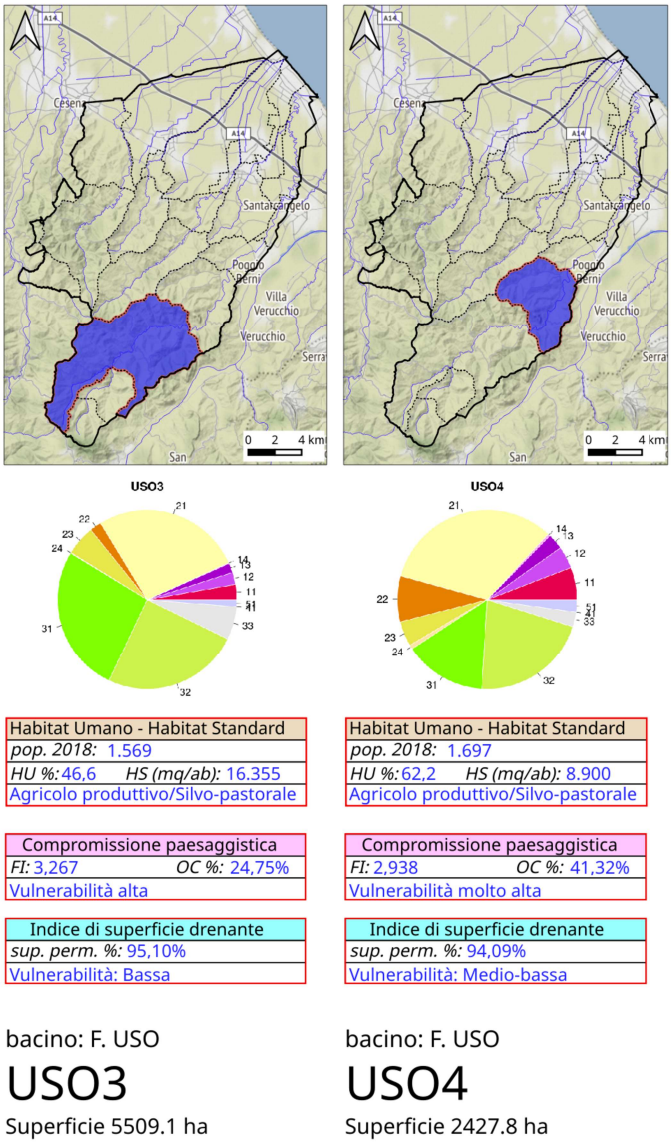
Compromissione paesaggistica	
FI: 3,607	*OC %:* 17,44%
Vulnerabilità medio alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 94,53%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: F. USO

USO2

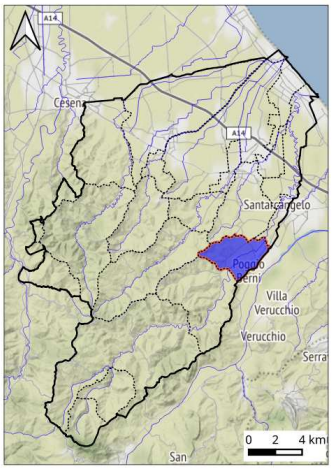
Superficie 961.9 ha

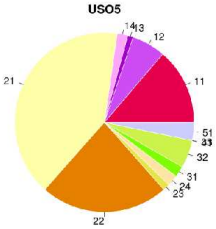


Risultati dell'analisi paesaggistica per il gruppo 1. Per i colori dei grafici a torta si faccia riferimento alla Tabella 21.

5.1.6.4. Gruppo 4

Il gruppo è rappresentato dalle porzioni di pianura dei principali corsi d'acqua del fiume Uso (USO5-7), fiume Rubicone (RUB3 e RUB4), torrenti Pisciatello (PISC3) e Rigossa (RIG3), Rio Salso (SAL1 e SAL2) e dalla porzione costiera (COST1). Sono sicuramente le UEF a maggiore urbanizzazione e vulnerabilità per gli indici di compromissione paesaggistica e di habitat standard procapite e umano con una vulnerabilità media per l'indice di superficie drenante che diventa medio-alta per l'ambito costiero (COST1). È evidente che in questo territorio sono maggiori i problemi di funzionalità ecosistemica e la necessità di mettere in campo una serie di soluzioni riguardanti il metabolismo urbano riferito in particolare ai temi del drenaggio e della qualità dell'aria.





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 3.504
HU %: 87,1 *HS (mq/ab):* 2.508
Agricolo urbanizzato

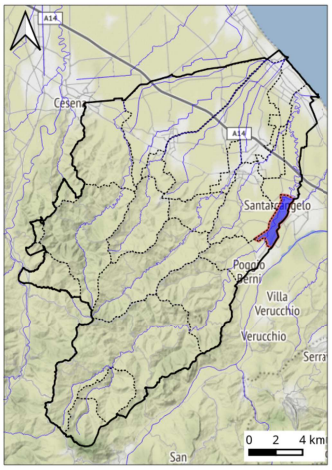
Compromissione paesaggistica	
FI: 2,546	*OC %:* 60,71%
Vulnerabilità molto alta	

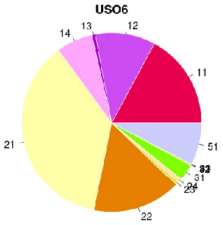
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 88,41%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: F. USO

USO5

Superficie 1009 ha





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 2.524
HU %: 87,5 *HS (mq/ab):* 1.185
Rurale povero/Rururbano/

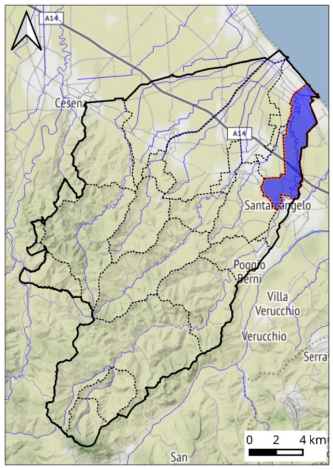
Compromissione paesaggistica	
FI: 2,007	*OC %:* 71,32%
Vulnerabilità molto alta	

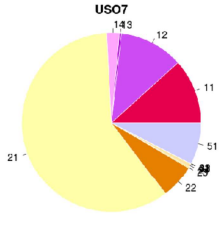
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 80,64%
Vulnerabilità: Media

bacino: F. USO

USO6

Superficie 342 ha





Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 7.474
HU %: 91,7 *HS (mq/ab):* 1.810
Agricolo urbanizzato

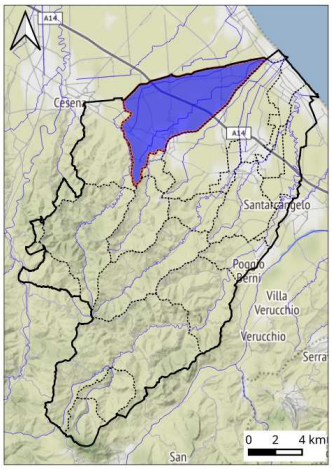
Compromissione paesaggistica	
FI: 2,352	*OC %:* 62,66%
Vulnerabilità molto alta	

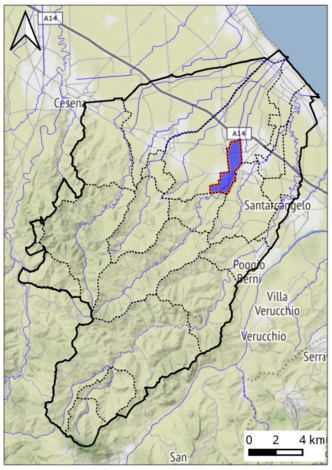
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 84,80%
Vulnerabilità: Media

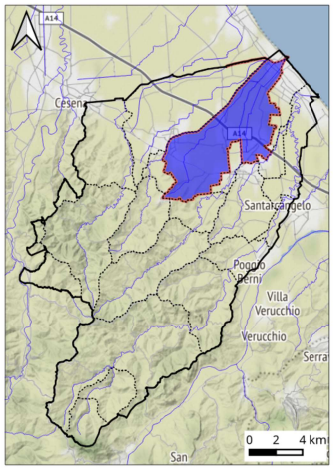
bacino: F. USO

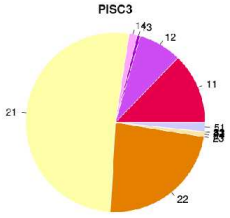
USO7

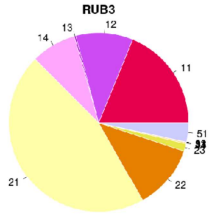
Superficie 1476.4 ha

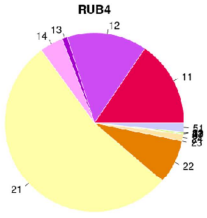












Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 14.690
HU %: 95,9 *HS (mq/ab):* 2.560
Agricolo urbanizzato

Compromissione paesaggistica	
FI: 2,408	*OC %:* 56,53%
Vulnerabilità molto alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 85,73%
Vulnerabilità: Medio-bassa

bacino: T. PISCIATELLO

PISC3

Superficie 3921.8 ha

Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 4.351
HU %: 94,5 *HS (mq/ab):* 822
Rurale povero/Rururbano/

Compromissione paesaggistica	
FI: 1,920	*OC %:* 72,47%
Vulnerabilità molto alta	

Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 79,02%
Vulnerabilità: Media

bacino: F. RUBICONE

RUB3

Superficie 378.8 ha

Habitat Umano - Habitat Standard
pop. 2018: 27.413
HU %: 96,7 *HS (mq/ab):* 1.475
Rurale povero/Rururbano/

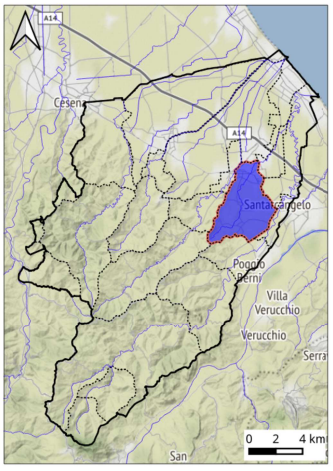
Compromissione paesaggistica	
FI: 1,947	*OC %:* 69,64%
Vulnerabilità molto alta	

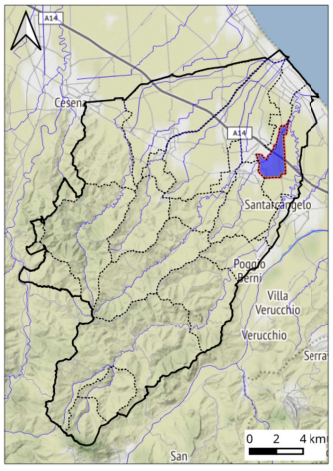
Indice di superficie drenante
sup. perm. %: 78,89%
Vulnerabilità: Media

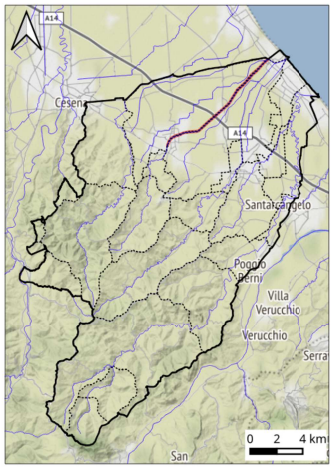
bacino: F. RUBICONE

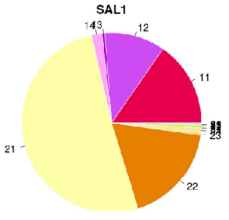
RUB4

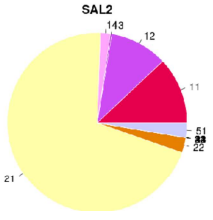
Superficie 4182.8 ha

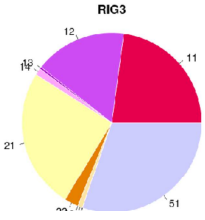












Risultati dell'analisi paesaggistica per il gruppo 1. Per i colori dei grafici a torta si faccia riferimento alla Tabella 21.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

6. I SE nel territorio dell'Unione Rubicone e Mare

La Tabella 25 mostra i SE considerati e ritenuti più efficaci per l'area di studio in base alla loro caratterizzazione funzionale (regolazione, supporto, fornitura, culturali). In particolare viene definita la modalità di analisi rispetto alle valutazioni qualitative ovvero basate sulla capacità potenziali delle diverse tipologie di coperture nel fornire i SE in una scala da 0 (minima capacità) a 5 (massima capacità) e quantitative ovvero basate sulle effettive quantità associate al processo ecosistemico (m3 di acqua prodotta e infiltrata, tonnellate di CO2 assorbita, tonnellate di azoto trattenuto dai sistema territoriale, etc) utili anche ai fini di valutazioni economiche dei SE. Per i dettagli relativi alle metodologie di valutazione specifica si vedano i paragrafi seguenti.

Tabella 25 - Servizi Ecosistemici considerati nelle valutazioni qualitative e quantitative.

Tipo di SE	SE	Valutazione	Valutazione
R	Regolazione della qualità dell'aria-		X
R	Regolazione della qualità dell'aria-		X
F	Produzione agricola	X	
R/F	Deflusso superficiale e sotterraneo a		X
R	Regolazione del regime idrologico	X	
R	Depurazione dell'acqua		X
R	Protezione dal dissesto idrogeologico		X
R	Regolazione microclima	X	
R, S	Qualità habitat	X	
C	Fruizione	X	
C	Patrimonio architettonico e naturale	X	

6.1. Metodologia e risultati per le analisi qualitative

L'analisi di tipo qualitativo dei Servizi Ecosistemici prende avvio dalle *"Linee Guida per un approccio ecosistemico alla Pianificazione"* redatte da CREN per la Regione Emilia Romagna in luglio 2021. Nella formazione del Quadro Conoscitivo e Diagnostico del processo di formazione dei piani territoriali ed urbanistici, l'analisi dei Servizi Ecosistemici (SE) si inserisce come identificazione e riconoscimento dei SE funzionali al sistema territoriale, tenendo ben presente la

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

propedeuticità dei SE di regolazione così come definito nel III Rapporto sul Capitale Naturale (cap. 5, pagg 32-44) (https://www.minambiente.it/pagina/terzo-rapporto-sullo-stato-del-capitale-naturale-italia-2019). L'analisi di tipo qualitativo si caratterizza mediante l'individuazione della capacità di fornitura dei servizi ecosistemici da parte delle tipologie di uso del suolo (derivanti dalla Carta Ambientale) sulla base di pareri esperti e di indagini di letteratura. In particolare seguendo alcuni approcci nazionali (Scolozzi et al., 2012) e internazionali (Burkhard et al., 2012) si è sviluppata una forma più dettagliata e specifica di mappatura che descrive la potenziale capacità di fornitura del SE (in un range da 0, nulla capacità a 5, massima capacità) considerando una serie di fattori di modulazione/interazione ritenuti in grado di influenzare il SE in esame. Ad esempio, la pendenza o il coefficiente di evapotraspirazione delle piante possono influenzare il SE di regolazione del regime idrologico (per i dettagli si vedano linee guida regionali).

In particolare con questa modalità sono stati valutati i seguenti SE in relazione ai seguenti fattori:

Tabella 26 - - Servizi Ecosistemici e fattori di modulazione/interazione.

Servizio Ecosistemico	**Fattori di modulazione/interazione**
Produzione agricola	Pendenza Capacità d'uso dei suoli (RER, 2010) influenza del reticolo stradale
Regolazione del regime idrologico	Pendenza Copertura delle aree forestali Kc: coefficiente di evapotraspirazione delle piante Infiltrazione profonda di acqua (WAR, progetto (SOS4LIFE RER, 2019)
Regolazione microclima	uso del suolo Influenza delle strade
Qualità habitat:	indice di naturalità della vegetazione rarità degli ecosistemi aree protette elementi stradali

6.1.1. *SE Produzione agricola*

Il SE di produzione agricola è un SE di fornitura/approvvigionamento e definisce la potenzialità del territorio nella produzione di cibo e materie prime. In questo caso il territorio è caratterizzato da una elevata potenzialità di produzione agricola cosi come già definito dalla mappa della capacità d'uso dei suoli, con valori massimi distribuiti in tutto il territorio azzerata nelle aree

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

urbane più dense, sulla costa e nelle aree forestali delle zone collinari (Figura 38). L'agroecosistema è in grado di supportare una serie di esternalità positive oltre alla produzione di cibo (conservazione e fertilità del suolo, impollinazione, ciclo dei nutrienti, etc) ma che in relazione al tipo di gestione (es. intensiva) può comportare anche dei dis-servizi (inquinamento delle acque, perdita di biodiversità, competizione per l'acqua, etc) (Zhang et al., 2007). L'agricoltura intensiva infatti comporta l'uso di fertilizzanti e concimi chimici che se non associate a elementi lineari quali fasce tampone boscate, siepi, cespuglieti, vegetazione arbustiva comportano una pressione sulla qualità delle acque e sulla capacità autodepurativa del sistema.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

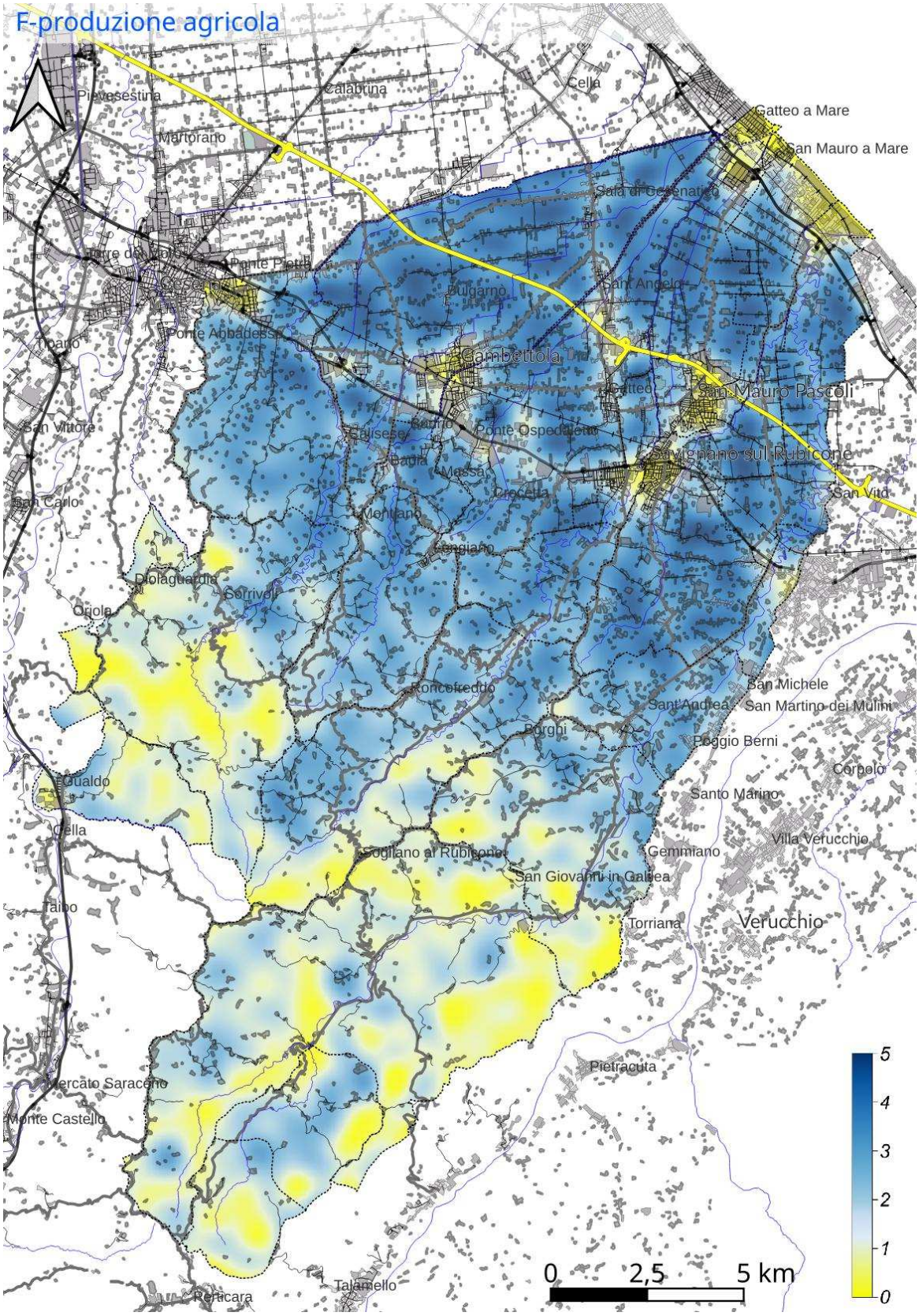


Figura 38: SE produzione agricola

6.1.2. *SE Regolazione del regime idrologico*

Il SE di Regolazione del regime idrologico (*Figura 39*) inteso come la capacità delle tipologie di uso del suolo di immagazzinare e rilasciare acqua che mitiga le piogge eccessive riducendo da un lato il rischio di inondazioni e dall'altro consentendo rilasci di acqua lenti verso i corpi idrici, viene valutato attraverso una serie di fattori che concorrono a definire il punteggio finale (tra 0 e 5) relativo alla capacità di fornitura del SE.

Oltre alla pendenza che influisce sulla capacità di erogazione del SE associato alle tipologie di uso del suolo, gli altri fattori sono relativi a:

-copertura % relativamente alle tipologie della vegetazione arboreo-arbustiva;

- parametro KC (Coefficiente colturale) che misura la capacità di evapotraspirazione associata alle diverse colture ed esteso a tutte le altre tipologie di uso del suolo considerando alti valori di Kc come rappresentativi di una migliore regolazione nello scambio di acqua e vapore che regola il bilancio idrologico;

-parametro WAR (progetto SOS4LIFE, Save Our Soils For Life, LIFE15 ENV/IT/000225 della Regione Emilia Romagna) e cartografia degli acquiferi in ammasso roccioso (prodotti dal Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna) che definiscono la potenzialità di infiltrazione di acqua nel suolo rispettivamente in pianura o in zona collinare.

L'area di studio si attesta con alti valori per questo SE legato alla capacità del territorio di immagazzinare e rilasciare acqua verso corpi idrici superficiali. La presenza della vegetazione più strutturata (aree forestali e colture permanenti) associata alla elevata capacità di infiltrazione (parametro WAR zona di pianura e elevata permeabilità degli acquiferi in collina) che dipende principalmente dalla conducibilità idraulica satura, dalla distribuzione dimensionale dei pori e dalle condizioni di saturazione del terreno, caratterizzano il territorio per la sua elevata capacità di regolare il regime idrogeologico. Le zone in cui si riscontrano valori più bassi sono associate alle aree urbane (Gambettola, Savignano e San Mauro Pascoli e la fascia costiera) per la presenza di superfici impermeabili che annullano totalmente o in parte la funzione di assorbimento e rilascio di acqua, e in alcuni nuclei lungo l'asta del fiume Uso (es. San Giovanni in Galilea) o nelle aree calanchive nell'alta valle dell'Uso nel comune di Sogliano al Rubicone e Mercato Saraceno (USO1 e USO2).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

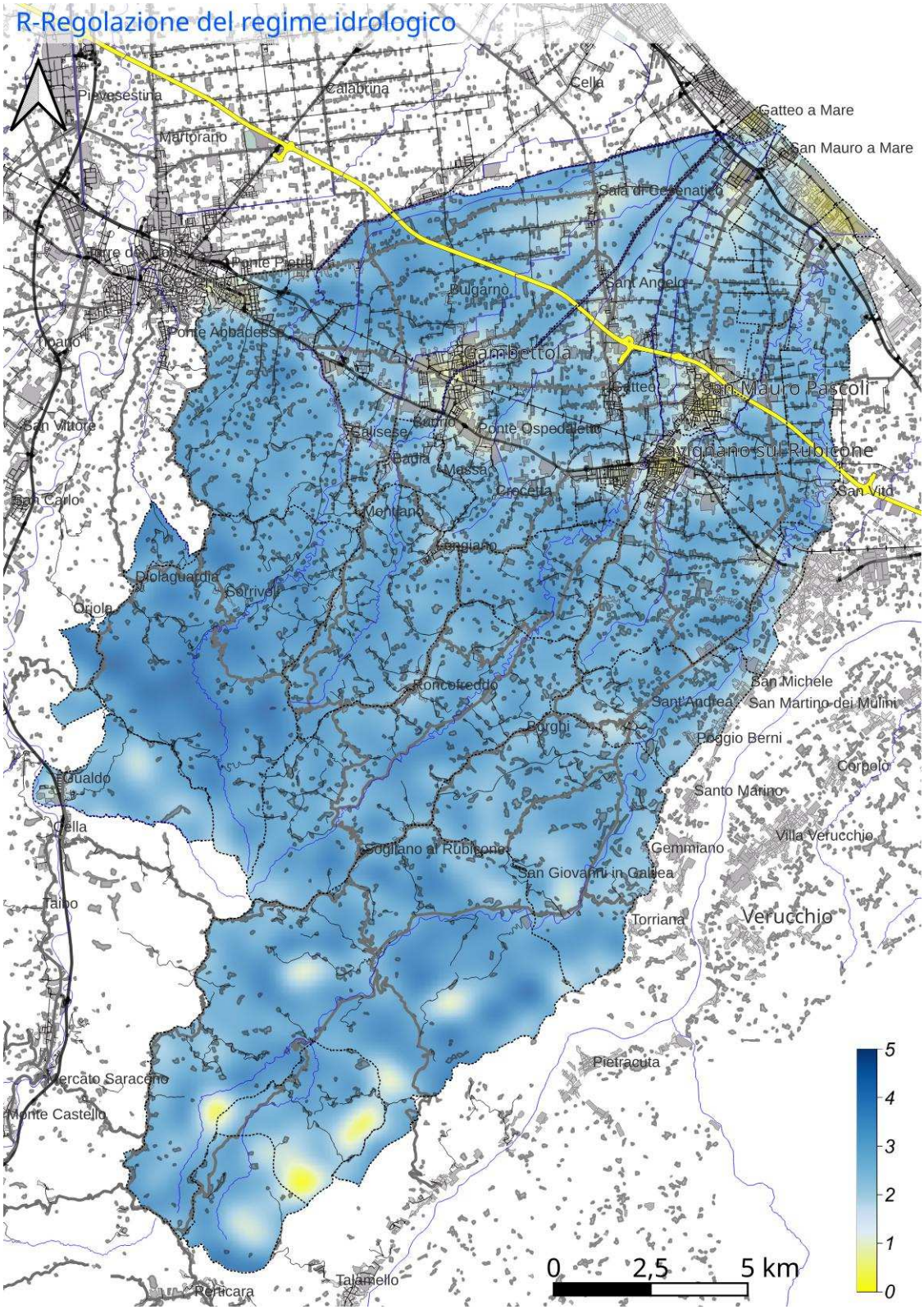


Figura 39- SE *di regolazione del regime idrogeologico*

6.1.3. *SE Regolazione microclima*

Il SE di regolazione del microclima (Figura 40) è inteso come capacità degli ecosistemi di influenzare positivamente le condizioni termiche e di umidità del clima locale sia attraverso un effetto diretto (es ombra generata dalle chiome degli alberi) sia per effetti dovuti ai processi biologici (es. evapotraspirazione). In pianura il territorio dell'area di studio si mostra scarsamente regolativo rispetto a questo aspetto che dipende principalmente dalla copertura di uso del suolo; nelle aree urbane il verde solo in parte riesce a mitigare le condizioni termiche. I sistemi fluviali (Pisciatello, Rigossa e Rubicone) a causa della loro canalizzazione e della scarsa naturalità solo minimamente riescono a garantire un efficace servizio di regolazione del microclima; leggermente diverso è il caso del fiume Uso in cui permangono alcune caratteristiche di naturalità in pianura (piccole aree umide, presenza di un pò di vegetazione spondale) e che quindi assume valori un pò più alti per questo SE. Da notare quindi che i sistemi fluviali se adeguatamente gestiti (no taglio della vegetazione a raso, mantenimento di alcune porzioni della piana alluvionale allagabile, etc) rappresentano potenziali elementi di mitigazione delle condizioni termiche anche nei contesti urbanizzati. Questo servizio è fondamentale soprattutto nelle zone urbane che più di altre soffrono dell'effetto delle isole di calore sempre più frequenti anche alla luce dei cambiamenti climatici in atto. Le aree con valori più alti (azzurro) si collocano a monte della via Emilia per la presenza sia di vegetazione naturale che della componente agricola che è composta quasi prevalentemente da colture permanenti (frutteti). Nell'alta valle dell'Uso le aree gialle circoscritte corrispondono a zone calanchive e quindi nude dal punto di vista della vegetazione e alla discarica di Ginestreto nel comune di Sogliano al Rubicone.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

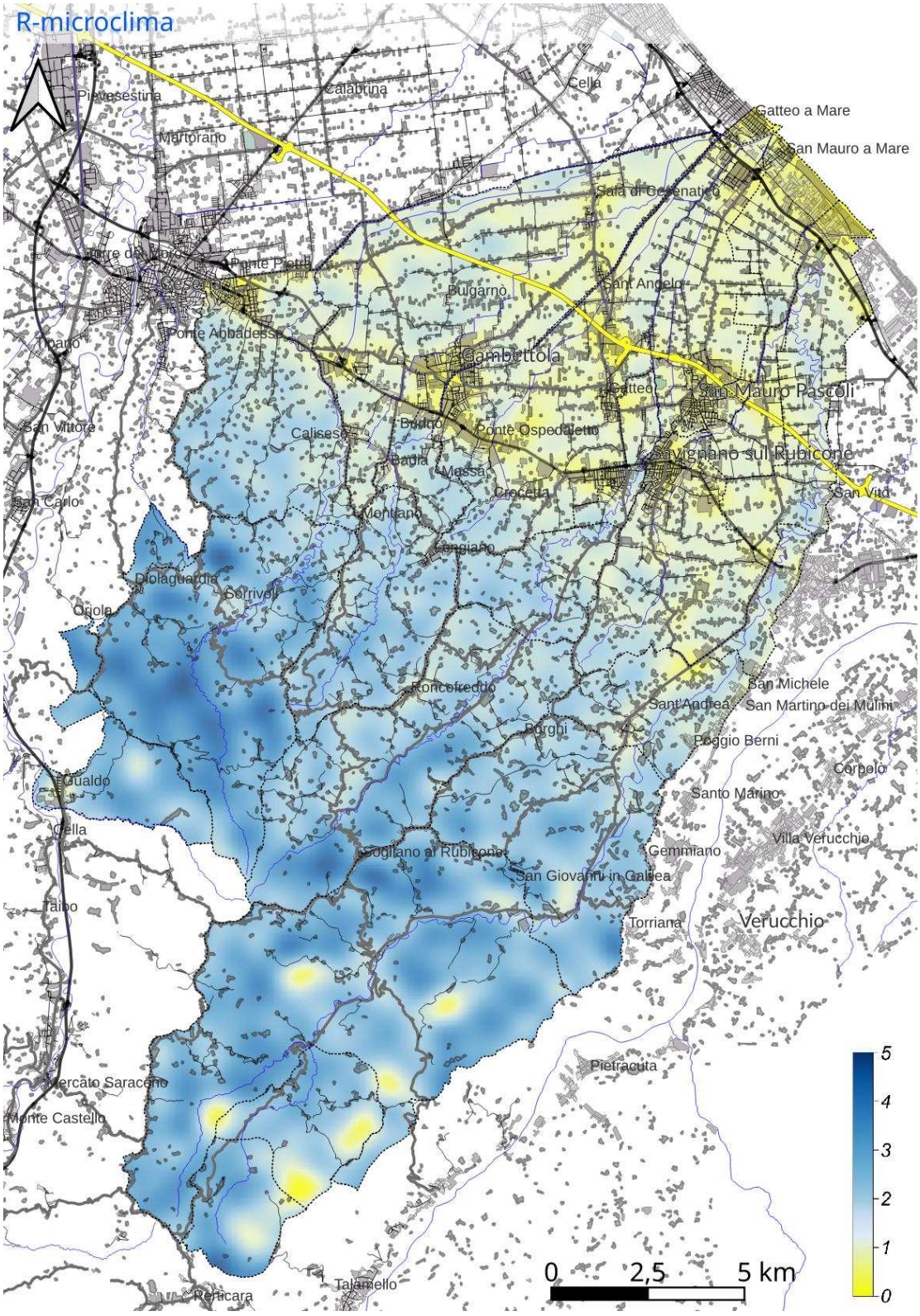


Figura 40- SE Regolazione del microclima

6.1.4. SE Qualità habitat

Il SE Qualità dell'Habitat () consiste nella identificazione di diversi tipi di habitat/ecosistemi essenziali per la vita di specie animali e vegetali e quindi per il mantenimento di un certo livello di biodiversità da parte di un ambito territoriale in cui questi ecosistemi sono distribuiti. Il valore di fornitura di habitat da parte dell'area considerata è in relazione evidentemente alla biodiversità ed al valore conservazionistico delle diverse specie che in quegli ecosistemi trovano nicchie appropriate. Di conseguenza, maggiore e più referenziata sarà la biocenosi presente, di maggiore qualità saranno gli habitat. L'aspetto chiave di questo ragionamento è dato dal fatto che la biodiversità è in profonda relazione alla funzionalità ecosistemica (Haines-Young R. e Potschin M., 2010) e questi ecosistemi saranno utili ed importanti per erogare altri SE aumentando i benefici diretti ed indiretti alla popolazione umana.

Questo servizio è perciò considerato come un indice della biodiversità complessiva, e rientra nella categoria dei cosiddetti servizi di supporto, secondo alcune classificazioni, o incluso nei servizi di Regolazione, o in altri casi ancora escluso come nello schema CICES (Haines-Young R. e Potschin M., 2018). Questo SE è inteso con l'accezione di pregio naturale e per la sua stima si calcola un set di indicatori riconducibili a tre diversi gruppi: uno che fa riferimento alla naturalità della vegetazione, uno che fa riferimento alla rarità degli ecosistemi/habitat di Carta della Natura ed uno che tiene conto delle componenti di habitat presenti all'interno delle Aree protette sia legate alla legge sui Parchi sia alla legislazione venatoria (Oasi di Protezione della Fauna) insieme indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

Gli habitat, a causa dei diversi fattori di impatto che gravano su di essi (cambiamenti di uso del suolo, impermeabilizzazione, urbanizzazione, compattazione, salinizzazione, specie aliene invasive, etc.), sono soggetti a fenomeni di degrado, distrofia e alterazione del funzionamento dei processi eco-biologici, oltre che alla complessiva riduzione della resilienza ecologica e frammentazione ecosistemica (Seto et al., 2012, Romano e Zullo, 2014). L'impermeabilizzazione lineare del suolo (strade e autostrade), ad esempio, svolge un vero e proprio effetto barriera ai percorsi migratori e agli spostamenti degli animali in genere, risultando dunque una seria minaccia per la biodiversità (Commissione Europea, 2012), sia perché riduce in termini quantitativi la superficie degli habitat sia perché produce l'isolamento e l'aumento del disturbo proveniente dalla matrice antropica sui margini (Battisti e Romano, 2007).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Nell'area di studio le aree con alti valori per questo SE si evidenziano nelle aree alto collinari nei comuni di Borghi, Sogliano al Rubicone, Roncofreddo e nell'alta valle dell'Uso mentre è evidente come l'agricoltura intensiva e le aree urbane se povere di elementi di naturalità al loro interno (verde urbano a struttura matura, fasce perifluviali, etc) influenzano molto negativamente il modello in quanto rappresentano elementi di forte disturbo delle biocenosi.

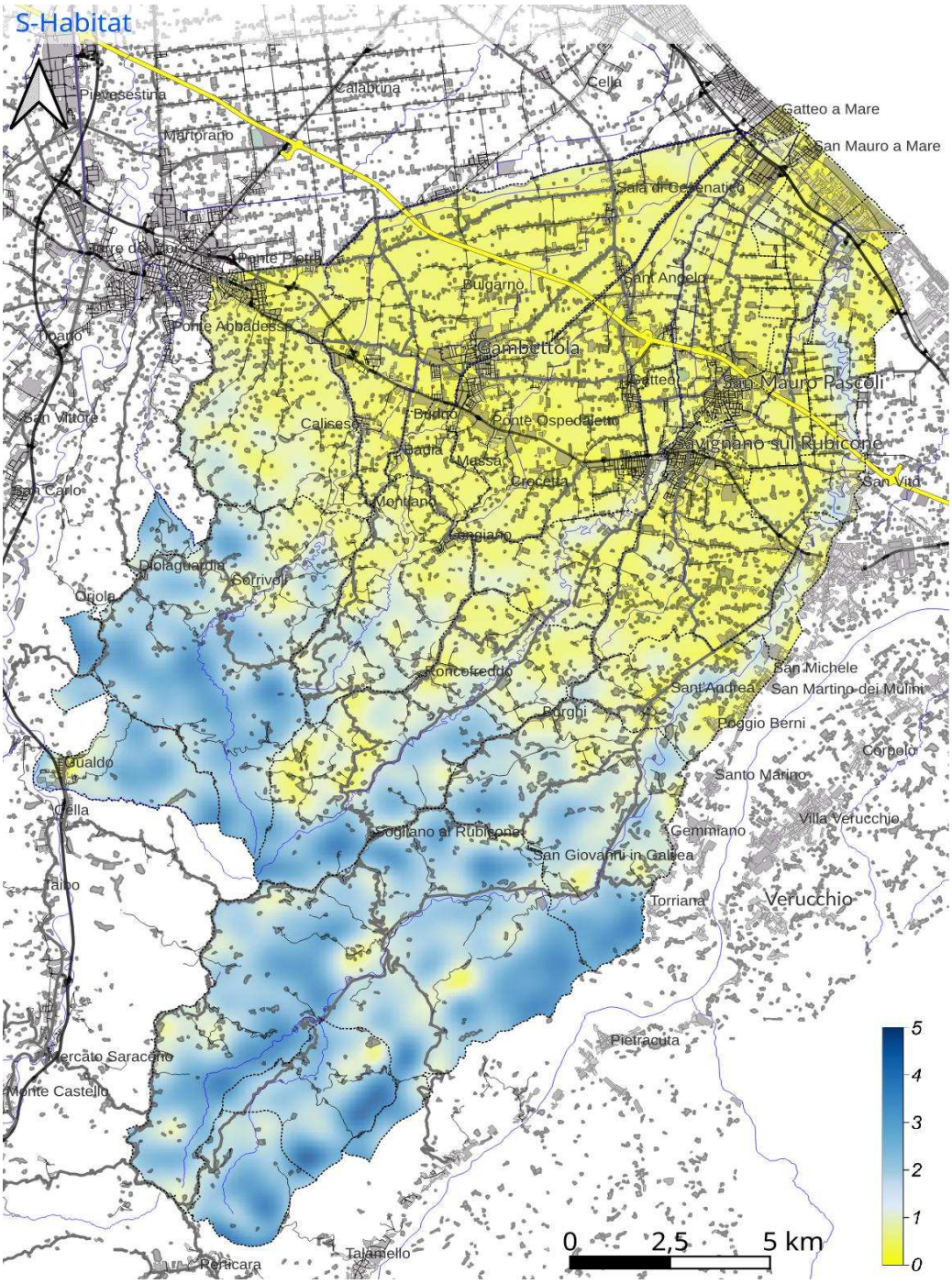


Figura 41- SE qualità dell'habitat

6.1.5. *SE Servizi Ecosistemici Culturali*

Per quanto riguarda i Servizi Ecosistemici Culturali (SEC) ci si è avvalsi della collaborazione dello Studio Gibelli di Milano che ha sviluppato un'analisi relativa ai SE di Fruizione e del Patrimonio architettonico/naturale.

L'obiettivo è stato quello di costruire un quadro di conoscenze per il piano, finalizzato a capire il funzionamento del sistema per individuare indirizzi e definire risposte efficaci per la tutela, la valorizzazione, l'incremento dei SEC all'interno di diversi sistemi paesistici, in funzione dei diversi caratteri strutturali e funzionali che li contraddistinguono. Per le specifiche si rimanda al report in appendice.

6.2. Metodologia e risultati per le analisi quantitative

Alcuni dei SE indicati in Tabella 25 vengono analizzati dal punto di vista quantitativo e ai fini della comprensione della modalità di valutazione dei singoli SE si rimanda agli specifici paragrafi seguenti.

6.2.1. *SE Deflusso superficiale e sotterraneo a fini multipli*

Per questo Servizio Ecosistemico l'indicatore di riferimento viene individuato come deflusso d'acqua medio annuo potenzialmente disponibile nei territori di riferimento (La Notte et al., 2017b). I dati sono stati ottenuti mediante il modello di rendimento idrico di INVEST 3.9.1 (https://www.naturalcapitalproject.org/invest/), che calcola la quantità media annua di deflusso di acqua per ogni sottobacino delle aree di studio espresso in m^3/ha. Il modello stima il deflusso dell'acqua sulla base di informazioni sulle caratteristiche climatiche, del suolo, topografiche e del terreno (Figura 42).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

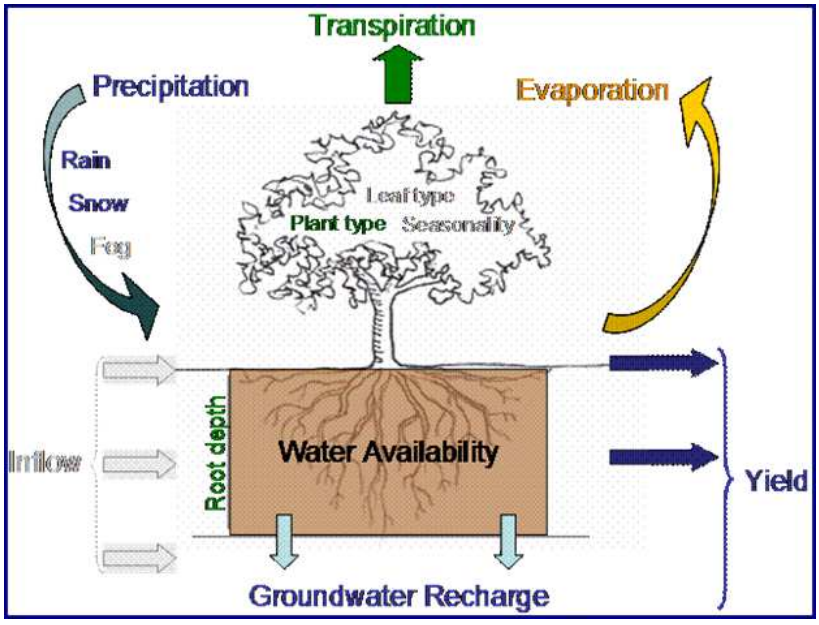


Figura 42 - Modello concettuale del bilancio idrico calcolato con INVEST con i parametri di fornitura idrica: Yield = deflusso idrico superficiale; Groundwater recharge = infiltrazione/ricarica falde.

I dati di input utilizzati per lo sviluppo del modello sono:

- Root restricting layer depth (mm): un set di dati raster che indica per ogni pixel la profondità media massima raggiungibile dalle radici dovuto a caratteristiche fisiche e/o chimiche del terreno. Il dato in questione è in formato Raster con risoluzione di 1km*1km ed è stato derivato da European Soil Database (ESDAC) (Hiederer R., 2013, Panangos et al., 2012).
- Precipitazioni (mm) ed evapotraspirazione: set di dati raster contenente i valori di precipitazione e evapotraspirazione per ogni pixel. Per questa mappa sono stati utilizzati i dati delle precipitazioni ed evapotraspirazione di riferimento ET0 (secondo Hargreaves-Samani) annuali medie dal 1991 al 2020 fornite dalla Regione Emilia Romagna servizio ARPAE risoluzione 5X5km
- Plant Available Water Content: un set di dati raster contenente i valori di acqua disponibile per le piante per ogni pixel. La frazione di contenuto di acqua disponibile dell'impianto (PAWC) è la frazione di acqua che può essere immagazzinata nel profilo del suolo che è disponibile per l'uso delle piante tra il punto di appassimento (wilting point) e capacità di campo (field capacity). Il PAWC è una frazione che può variare tra 0 e 1 ed è stato fornito da ARPAE.
    - Uso del Suolo: mappa in formato raster contenente un codice numerico associato ad ogni pixel per ogni singola classe della carta del Sistema Ambientale.

- Bacini idrografici, Sottobacini: dati in formato vettoriale definiti dalla Regione Emilia Romagna per l'aggiornamento del Piano di Gestione delle Acque (PdGA 2015)
- Biophysical Table: tabella delle classi di uso del suolo/copertura del suolo (LULC), contenente i dati sui coefficienti biofisici utilizzati. I dati inseriti nella Biophysical table sono:
    - lucode (Land use code), LULC_desc: codice classi uso del suolo, descrizione delle classi di uso del suolo.
    - LULC_veg: Contiene le informazioni su cui utilizzare l'equazione associata all'evapotraspirazione. I valori assegnati sono 1 per l'uso del suolo vegetato e le zone umide e 0 per tutti gli altri usi del suolo e ii corpi idrici artificiali (canali).
    - root_depth: profondità massima della radice per le classi di uso del suolo vegetato, espressa in millimetri. Il dato è stato derivato dal lavoro di Salata et. al. (2017)
    - Kc: coefficiente di evapotraspirazione delle piante per ogni classe di uso del suolo. Tale coefficiente derivato da Salata et. al. (2017) ed è un valore compreso tra 0 e 1.

Il dato di potenzialità di fornitura idrica ricavato con il modello INVEST (water yield), fornisce un dato di disponibilità di acqua complessiva (deflusso + infiltrazione) utile per fornire una valutazione iniziale così come descritto anche in ISPRA (2018, annesso metodologico), che viene poi distinta nelle due tipologie (deflusso superficiale e sottrerraneo-infiltrazione). Pertanto, parte di questa fornitura idrica va a costituire l'indicatore "Ricarica delle falde" la cui metodologia di calcolo viene definita nel paragrafo seguente. I dati di water yield (deflusso superficiale e sotterraneo) relativi ai valori derivanti dai modelli INVEST sviluppati con riferimento al periodo 1991-2020 sono stati confrontati coi valori di portata per i bacini idrografici di riferimento riportati da ARPA per gli anni 2014-2019 verificando che il modello non si è scostato dal dato ARPA in maniera significativa pur essendo un modello di bilancio idrico semplificato.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

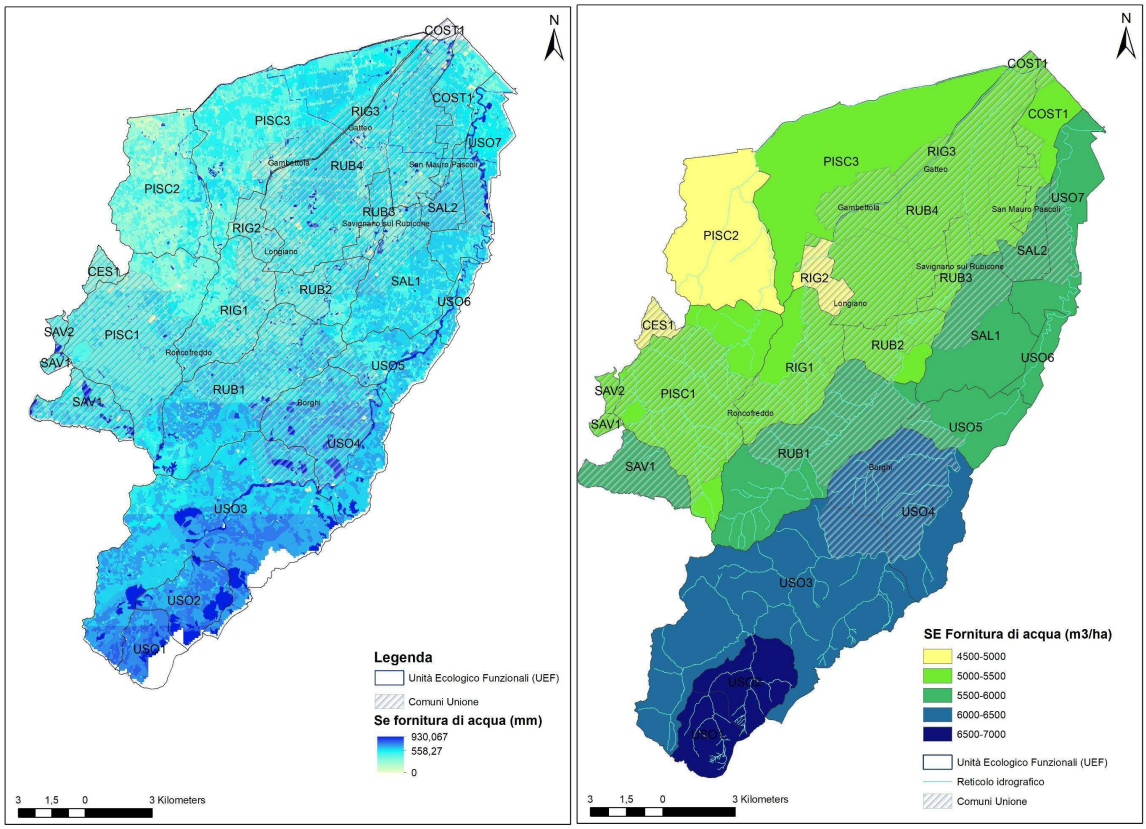


Figura 43 - mappa del Se fornitura di acqua come distribuita sul territorio (sx) e valori per ogni UEF (dx)

La Tabella 27 mostra i valori di fornitura idrica e della componente di deflusso superficiale che viene ricavato per differenza dalla capacità di ricarica delle falde (il cui calcolo viene specificato nel paragrafo seguente). Il territorio fornisce circa 205,5 milioni di m3 di acqua in termini di risorsa prodotta a partire dal bilancio idrico (precipitazioni ed evapotraspirazione): le UEF che maggiormente concorrono alla fornitura in termini assoluti di acqua sono PISC4, RUB 4 e USO 3 ma distribuendo il dato in relazione all'estensione delle UEF sono USO1 e USO2 i maggiori fornitori di acqua al sistema con rispettivamente 6848 e 6985 m3/ha rispetto ai 4683 di CES1 (Figura 43). I dati evidenziano il significativo ruolo del bacino del fiume Uso e del Rubicone nel fornire acqua al territorio per il mantenimento degli ecosistemi acquatici a garanzia dei fenomeni di autodepurazione e per i diversi usi nonostante buona parte degli approvvigionamenti soprattutto civili e irrigui derivino da fonti esterne al territorio (es. Ridracoli o CER).

Tabella 27 - quantitativi di acqua fornita dall'area di studio in ogni UEF sia per componente superficiale che di potenziale ricarica della falda

UEF	Fornitura di acqua	Potenziale ricarica	Deflusso superficiale	Ricarica su fornitura

6.2.2. *SE Ricarica delle falde*

Il servizio di regolazione delle acque espresso come deflusso superficiale e sotterraneo a fini multipli viene declinato qui con riferimento alla potenzialità di ricarica delle falde e all'assorbimento delle acque da parte del terreno (infiltrazione) rispetto al surplus derivante dal bilancio idrologico (Precipitazioni-evapotraspirazione) così come descritto in ISPRA (2018 annesso metodologico). La ricarica degli acquiferi da parte del sito viene stimata tramite il calcolo dell'infiltrazione efficace basato sulle precipitazioni (P), l'evapotraspirazione (ET) e coefficienti di infiltrazione (CIP) applicando la seguente equazione:

$Ieff = Peff \times CIPg \times C\ pend/suolo$

dove:

- *Ieff* = infiltrazione efficace
- *Peff* = Precipitazione efficace ovvero surplus calcolato secondo il bilancio idrico calcolato con modello INVEST 3.9.1 ovvero i valori di "fornitura idrica" espressi in mm/pixel.
- *CIPg* = Coefficiente di infiltrazione dovuto alla geologia basato sulla permeabilità definito per le differenti tipologie di acquifero (complessi idrogeologici) derivato da Celico (1988) e derivato da ISPRA 2015 (Figura 44, Tabella 28). I dati delle caratteristiche dei complessi idrogeologici derivano dalla Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale[2].
- *C pend/suolo* = coefficiente di infiltrazione dovuto alla pendenza e all'uso del suolo (calcolato secondo Autorità di bacino del fiume Arno, 2008) (Figura 45).

2 (http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/download-mais/complessi-idrogeologici/view)

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Tabella 28 - Coefficiente di infiltrazione potenziale (da: Celico, 1988).

Complessi idrogeologici	c.i.p. %Dp	Complessi idrogeologici	c.i.p. %Dp
calcari	90 ÷ 100	lave	90 ÷ 100
calcari dolomitici	70 ÷ 90	depositi piroclastici	50 ÷ 70
dolomie	50 ÷ 70	piroclastiti e lave	70 ÷ 90
calcari marnosi	30 ÷ 50	rocce intrusive	15 ÷ 35
detriti grossolani	80 ÷ 90	rocce metamorfiche	5 ÷ 20
depositi alluvionali	80 ÷ 100	sabbie	80 ÷ 90
depositi argilloso-marnoso -arenacei	5 ÷ 25	sabbie argillose	30 ÷ 50

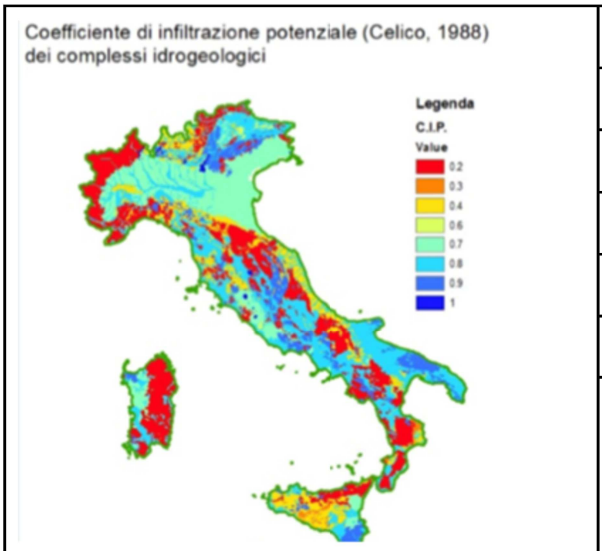


Figura 44 - - Coefficienti di infiltrazione potenziale CIP applicati alle aree di studio (da ISPRA, 2015).

Complessi Idrogeologici	***CIP***
complesso depositi alluvionali dei grandi fiumi	*0,8*
complesso multifalda pianura padano veneta	*0,7*
complesso indifferenziato pianura padano veneta	*0,6*
complesso delle rocce impermeabili	*0,4*
complesso dei Flysch	*0,2*

In particolare si è deciso di meglio esplicitare le categorie di uso del suolo che compongono il parametro Cpend/suolo di Figura 45 inserendo da un lato la categoria arbusteti dall'altro invertendo i punteggi delle categorie pascoli e terre coltivate in quanto quest'ultime risultano prive della componente arbustiva che costituisce ora una categoria ex novo (arbusteti). Le nuove categorie e i punteggi relativi sono presentati in Tabella 29, tra parentesi la classe di uso del suolo appartenente alle categorie utilizzate per il calcolo. Per la classe arbusteti i valori sono mediati tra la categoria pascoli e boschi.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

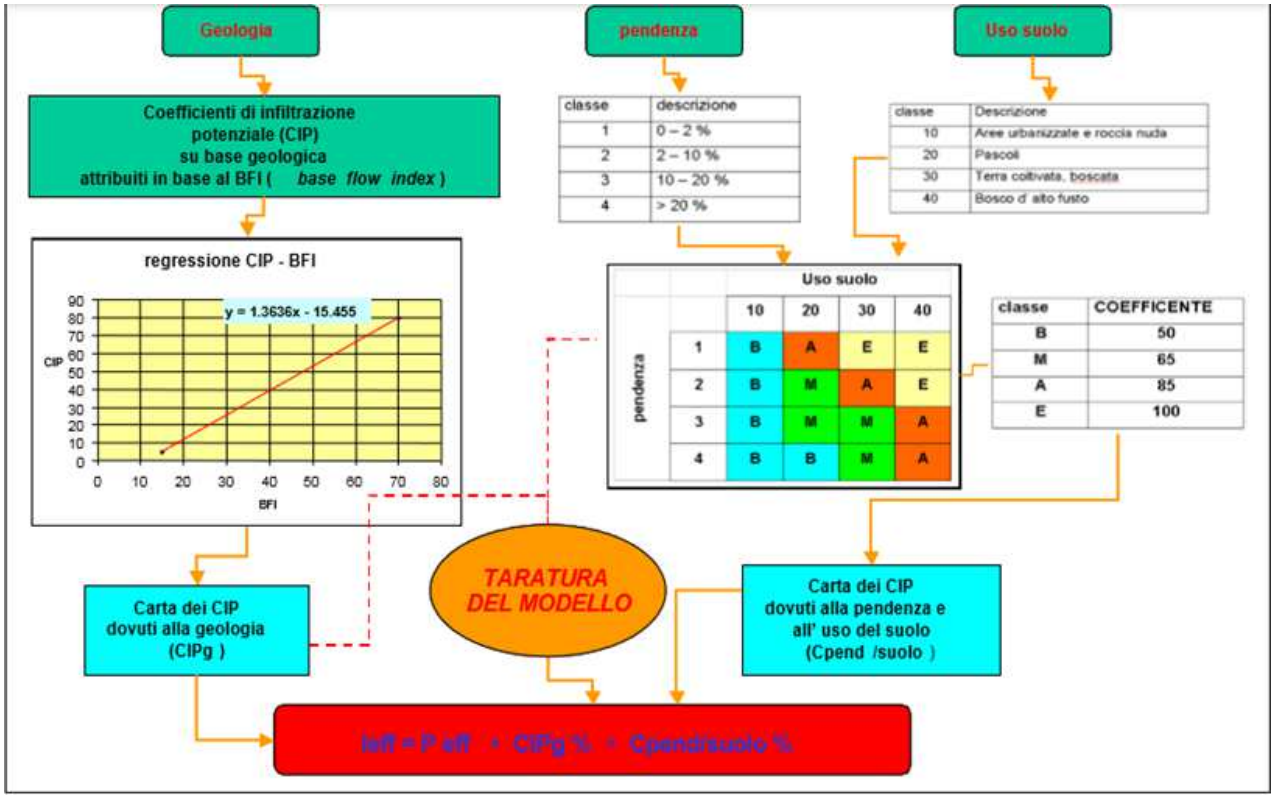


Figura 45 - Metodologia per calcolare i coefficienti di infiltrazione dovuto alla pendenza e all'uso del suolo (secondo Autorità di bacino del fiume Arno, 2008).

Tabella 29 - Coefficienti di infiltrazione dovuti alla pendenza e all'uso del suolo come utilizzati per l'area di studio.

Classe pendenza	10 - Aree urbanizzate e suolo nudo (classi urbano, 333)	20 - Coltivazioni (211,213,221, 222)	30 - Pascoli (231, 411)	35 - Arbusteti (223, 224, 322, 324)	40 - Boschi (311, 312, 313, 314)
1	50	85	100	100	100
2	50	65	85	92,5	100
3	50	65	65	75	85
4	50	50	65	75	85

La Tabella 27 mostra i valori ricavati per ogni sottobacino relativamente al servizio di potenziale ricarica delle falde a partire dai dati di fornitura idrica (deflusso superficiale e sotterraneo). Il totale di acqua infiltrata nell'area di studio è pari a **60,5 Milioni di m^3**; i sottobacini con valori maggiori sono PISC3 e RUB4 (Figura 46) con rispettivamente 10,6 e 10,7 milioni di m3 confermando la grande peculiarità delle aree di pianura come zone di ricchezza delle falde (art

28b del PTCP) la cui salvaguardia è fortemente collegata anche ai temi della depurazione delle acque (par. 6.2.4.). Dai dati di Tabella 27 emerge che mediamente il 30% dell'acqua derivante dal bilancio idrico si infiltra e potenzialmente va a ricaricare le falde con picchi tra 48-52% per SAL2, PISC3, RUB3 e RUB4 e che quindi potenzialmente contribuiscono in maniera più significativa al servizio ecosistemico. Da sottolineare il ruolo strategico della gestione delle UEF RUB2 e RUB3 poichè aree di alimentazione degli acquiferi (art 28a PTCP) che però si trovano anche in zona vulnerabile dai nitrati.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

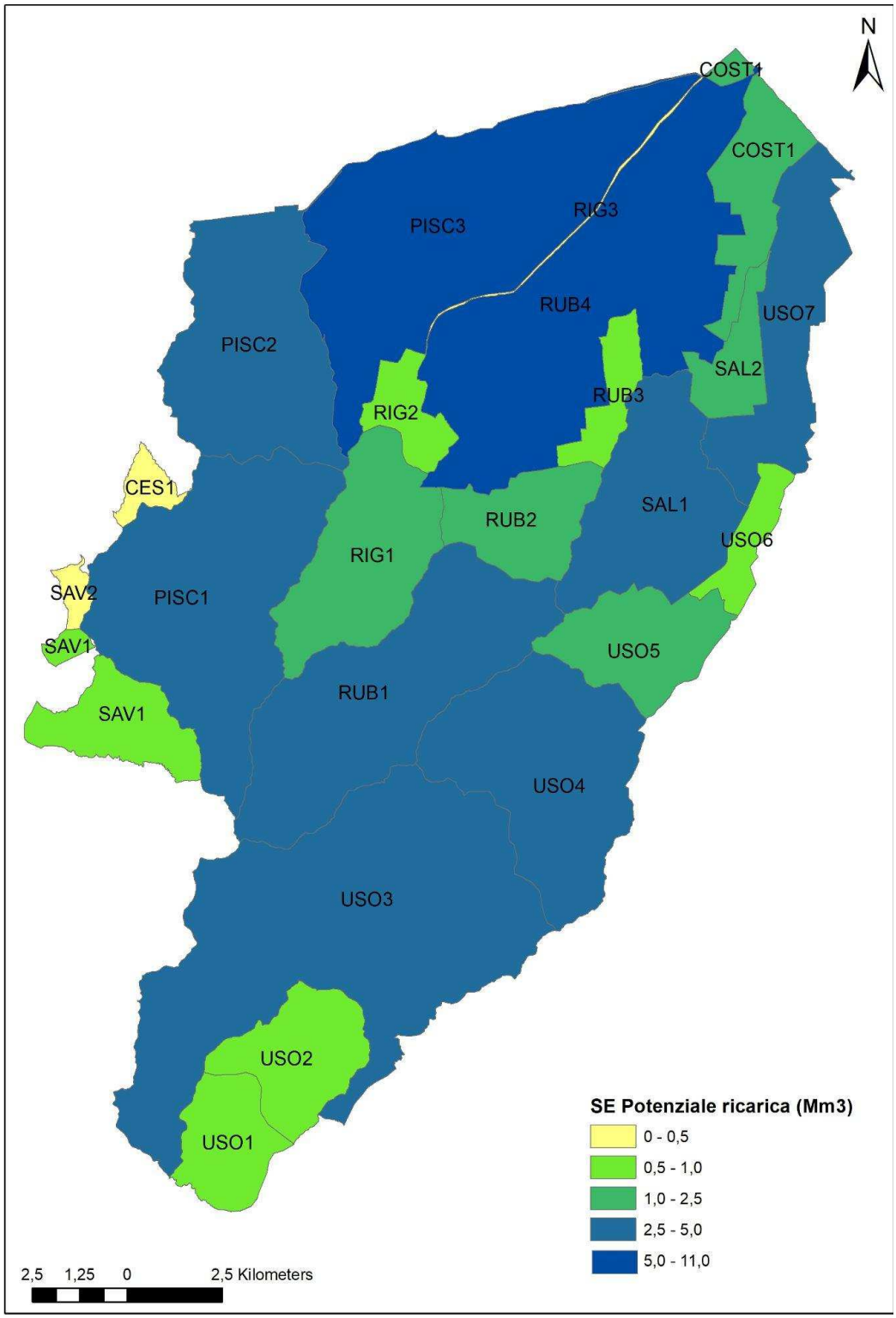


Figura 46 - distribuzione dei valori per il Se di potenziale ricarica

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

6.2.3. *SE Protezione dal dissesto (piene)*

L'analisi dell'offerta di protezione dai fenomeni di dissesto idrologico è basata sulla valutazione del contributo della vegetazione alla regimazione dei deflussi di piena (efficienza idrologica) per determinati eventi di durata e tempi di ritorno stabiliti. La vegetazione, infatti, soprattutto se disposta lungo la rete idrografica esplica una importante funzione "eteroprotettiva" sia legata all'azione antierosiva e regimante che di tutela delle risorse idriche (effetto tampone). L'intercettazione delle gocce di pioggia da parte delle chiome, l'evapotraspirazione, l'infiltrazione dell'acqua nel suolo determinano infatti un rallentamento nella velocità di deflusso delle acque e un conseguente aumento dei tempi di corrivazione, contribuendo ad attenuare i picchi di piena.

Nella quantificazione dell'efficienza idrologica della copertura vegetale si considera quindi il parametro Curve Number (CN), che esprime l'attitudine di una certa combinazione "permeabilità del suolo - uso del suolo" nel produrre deflussi superficiali, per calcolare un indicatore derivato definito Incremento di Pioggia Efficace (IPE) (Cazorzi & Merci, 2008) (Tabella 30) . I valori di Curve Number sono associati alle diverse classi di uso del suolo della Carta del Sistema Ambientale in relazione alla permeabilità. Le classi di permeabilità sono derivate dalla "Carta dei Gruppi Idrologici della pianura emiliano-romagnola" prodotta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna e per le aree non coperte da (aree collinari) è stato utilizzato il Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff (Ross, et al. 2018).

Tabella 30 - Valori di Curve Number per classi di permeabilità (da Cazorzi, 2008).

	classe di permeabilità			
	A	B	C	D
CATEGORIE				
01 - Fustaia conifere dens	22	25	35	39
02 - Fustaia conifere rada	36	40	47	52
03 - Fustaia mista densa	26	29	37	42
04 - Fustaia mista rada	36	40	47	52
05 - Fustaia latifoglie de	30	34	40	45
06 - Fustaia latifoglie ra	45	48	54	59
07 - Ceduo di latifoglie	48	51	57	62
08 - Ontani	52	55	61	66
09 - Mughi	52	55	61	66
10 - Arbusti	52	55	61	66
11 - Rimboschimenti	52	55	61	66
12 - Rupi vegetate	70	72	80	83
13 - Prati e colture	68	70	78	81
14 - Prato d'alta quota	70	72	80	83
15 - Improduttivo	75	77	84	86
16 - Area in dissesto	78	82	88	91
17 - Roccia affiorante	80	87	93	96
18 - Aree urbane	92	94	96	98
19 - Corsi d'acqua	99	99	99	99
20 - Vigneti e frutteti	48	51	57	62
21 - Neocolon. Di robinia	45	48	54	59
22 - Ghiaioni	78	82	88	91
23 - Ghiacciai	85	89	92	94
24 - Cave	80	87	93	96
25 - Cespuglieti	60	64	68	73
26 - Siti industriali	92	94	96	98

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Per distinguere il contributo della vegetazione sono considerati due scenari di calcolo: uno con l'attuale vegetazione CN e uno senza vegetazione CN_SV, nel quale si ipotizza una copertura di suolo improduttivo nudo (LIFE MGN http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu). Per ciascuno è stata calcolata la pioggia efficace (frazione di precipitazione cui è associata la formazione dei deflussi superficiali), utilizzando i dati prodotti da GECOSISTEMA per l'Unione dei Comuni relativi ai valori di precipitazione per eventi a 1 e 24 h con tempi di ritorno di 2, 10 e 20 anni.

Il valore (mm) dell'incremento di pioggia efficace è stato calcolato come:

$$IPE = Pe(CN) - Pe(CN_SV)$$

dove:

- Pe (CN) = pioggia efficace riferita alle condizioni presenti
- Pe(CN_SV) = pioggia efficace riferita alle condizioni di suolo nudo

Le UEF che sviluppano il SE di protezione dal dissesto (Figura 47), in relazione ai picchi di pioggia per eventi di durata di 24 h con TR di 2 anni, con maggiori quantitativi di acqua trattenuta sono SAV2 sottobacino del fiume Savio, PISC1 (torrente Pisciatello), CES1 (Rio Cesuola) tutti in comune di Roncofreddo, anche RIG1 e RIG 2 (torrente Rigossa-comune di Roncofreddo e Longiano) e RUB1 (fiume Rubicone-comuni di Roncofreddo Borghi e Sogliano) hanno alti valori di acqua trattenuta. RIG 1 e RIG 2 sono caratterizzati da una prevalenza di aree a frutteto mentre RUB1 mostra una equa ripartizione della funzione svolta dalle diverse tipologie che compongono gli usi del suolo.

La Figura 47 mostra che dove sono presenti i picchi in termini di acqua trattenuta (m3/ha) c'è corrispondenza con i sottobacini con le maggiori estensioni forestali (ceduo e fustaie dense di latifoglie) o con vegetazione ripariale, poiché la vegetazione strutturata (forestale) è capace di massimizzare il SE di protezione dal dissesto idrogeologico e quindi di trattenere acqua (Figura 47). Le zone di pianura dei fiumi Rigossa, Rubicone e Uso si mostrano come le aree in cui la funzione di trattenere acqua è minima; le stesse aree vengono definite come le aree a maggior pericolosità idraulica per alluvioni frequenti (indagine GECOSISTEMA) e dove anche le indagini relative alla qualità delle acque evidenziano tratti con stato ecologico non buono e artificializzazione che compromette anche la capacità depurativa delle acque. Alla luce di queste

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

considerazioni sicuramente sarebbe utile essere più incisivi sulla gestione dei canali e delle fasce di rispetto del reticolo idrografico.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

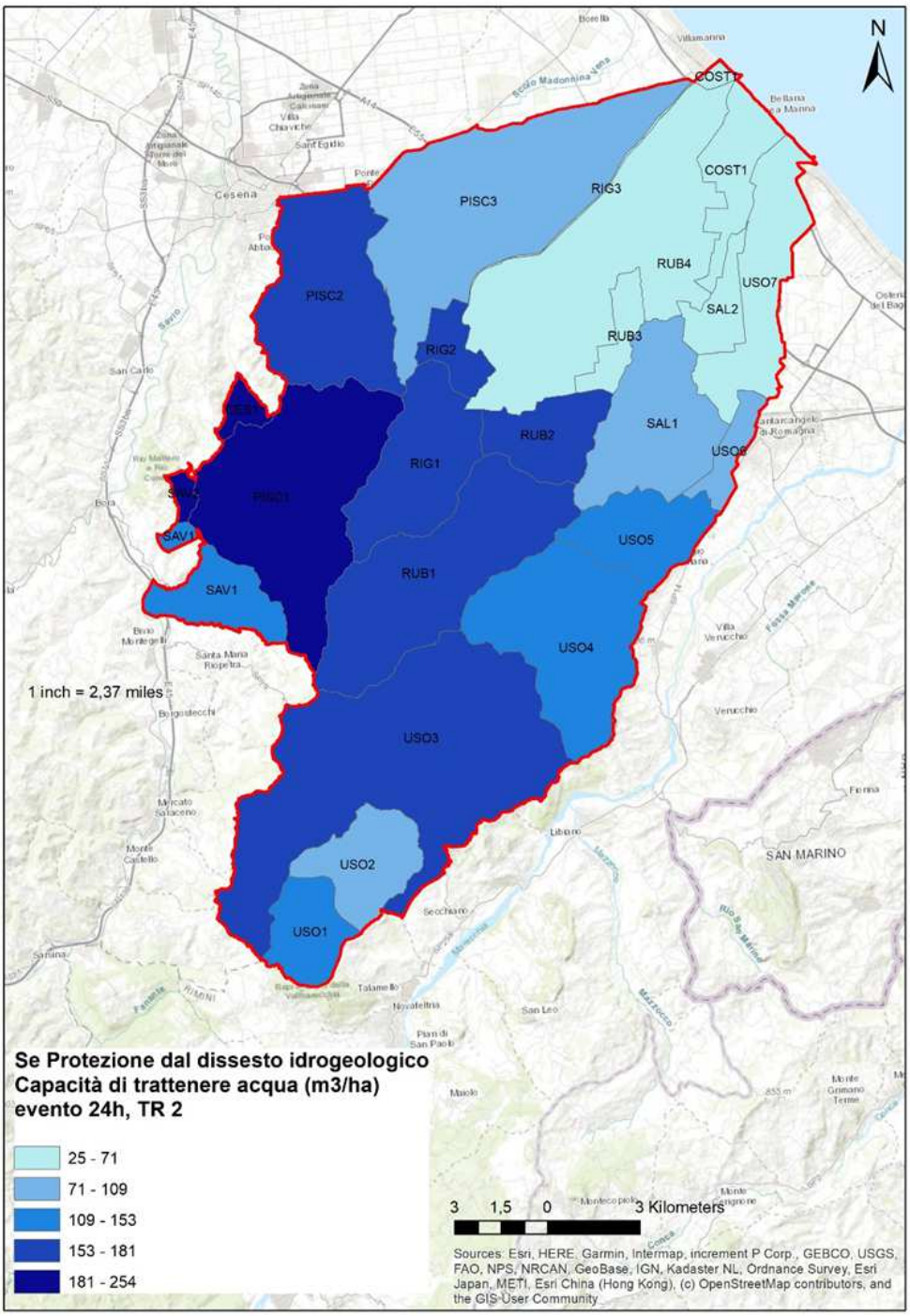


Figura 47 - SE protezione dal dissesto: contributo della vegetazione nel trattenere acqua durante gli eventi estremi.

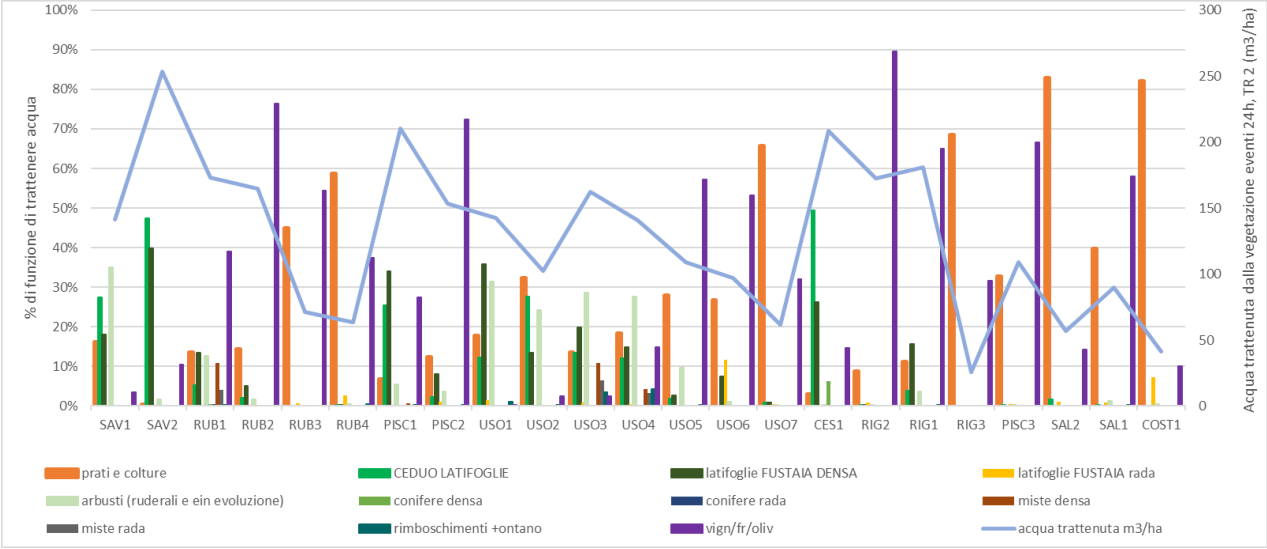


Figura 48 - distribuzione della funzione di trattenere acqua offerta dalla vegetazione durante eventi di 24h con TR di 2 anni.



Figura 49 - presenza della vegetazione perifluviale in RUB2 (sx) che favorisce il SE di protezione dalle piene e minore potenzialità del SE in SAL1 (dx) a causa di agricoltura intensiva e scarsa presenza di vegetazione.

6.2.4. *SE depurazione delle acque*

Il Servizio Ecosistemico di depurazione dell'acqua consiste nella rimozione di inquinanti (es. nitrati NO3-) tramite una serie di processi ecosistemici (es. nitrificazione-denitrificazione) attuati da sistemi tampone del paesaggio (es. fasce tampone, zone umide, vegetazione nei canali ecc.). Queste strutture essendo in grado di ridurre/rimuovere sostanze inquinanti favoriscono la riduzione di esternalità negative (es. inquinamento acque introdotto dal surplus di NO3-), migliorando la qualità ambientale. Ad esempio nella Figura 50 è possibile riconoscere in modo

schematico come i sistemi tampone del paesaggio siano in grado di fornire il SE di depurazione delle acque, che consiste nella rimozione di nitrati tramite i processi di nitrificazione-denitrificazione.

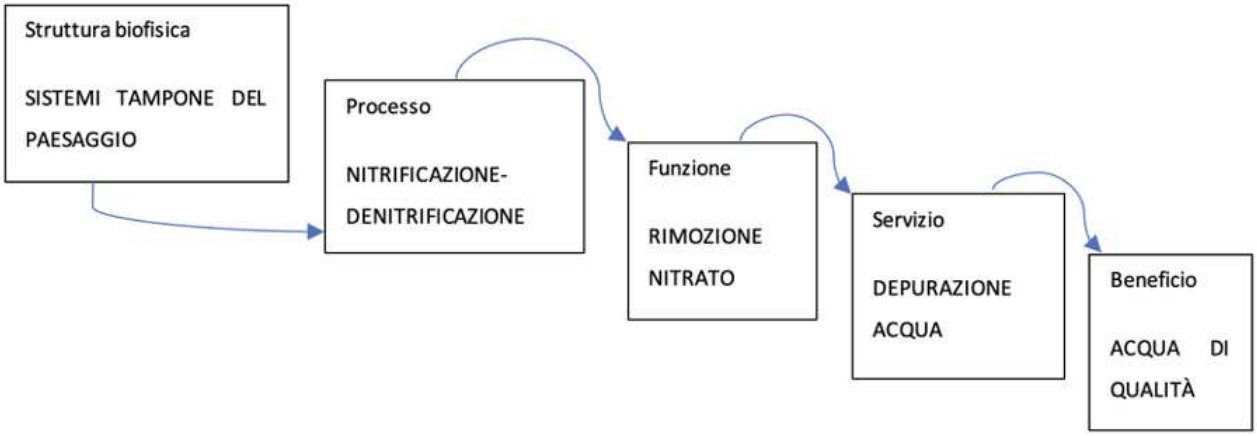


Figura 50 - Rappresentazione schematica di struttura, processi e funzioni che producono SE nel territorio.

Una gestione poco attenta e un'elevata immissione di composti azotati in ambiente porta al cosiddetto *surplus di nitrati*, ossia un'eccessiva quantità di forme minerali solubili dell'azoto che stimolano la crescita dei vegetali. Nella maggior parte dei casi gli attori di questo surplus sono: reflui aziendali e apporto di azoto alle colture mediante fertilizzanti di sintesi che spesso portano alla contaminazione da nitrati delle acque, sia superficiali che sotterranee.

Tutti i nitrati che le colture non riescono ad assorbire possono entrare nel sistema acquatico attraverso vie differenti:

- acque superficiali, causando eutrofizzazione per eccessiva crescita di alghe, e conseguenti morie di pesci e altri organismi;
- acque di falda, provocando la loro contaminazione che può talvolta essere tale da decretarne la non potabilità.

Dunque diventa importante il controllo degli apporti di azoto ai sistemi acquatici per prevedere la loro regolazione in base alle capacità metaboliche dei terreni e delle produzioni in modo tale da minimizzare il surplus.

Per questo Servizio Ecosistemico sono stati utilizzati dati di carichi reali (ossia input di azoto dalle diverse fonti) misurati da ARPAE mentre i tassi di export di azoto (ossia il surplus di azoto potenzialmente inquinante che i sistemi tampone del paesaggio non riescono ad assimilare) sono stati calcolati mediante modello NDR (Nutrient Delivery Ratio) di InVEST (InVEST | Natural Capital

Project (stanford.edu), che calcola la capacità di ritenzione dei nutrienti nel territorio oggetto di studio.

I dati di carichi (ARPAE) sono raggruppati per sottobacini idrografici come definiti nel Piano di Gestione delle Acque, e riguardano solo alcune sorgenti (vedi Figura 52); mancano i dati di input derivati dal comparto zootecnico. Pertanto questi ultimi sono stati calcolati a partire dai dati a disposizione che, come vedremo nel dettaglio, non sono omogenei per tutte le tipologie di allevamento.

In ambito InVEST come carta delle coperture di classi di uso del suolo nell'area di studio è stata utilizzata la carta ambientale (fonte CREN) integrata a dati 2021 di colture maggiormente dettagliati sulle tipologie (fonte AGREA). In merito a questi ultimi si tratta di dati forniti relativi agli appezzamenti aziendali derivanti dalle dichiarazioni delle aziende Agricole che hanno presentato sul sistema informativo di Agrea il Piano Colturale grafico relativo all'anno campagna riportato nel nome dei file. Le geometrie degli appezzamenti sono state ritagliate geometricamente sulle particelle catastali su cui si estendono. Da momento che non tutte le aziende agricole hanno l'obbligo di presentare tale dichiarazione non tutte le superfici agricole della carta ambientale saranno sostituite dalla mappa AGREA per cui si userà la dicitura della prima carta..

Ogni patches avrà un suo specifico carico di azoto, ad esempio i seminativi avranno un carico maggiore rispetto al bosco, i quali sono stati ricavati e integrati da lavori di bibliografia (Salata et al., 2017; Soana et al., 2019), che dettagliano maggiormente i dati presenti nel manuale InVEST sul territorio nazionale.

La differenza fra l'ingresso (input) e l'uscita (surplus) di azoto dal sottobacino rappresenta il proxy della potenziale capacità tampone delle tipologie ambientali presenti nel territorio (progetto ALPES https://www.alpine-space.eu/projects/alpes/en/home). Si sottolinea che di seguito l'export e il surplus indicano il carico di nutrienti che rimane nel sistema.

L'obiettivo del modello NDR, è quello di mappare le fonti di nutrienti in un sottobacino, e il loro trasporto ai corsi d'acqua. Il modello utilizza un approccio semplice di bilancio di massa, che descrive il movimento di una massa di nutrienti attraverso lo spazio (Figura 51); non rappresenta i dettagli del ciclo dei nutrienti, piuttosto rappresenta a lungo termine il flusso di nutrienti

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

attraverso relazioni empiriche. I carichi di nutrienti sono determinati in base a: copertura dell'uso del suolo e tassi di carico associati ad ogni classe di uso del suolo.

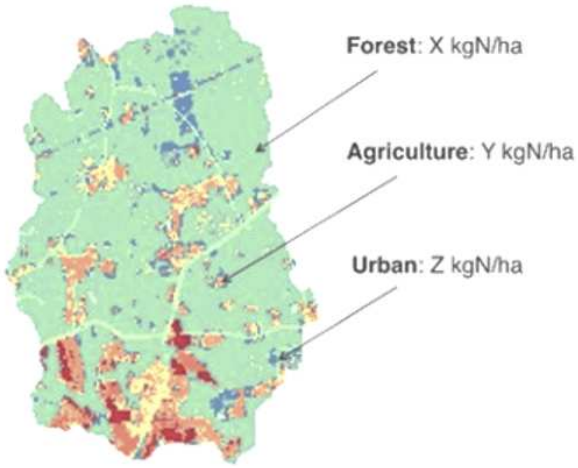


Figura 51 - Le fonti dei nutrienti definite spazialmente.

Come già premesso i dati di carico di azoto dalle diverse fonti (eccetto zootecnia), a livello di sottobacino, sono stati misurati da ARPAE che per ogni UEF ha campionato le concentrazioni di azoto, ad eccezione della UEF COST1 per la quale sono stati utilizzati gli input calcolati dal modello InVEST non avendo input reali misurati da ARPAE (vedi Figura 52, Figura 53).

Non tutti i sottobacini sono presenti al 100% nell'area di studio per cui, assumendo che gli input siano uniformemente distribuiti negli stessi, e sapendo la percentuale di presenza dei sottobacini nell'area di studio, è stato possibile ricavare l'input annuale di azoto per le porzioni all'interno dell'AdS. Di seguito si riporta un grafico riassuntivo degli input di azoto dalle diverse fonti inquinanti (puntiformi e diffuse) presenti nell'area di studio, dove manca il sottobacino costiero (COST1) perché non monitorato da ARPAE.

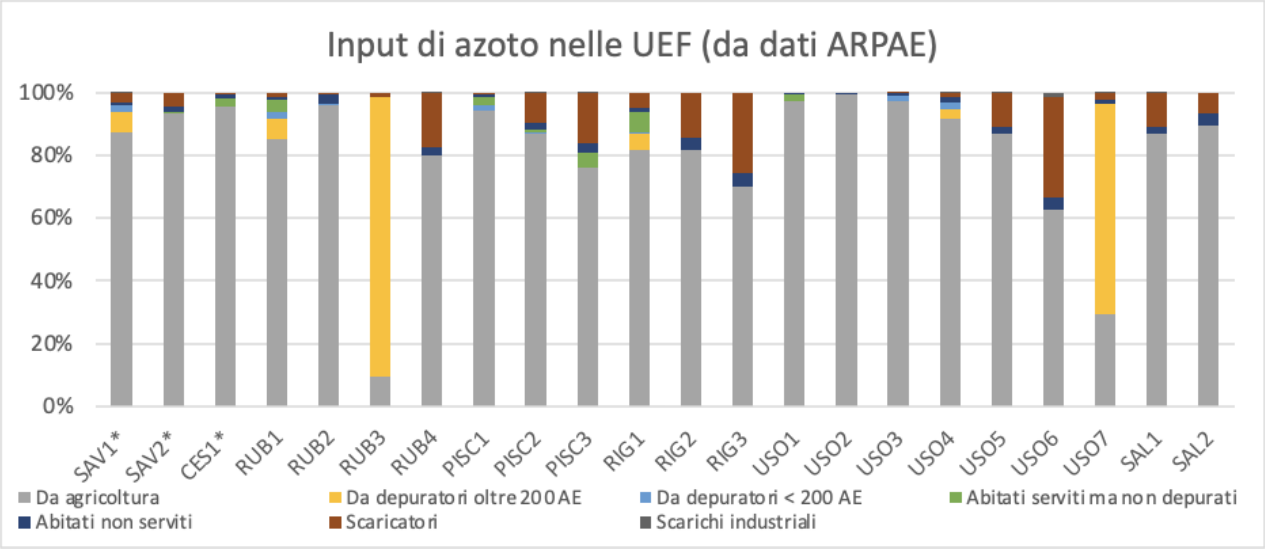


*Figura 52- Input azoto (%) dalle diverse fonti nell'area di studio (manca il sottobacino COST1 perché non considerato in dati ARPAE) (le UEF con * sono quelle che rientrano per una piccola percentuale della loro area complessiva nella superficie dell'area di studio considerate proporzionalmente alla % rientrante nell'AdS).*

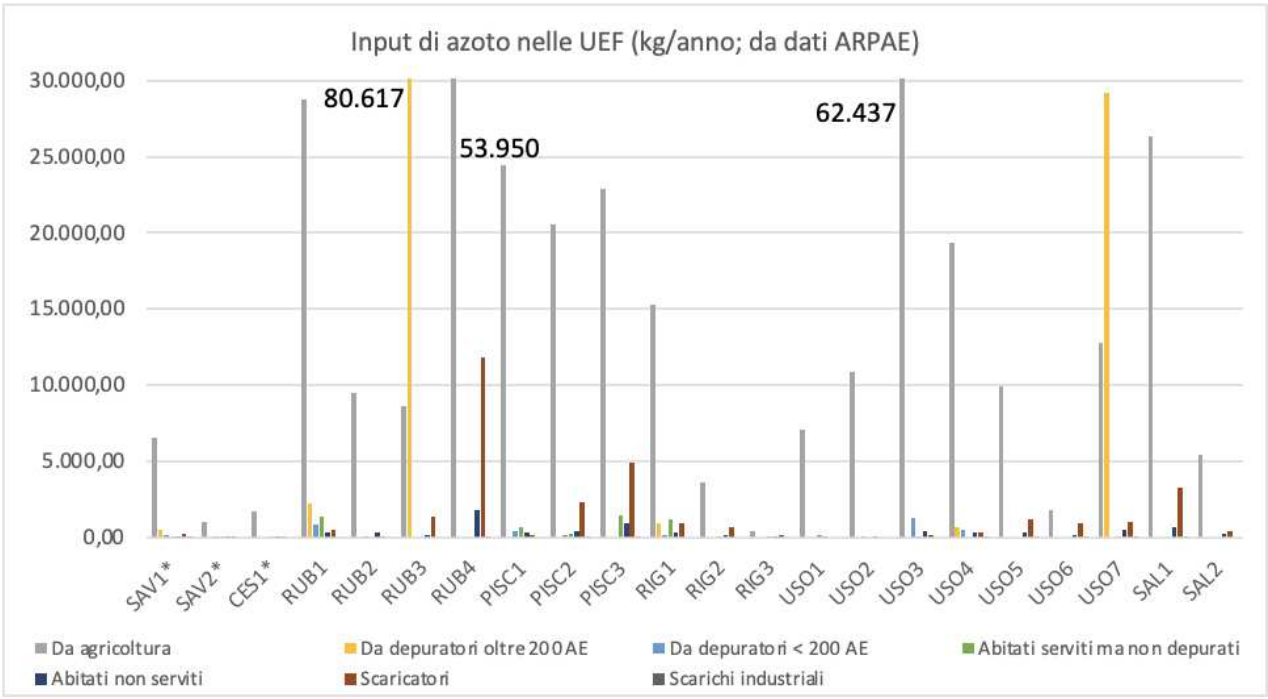


*Figura 53 - Input azoto (kg/anno) dalle diverse fonti nell'area di studio (manca il sottobacino COST1 perché non considerato in dati ARPAE) (le UEF con * sono quelle che rientrano per una piccola percentuale della loro area complessiva nella superficie dell'area di studio considerate proporzionalmente alla % rientrante nell'AdS).*

Premesso che si tratta di tutti tratti naturali, in **Figura 53** è possibile vedere quanto in tutte le UEF siano preponderanti gli input derivanti da agricoltura, per alcune risultano quasi il 100% (es.

USO1, USO2, USO3); ad eccezione di alcuni dei sottobacini più a valle dei Fiumi Uso (USO7, 67% del totale degli input, quasi 29.500 kg/anno) e Rubicone (RUB3, 89% del totale degli input, poco più di 80.600 kg/anno) dove più del 60% degli input totali sono imputabili ai depuratori con oltre 200 Abitanti Equivalenti.

Un'altra fetta importante di input è data dagli scaricatori che, come intuibile dalla Figura 53, interessa in particolar modo i sottobacini più a valle, ossia: USO6 (32% del totale degli input misurati da ARPAE), RIG3 (26%), RUB4 (17%), PISC3 e RIG2 (16% e 15% rispettivamente), SAL1 (11%), PISC2 e USO6 (10% ognuno).

Per quanto riguarda il comparto zootecnico sono stati utilizzati dati ARPAE relativi agli allevamenti in essere (forniti dall'Ufficio di Piano). Questi dati non hanno consentito elaborazioni omogenee dal momento che per ogni tipologia di allevamento erano presenti dati diversi.

Infatti mentre per i bovini, suini e ovocaprini era presente il numero di capi, grazie al quale è stato possibile stimare un dato di input di azoto conoscendo il coefficiente di apporto di azoto e il peso vivo medio per ognuna di queste tipologie (Soana et al., 2019); per le altre tipologie (avicoli, equini, e conigli e lepri) non è stato possibile calcolare tale input perché non presentavano il dato di consistenza dell'allevamento, fondamentale per il calcolo.

In Figura 54, si riportano spazialmente i dati fornitoci: l'unica struttura interessata da allevamenti di conigli e lepri è un'azienda faunistico venatoria collocata nell'UEF RUB4; mentre gli avicoli sono distribuiti sull'intero territorio (ad eccezione di poche UEF), quelli con la più alta capacità si estendono lungo la costa; per gli equini si conosce solo la collocazione delle strutture che come è possibile vedere dalla figura sotto coprono tutta l'area di studio.

In quanto alle categorie di ovini e caprini ritroviamo allevamenti con numero di capi maggiori nelle UEF a sud ovest dell'AdS; diversamente per i suini (nord) e bovini (centro).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

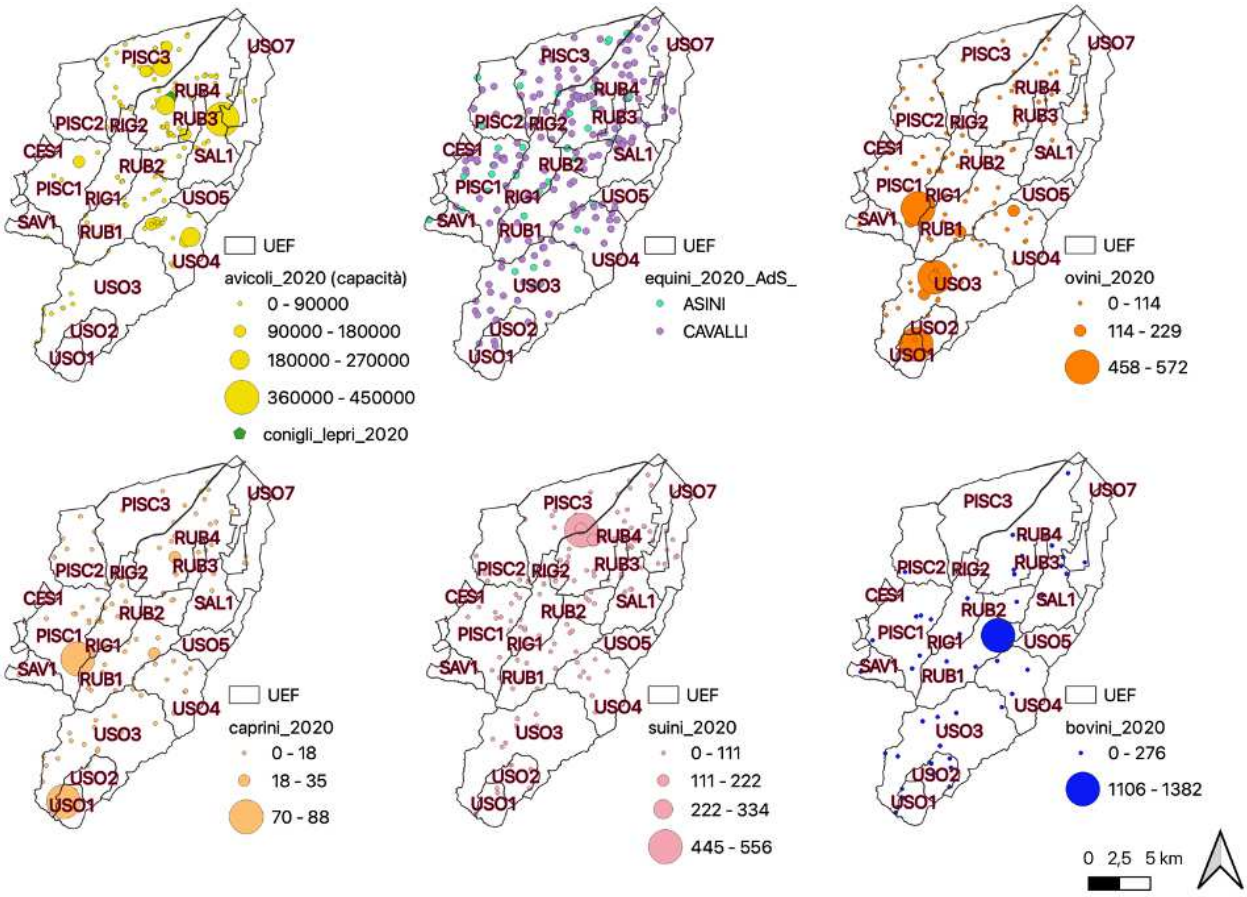


Figura 54 - Rappresentazione grafica dei dati fornitoci relativi agli allevamenti. Per gli avicoli viene rappresentata la capacità di allevamento; conigli, lepri e equini la collocazione delle strutture che ospitano tali allevamenti; le altre tipologie vengono rappresentate per numero di capi.

Dunque, gli apporti derivati dalla zootecnia sono stati stimati grazie ai dati presenti sulla popolazione di bestiame, pesi vivi medi e coefficienti di produzione di azoto seguendo la metodologia di Soana et al. (2019) riportati in Tabella 31. Tuttavia assumendo che gli effluenti zootecnici siano utilizzati esclusivamente ai fini di spandimento e applicati ai terreni all'interno dell'UEF dove è ubicata l'azienda che li ha prodotti.

Tabella 31 - Dati medi di peso vivo e di produzione di N delle diverse tipologie di cui si dispone il dato (da Soana et al., 2019)

	Peso vivo medio (kg)	Coef. Produzione N medio (kg t-1 yr-1)
bovini	449,2	97,8
suini	118,1	107,8
ovini	48,3	99,0
caprini	37,5	99,0

Dal calcolo degli input emerge quanto le UEF maggiormente impattate dalla zootecnia siano quelle che interessano i sottobacini dei corpi idrici Uso, Rubicone e Pisciatello. In particolare si hanno maggiori input da allevamenti di bovini nelle UEF RUB1, USO3 e USO2 (62%, 19%, 5% rispettivamente rispetto al totale di input da bovini in AdS); PISC3 (51%) e RUB4 (34%) presentano maggiori carichi da suini; USO3 (33%), USO1 (17%) e PISC1 (25%) da ovini; PISC1 (30%), USO1 (20%) e RUB4 (16%) da caprini.

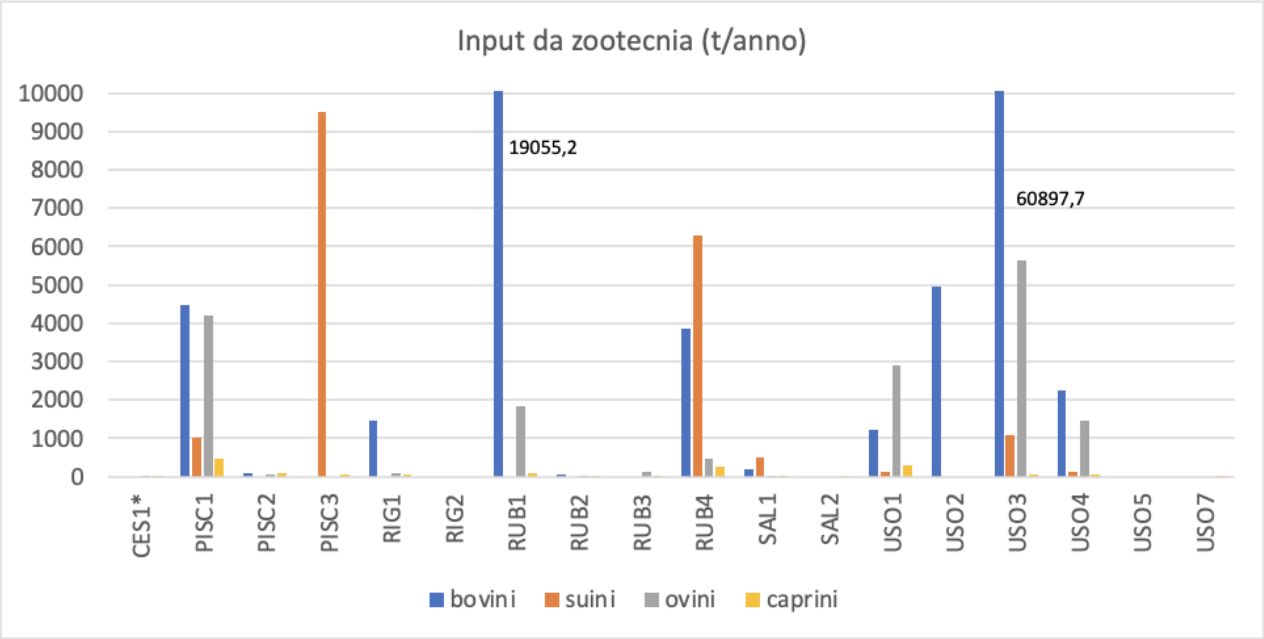


*Figura 55 - Input per ogni UEF (tonnellate all'anno) per i quali era disponibile il dato. (le UEF con * sono quelle che rientrano per una piccola percentuale della loro area complessiva nella superficie dell'area di studio considerate proporzionalmente alla % rientrante nell'AdS).*

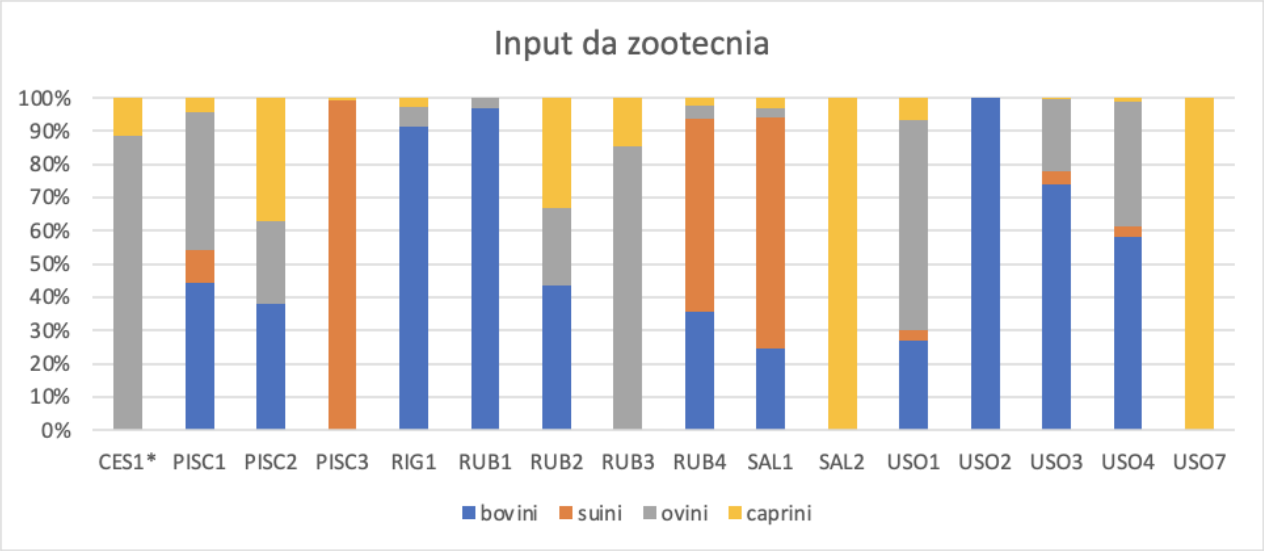


*Figura 56 - Input azoto (%) dalla zootecnia nell'area di studio (mancano i sottobacini per cui non esisteva il dato ARPAE) (le UEF con * sono quelle che rientrano per una piccola percentuale della loro area complessiva nella superficie dell'area di studio considerate proporzionalmente alla % rientrante nell'AdS).*

In definitiva i carichi totali nelle UEF dell'area di studio sono costituiti sia dai dati ARPAE di input dalle diverse fonti (eccetto allevamenti) e sia quelli derivati da zootecnia (Figura 56), ricordando che per il comparto zootecnico non vengano considerati tutti i tipi di allevamenti presenti nell'AdS per mancanza di dati.

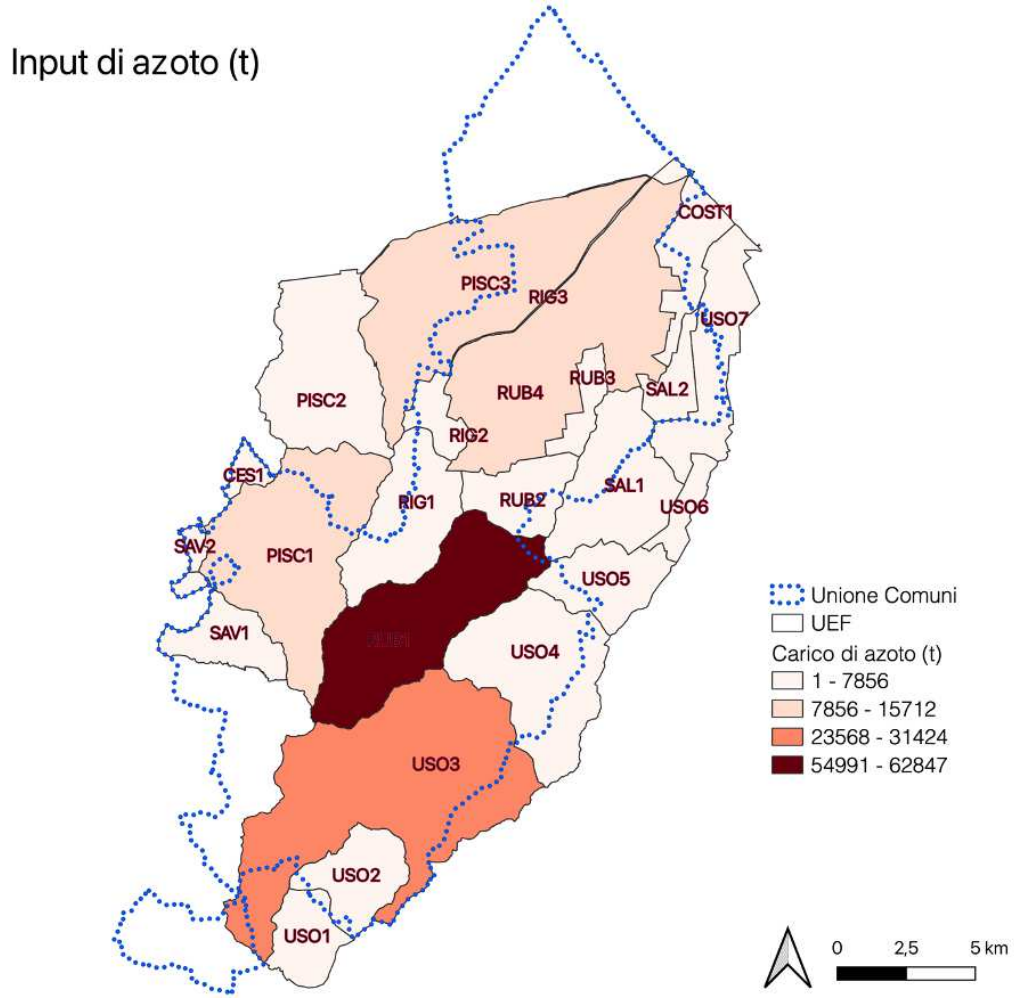


Figura 57 - Carichi totali di azoto nell'area di studio.

Grazie ai dati di input e al calcolo del surplus rispetto all'input mediante modello NDR InVEST, ossia quella porzione di azoto potenzialmente inquinante che le colture e gli elementi naturali e paranaturali del paesaggio non sono stati in grado di assorbire, è stato possibile ricavare la *capacità tampone potenziale* del territorio, ossia la quantità di azoto rimosso che non contribuisce al surplus di nitrati di cui sopra (cfr. **Figura 59**). In altre parole la differenza tra input e surplus risulta associabile alla capacità del sistema di abbattere l'azoto da fonti inquinanti e quindi fornire il SE di depurazione delle acque da parte del sistema territoriale.

*Tabella 32- Valori di input e surplus nei sottobacini, nonché quelli di azoto abbattuto dal sistema (capacità tampone potenziale, kg), ossia la differenza tra i carichi apportati al sistema (input; fonte ARPAE) e i carichi non assimilati che potenzialmente raggiungono il reticolo (surplus; desunti da modello NDR InVEST). *Per i sottobacini che rientrano nell'AdS per una piccola porzione della propria superficie si riporta il valore calcolato rispetto alla % delle UEF in AdS.*

COD.	totale input	totale input	totale input	% surplus	totale	capacità

	(varie sorgenti) nelle UEF in Ads (t/anno)	(zootecnia) nelle UEF in Ads (t/anno)	(ARPAE+zootecnia) nelle UEF in Ads (t/anno)	rispetto a input	surplus (t)	tampone potenziale (t)
COST1	62,08	0	62,08	8%	4,97	57,11
SAV1*	7,24	0	7,24	13%	0,94	6,30
SAV2*	1,06	0	1,06	18%	0,19	0,87
CES1*	1,84	32,4	34,24	14%	4,79	29,45
RUB1	33,77	62813,1	62.846,87	13%	8.170,09	54.676,78
RUB2	9,84	101,2	111,04	13%	14,44	96,60
RUB3	90,77	151,5	242,27	8%	19,38	222,89
RUB4	67,62	10833,4	10.901,02	7%	763,07	10.137,95
PISC1	25,88	10143,9	10.169,78	13%	1.322,07	8.847,71
PISC2	23,61	230,6	254,21	-19%	-48,30	302,51
PISC3	30,16	9578,3	9.608,46	8%	768,68	8.839,78
RIG1	18,71	1585,4	1.604,11	15%	240,62	1.363,50
RIG2	4,37	0	4,37	13%	0,57	3,80
RIG3	0,51	0	0,51	5%	0,03	0,49
USO1	7,22	4543,3	4.550,52	14%	637,07	3.913,44
USO2	10,94	4961,4	4.972,34	12%	596,68	4.375,66
USO3	64,34	25817,2	25.881,54	15%	3.882,23	21.999,31
USO4	21,14	3849,2	3.870,34	14%	541,85	3.328,49
USO5	11,36	0	11,36	12%	1,36	10,00
USO6	2,89	0	2,89	-4%	-0,12	3,00
USO7	43,51	33,4	76,91	6%	4,61	72,30
SAL1	30,38	713,4	743,78	2%	14,88	728,90
SAL2	6,05	11,1	17,15	6%	1,03	16,12

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

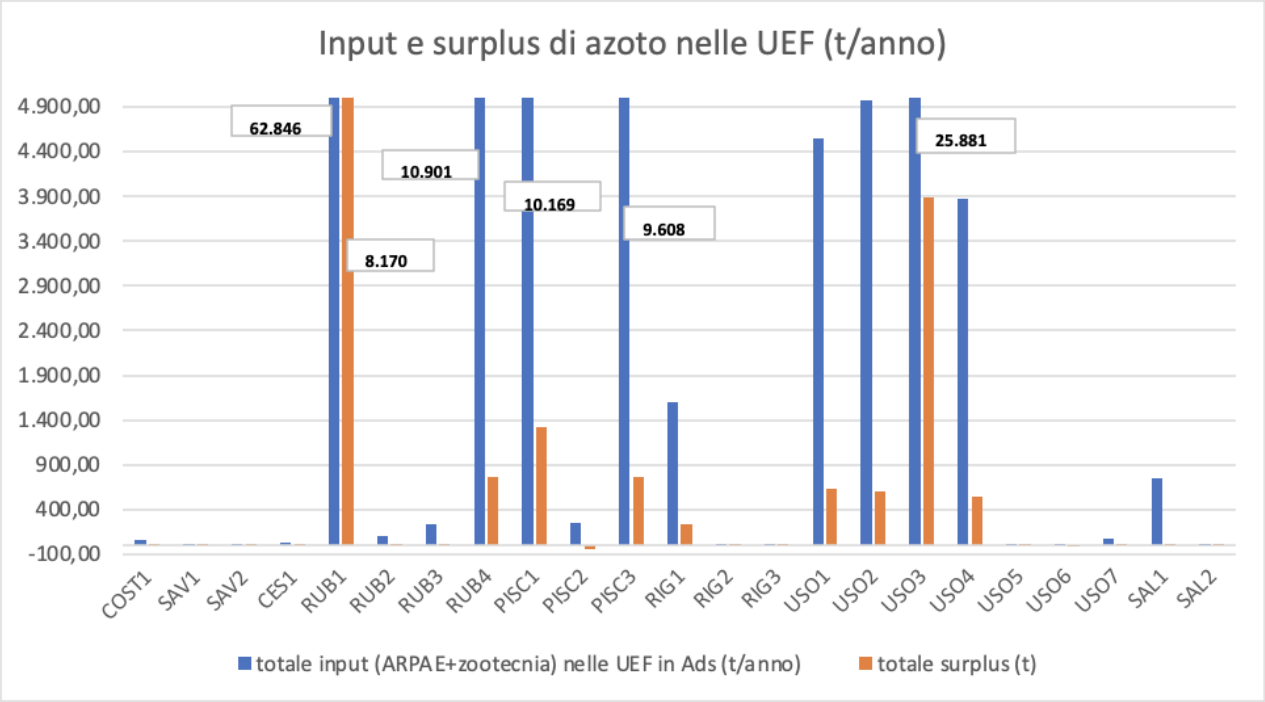


Figura 58 - Carichi di azoto e surplus che potenzialmente rimane nel sistema perché non abbattuto dalle tipologie del paesaggio.

Come è possibile osservare dalla **Tabella 32** è stata valutata la quantità di rimozione di azoto che le tipologie ambientali di ogni UEF sono capaci di trattenere i cui valori minimo e massimo sono pari a 0,49 t (RIG3) e 54.676,78 t (RUB3). La prima (RIG3) risulta prevalentemente costituita da urbano e agricolo con scarsissima, in alcuni casi assente, presenza di elementi naturali, mentre RUB3 anche se dotata di una discreta copertura urbana è caratterizzata da una buona presenza di elementi ad alta efficienza di rimozione di azoto (cfr. grafici a fine paragrafo). Il calcolo del surplus di azoto mediante modello NDR InVEST in alcuni casi ha restituito un risultato con un numero relativo negativo, che tradotto in termini di azoto corrisponde ad una maggiore capacità di depurazione del sottobacino interessato rispetto alla quantità di input immessa. Questo potrebbe essere dato dal fatto che nelle due UEF che presentano questa situazione (PISC2 e USO6) ci sia maggior presenza di elementi in grado di trattenere azoto rispetto alle strutture che apportano maggior carico. Ad esempio, PISC2 è costituita principalmente da colture agrarie con una buona capacità di rimozione di azoto, non mancano boschi e zone umide con efficienza di ritenzione maggiore; situazione simile riscontrata anche nell'UEF USO6.

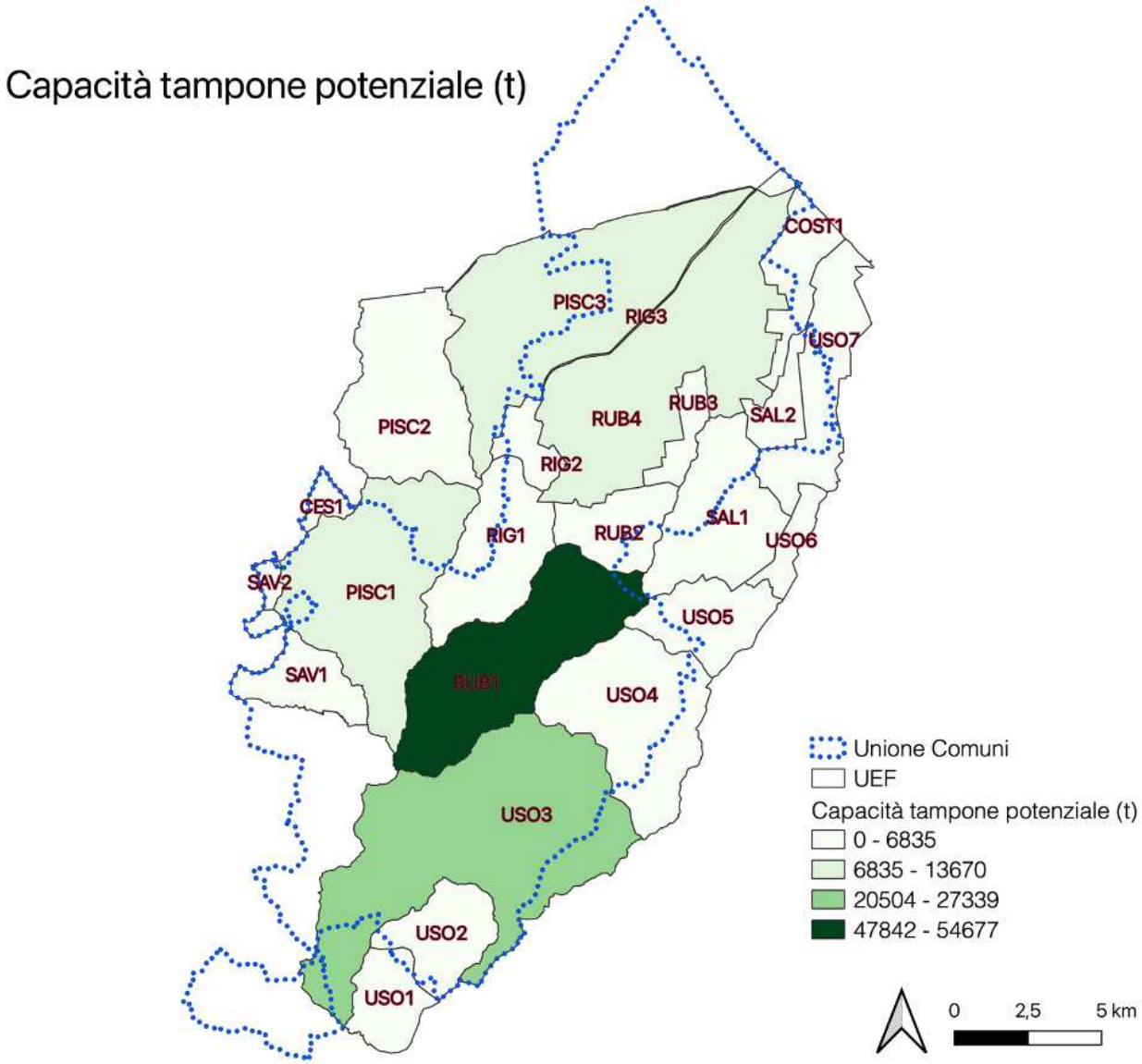


Figura 59 - Capacità tampone potenziale nell'area di studio.

In generale la quantità di azoto rimosso ha dimostrato di avere un'alta correlazione rispetto alla quantità di input immesso nelle UEF (valore minimo RIG3 con ca.513 kg, valore massimo RUB3 con quasi 90.800 kg); infatti dal grafico sotto si evince che all'aumentare dell'input di azoto conseguentemente aumenta linearmente anche l'azoto rimosso.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

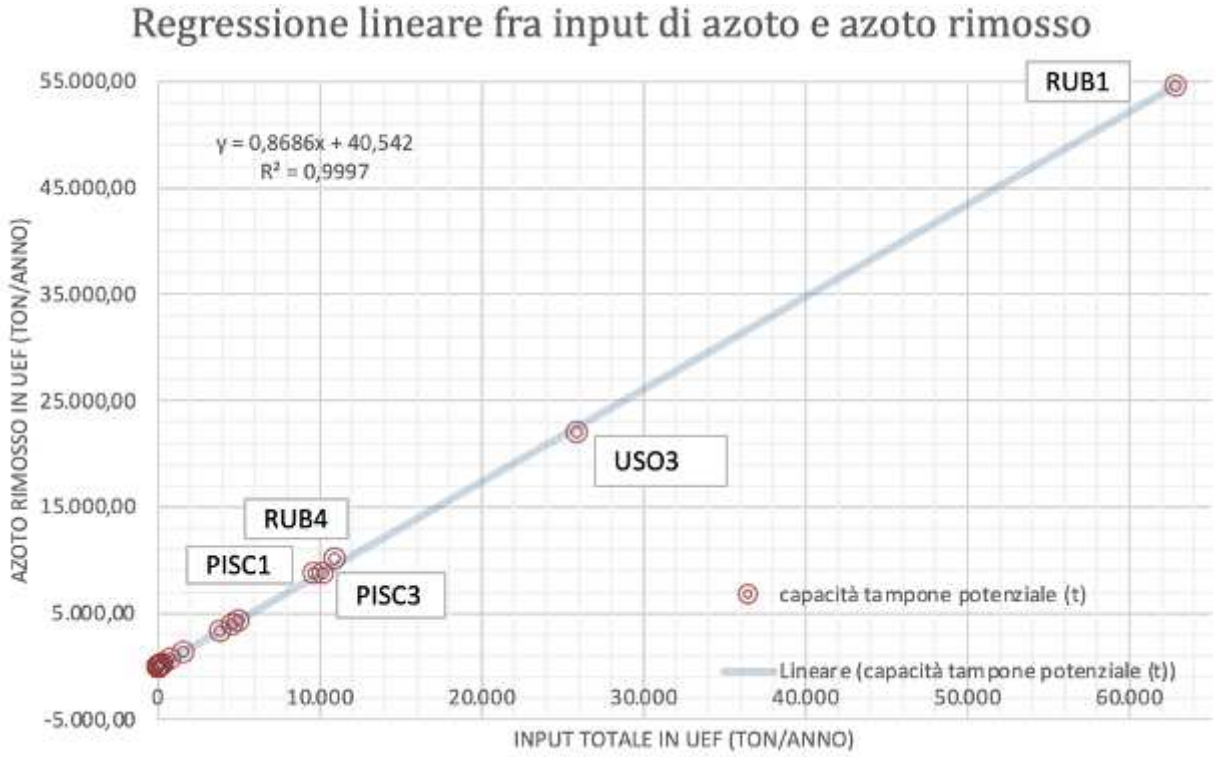


Figura 60 - - Regressione lineare tra i carichi di azoto nelle UEF e l'azoto che viene rimosso nelle stesse dagli elementi presenti nel territorio. RUB1 è quello con input (misurato da ARPAE) e output maggiore.

Per approfondire ulteriormente i risultati di questo servizio è stato calcolato un indice che fosse in grado di riassumere l'efficienza di rimozione.

Questo indice che varia tra 0 e 1 si riferisce all'*effettiva capacità di depurazione*, ed è dato dal rapporto fra la quantità di rimozione di azoto per ogni sottobacino e la relativa quantità di carico totale di azoto immessa; più il valore è prossimo a 1, maggiore è la capacità di rimozione di azoto.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

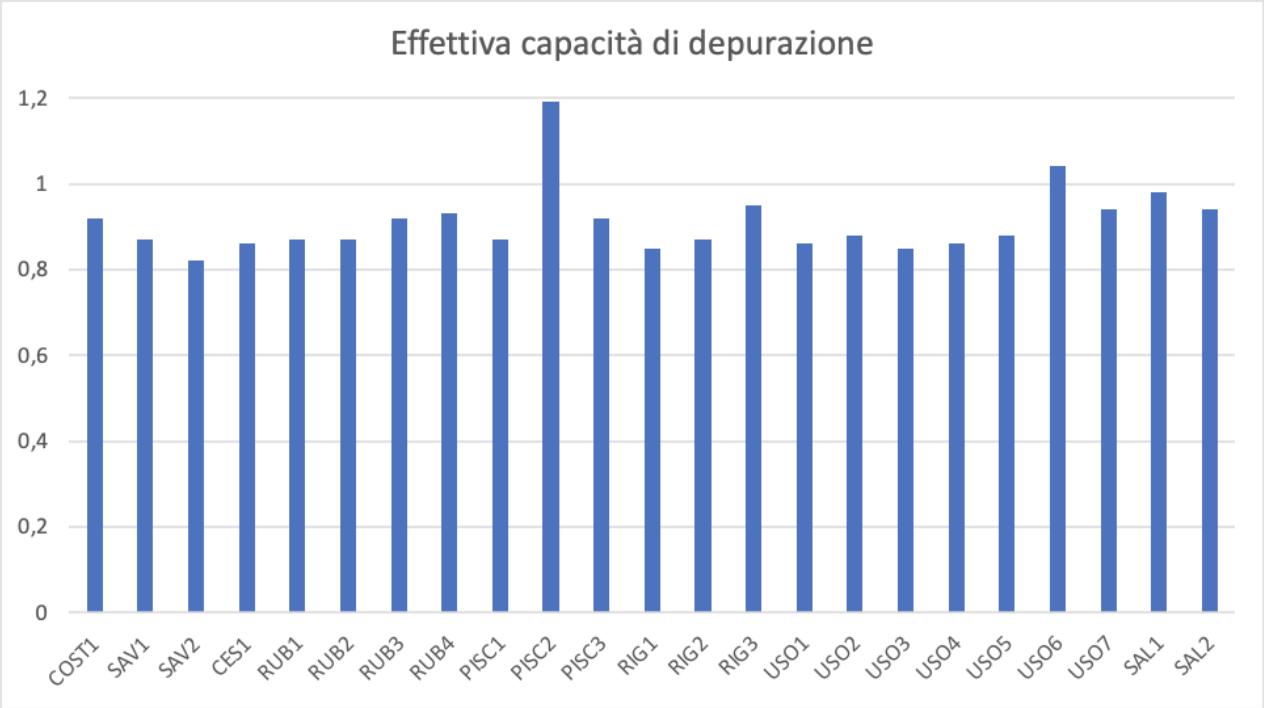


Figura 61 - Indice della capacità di depurazione di ognuna delle UEF interessate. Il valore che manca per arrivare ad 1 rispecchia il valore del surplus presente nelle aree di studio.

In generale come si nota dal grafico in tutte le UEF interessate, più dell'80% degli input viene rimosso; i valori minimi e massimi variano fra 0,82 e 1,19 SAV2 e PISC2 rispettivamente. SAV2 presenta anche il più alto tasso di surplus rispetto all'input calcolato in ambito InVEST (18%) nonostante la buona dotazione di elementi naturali questo può essere dato dalle sue caratteristiche morfologiche e climatiche, considerate dal modello, che potrebbero potenzialmente non permettere un'alta ritenzione dei nutrienti. Tuttavia si ricorda che questo sottobacino è presente nell'area di studio per il 6% della sua area complessiva e copre lo 0,3% dell'area di studio (Tabella 32).

In quanto alla UEF PISC2 anche se presenta uno stato ecologico scarso misurato da ARPAE è costituito da una discreta dotazione di elementi in grado di assorbire azoto (es. azotofissatrici come erba medica, prati, colture arboree/permanenti di varia natura, boschi ecc.)

Tabella 33 - Macrotipologie di coperture della carta ambientale considerate nel calcolo del modello e relativi valori di carico e ritenzione di azoto desunti e integrati da bibliografia (Salata et al., 2017; Soana et al, 2019; manuale modello NDR).

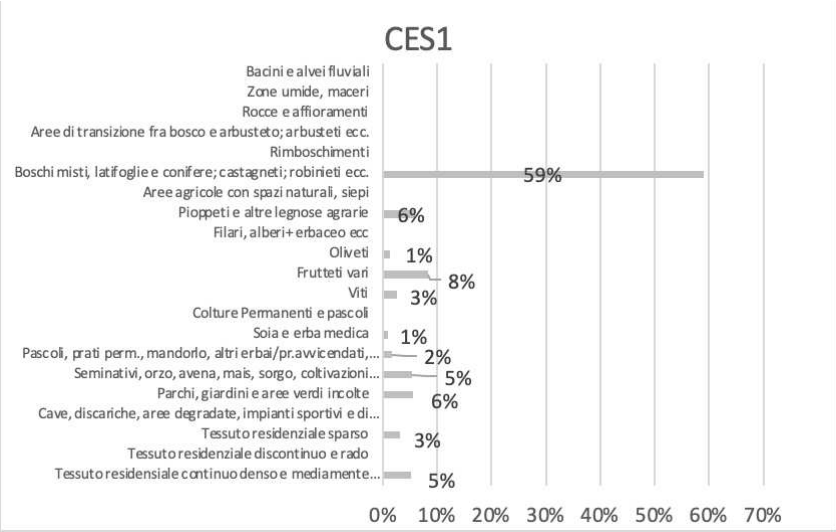
	carico N kg/ha anno	**efficienza di ritenzione N**
Tessuto residensiale continuo denso e mediamente denso; insediamenti densi di	16.1	0.0

vario genere (es: produttivi, commerciali ecc.); infrastrutture stradali, porti e aeroporti		
Tessuto residenziale discontinuo e rado	13.9	0.0
Tessuto residenziale sparso	5.5	0.0
Cave, discariche, aree degradate, impianti sportivi e di vario genere	2.9	0.0
Parchi, giardini e aree verdi incolte	2.9	0.6
Seminativi, orzo, avena, mais, sorgo, coltivazioni industriali, ortive	105.0	0.2
Pascoli, prati perm., mandorlo, altri erbai/pr.avvicendati, girasole, frumento tenero e duro	210.0	0.4
Soia e erba medica	420.0	0.8
Colture Permanenti e pascoli	0.0	0.6
Viti	76.0	0.4
Frutteti vari	85.0	0.4
Oliveti	200.0	0.4
Filari, alberi+ erbaceo ecc	0.0	0.3
Pioppeti e altre legnose agrarie	0.0	0.6
Aree agricole con spazi naturali, siepi	30.0	0.4
Boschi misti, latifoglie e conifere; castagneti; robinieti ecc.	0.0	0.8
Rimboschimenti	0.0	0.8
Aree di transizione fra bosco e arbusteto; arbusteti ecc.	0.0	0.6
Rocce e affioramenti	0.0	0.6
Zone umide, maceri	0.0	0.8
Bacini e alvei fluviali	0.0	0.8

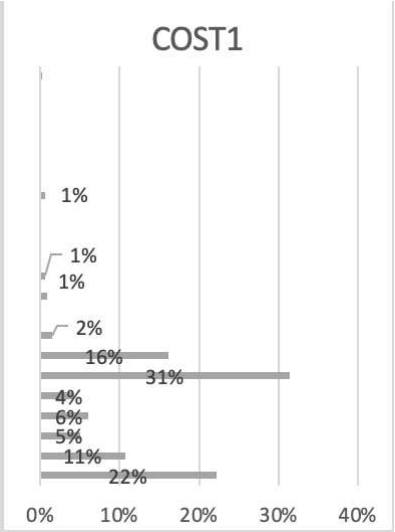
Per una maggiore caratterizzazione dei sottobacini dal punto di vista della copertura di seguito si riportano le tipologie di classi di presenza desunte dalla carta ambientale per ogni sottobacino. Si rendono evidenti le patches che coprono almeno l'1% del territorio.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

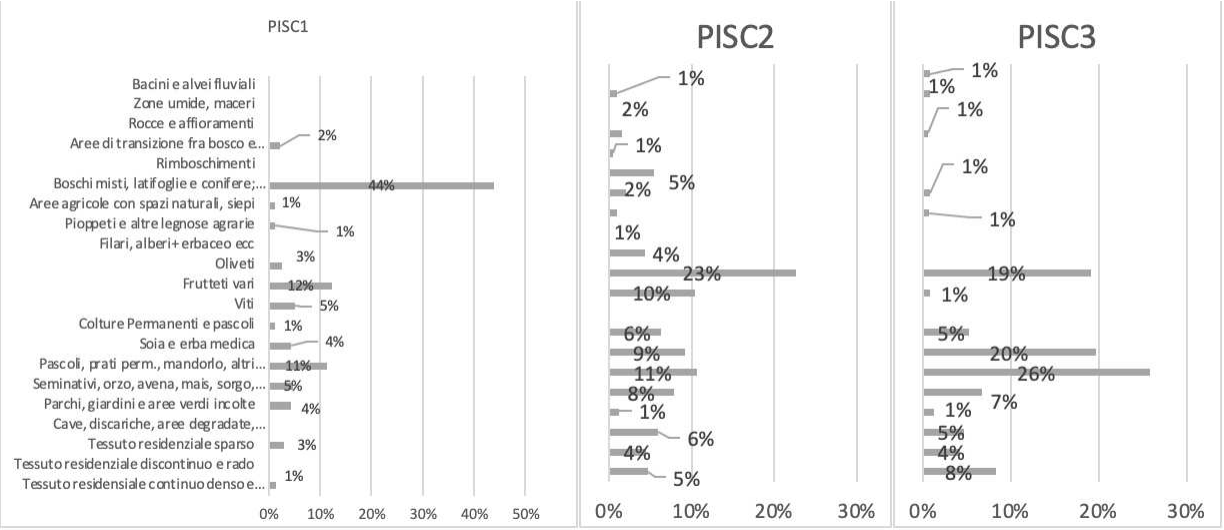
Rio Cesuola



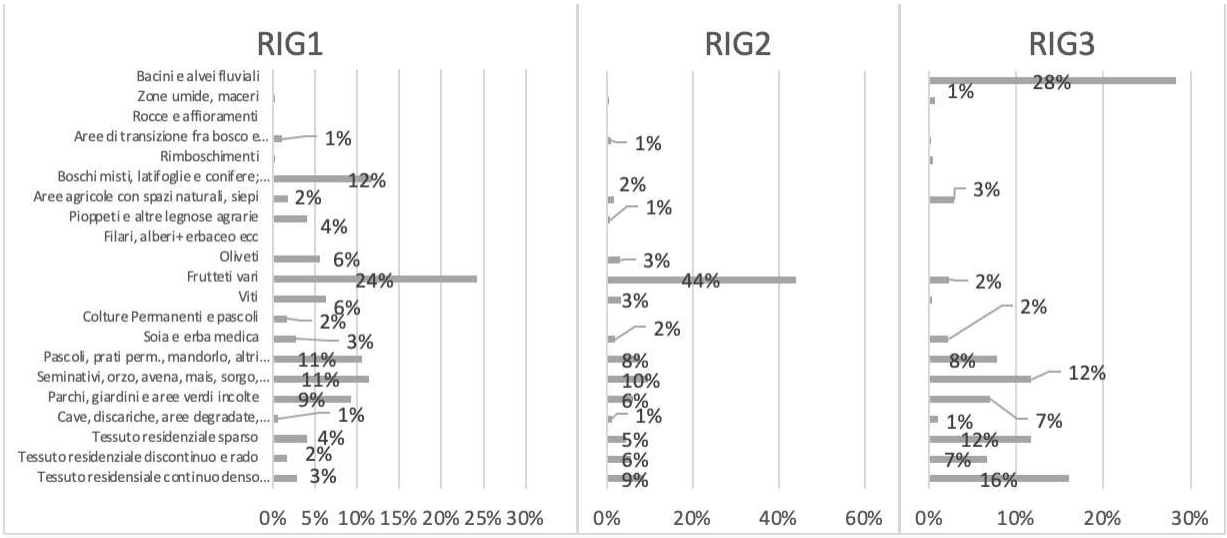
Bacini cost. – bacini romagnoli



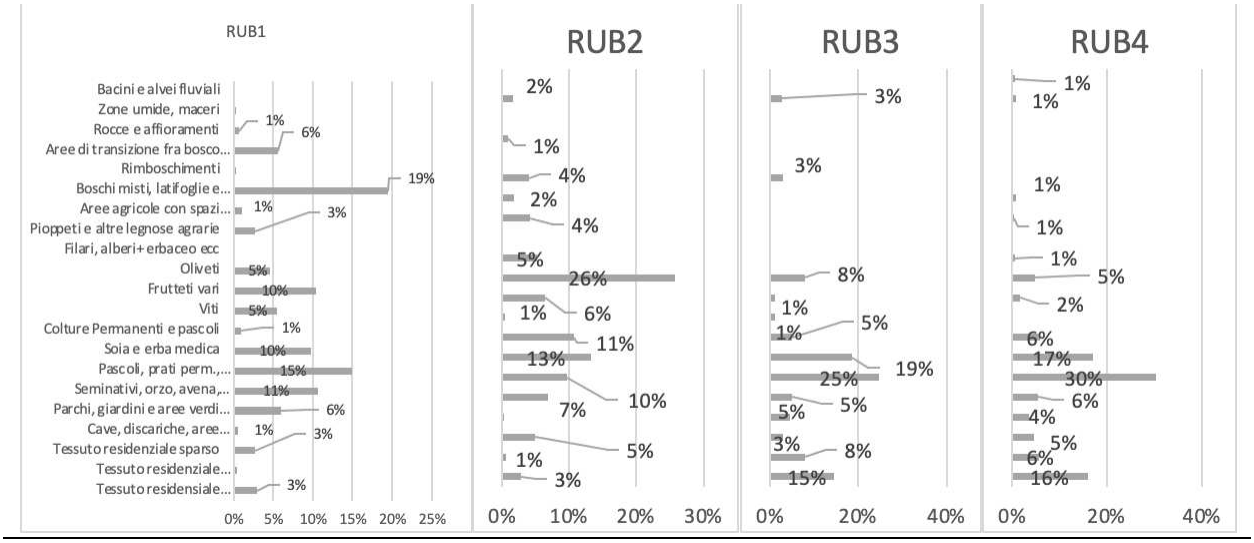
Torrente Pisciatello



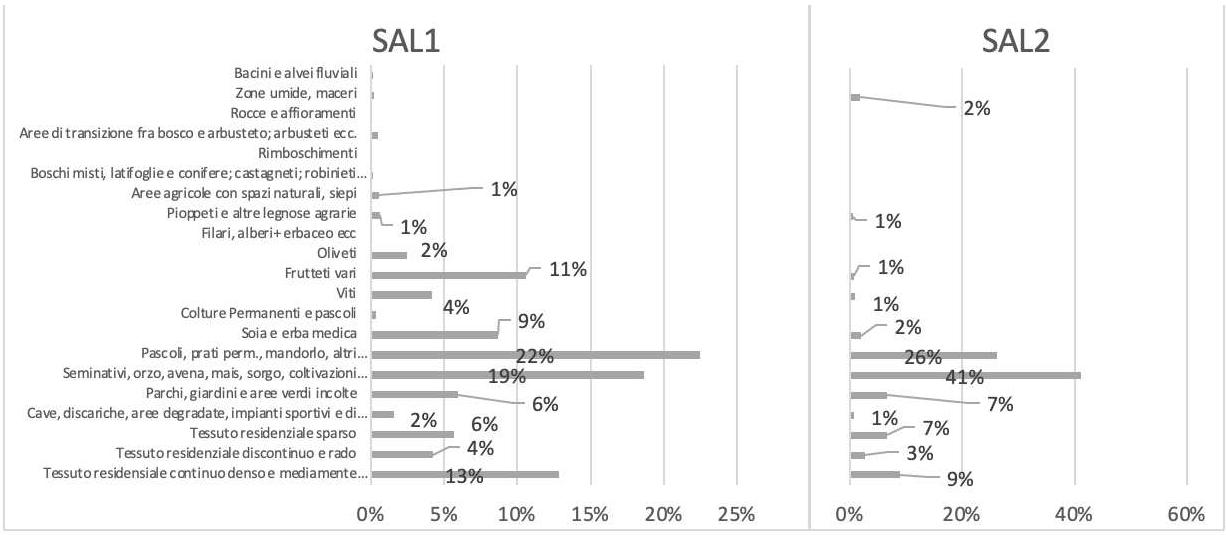
Torrente Rigossa



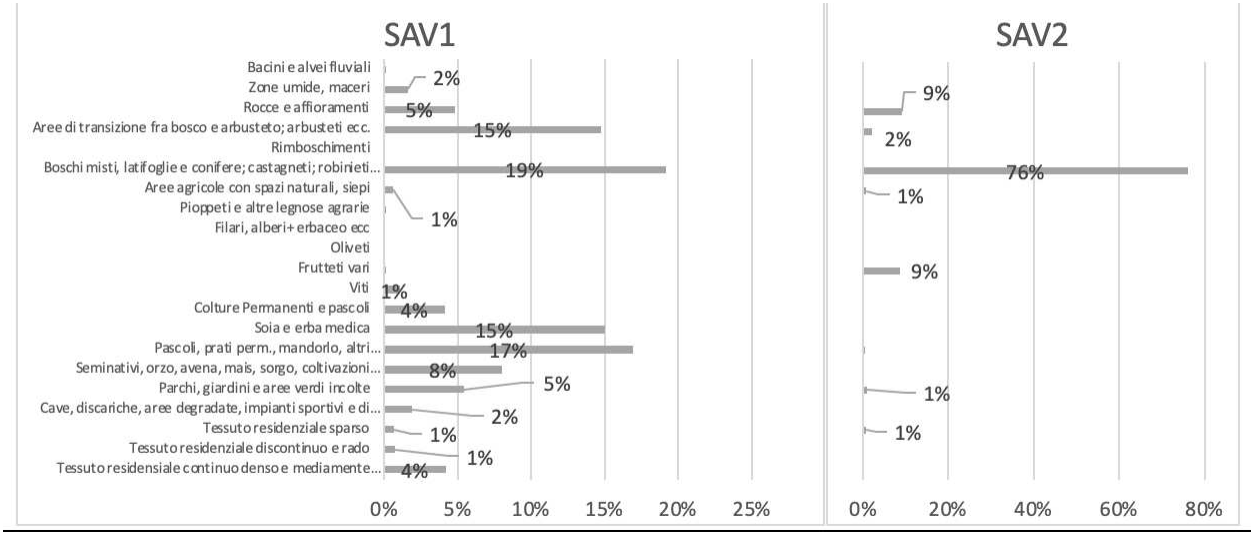
Fiume Rubicone



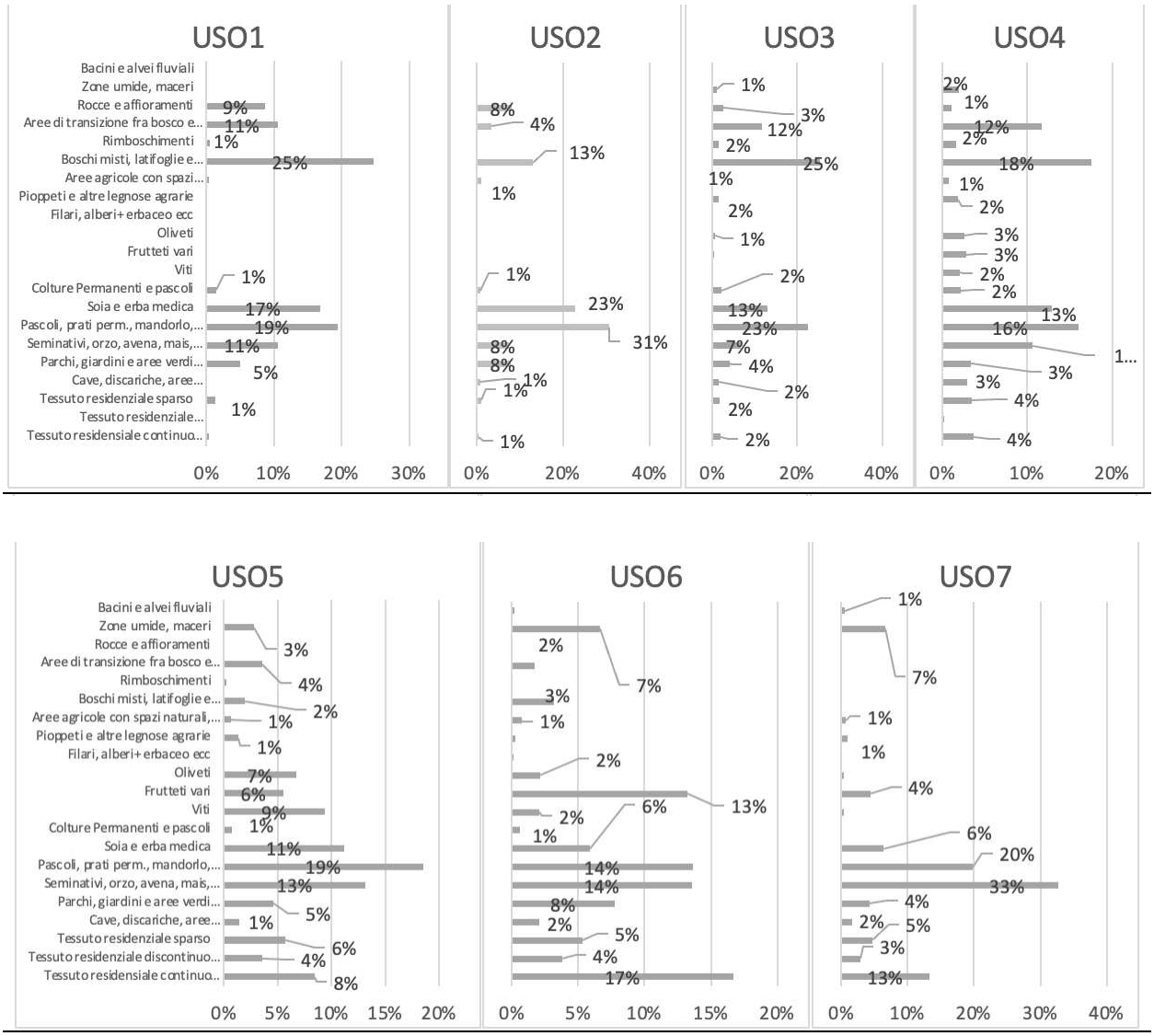
Rio Salto



Fiume Savio



Fiume Uso



In generale le zone più a monte dei corpi idrici sono maggiormente impattate per quanto riguarda la zootecnia, mentre l'agricoltura è presente in tutte le UEF con un'alta percentuale.

Tuttavia il sistema naturale dell'area di studio fornisce un buona capacità di abbattimento del servizio di depurazione.

Inoltre si ricorda che prima della linea di costa in concomitanza dei sottobacini PISC2, PSC3, RUB4, RUB3, RIG2, USO5, USO6, SAL1 e SAL2 si collocano le Zone Vulnerabili a Nitrati. In queste zone anche se si trova un discreto apporto di azoto è presente una buona capacità tampone probabilmente derivata dalle restrizioni che regolamentano le ZVN (massimale previsto di 170 kg/ha/anno). Si ricorda che le principali fonti di azoto nitrico sono costituite dall'utilizzo agricolo di fertilizzanti minerali, dallo spandimento di effluenti zootecnici e fanghi di depurazione e in

misura minore dai reflui urbani. Nell'area di studio si riscontrano ancora criticità di azoto nitrico valutate nelle aree di chiusura dei bacini Rubicone e Uso con valori sopra i 2,4 mg/L (classi scarso e cattivo) vedi par 4.1..

Come ampiamente descritto nel par 4.1. in alcune di queste UEF nelle ZVN viene individuato uno **stato ecologico delle acque superficiale** con giudizio scarso (PISC2, RUB4, USO5) o sufficiente (USO6); non buono tutto il fiume Rubicone e il torrente Rigossa. In più i tratti di pianura sono tutti definiti come HMWB (corpi idrici fortemente modificati) e presentano un IQM con giudizi scadenti la cui funzionalità fluviale migliora spostandosi nei tratti collinari e alto collinari.

6.2.5. *SE assorbimento CO2*

Le superfici forestali svolgono un ruolo importantissimo nell'assorbimento della CO2 dall'atmosfera fissando il carbonio nella biomassa e nel suolo (Canadell et al , 2007; IPCC, 2007) e rilasciando ossigeno. L'United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC, 2005) e il report "Good Practice Guidance for Land Use, Land Use change and Forestry" (IPCC, 2003) definiscono i 5 diversi serbatoi (pools) in cui il carbonio è immagazzinato: biomassa vivente (epigea e ipogea), necromassa (legno morto), lettiera e suolo. La CO2 è considerata come uno dei più importanti gas serra responsabili del cambiamento climatico globale. Il sequestro di CO2 appartiene ai servizi di regolazione ovvero quella tipologia di servizi che regolano processi fisici, biologici ed ecologici, arrivando a mitigare rischi naturali o, più in generale, le alterazioni della biosfera. Il servizio di stoccaggio del carbonio è svolto da tutti gli ecosistemi terrestri e non, seppur con diversa entità (Hutyra et al., 2011) ma ambienti forestali naturali e seminaturali presentano il più alto potenziale di sequestro di carbonio (ISPRA, 2016).

L'indicatore di assorbimento di CO2 è rappresentato sia dalla componente di stock ovvero il carbonio già assorbito dalle tipologie vegetazionali e presente quindi nella loro biomassa sia dall'indicatore di flusso che rappresenta il tasso annuale di sequestro di CO2 operato dalle superfici forestali a livello di UEF (tCO2/ha-1y-1) e deriva dall'applicazione dell'equazioni di IPPC (2006) (eq. 2.9 e 2.10 IPPC guidelines vol.4 ch.2) utilizzate per stimare il carbonio assorbito in funzione dell'incremento annuale della biomassa forestale sia per la componente epigea che ipogea.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

6.2.5.1. *Stock di CO2*

I dati per la costruzione dell'indicatore di stock derivano sia dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio (INFC, 2015) che dal 3° rapporto sullo stato del Capitale Naturale (2019, annesso metodologico) e nello specifico da Sallustio et al. (2015) (Tabella 34); non per tutte le tipologie è presente il dato per la componente ipogea o la sostanza organica morta per cui la quantità definita è una sottostima della reale quantità stoccata.

Tabella 34 - Valori associati alle tipologie della Carta Ambientale per l'indicatore di stock di C (da INFC, 2015 e dove non specificato da Sallustio et al., 2015)

Tipologie della Carta del Sistema Ambientale	**Componente Epigea (tonn C/ha)**	**Componente Ipogea (tonn C/ha)**	**Componente legno morto (tonn C/ha)**	**CO2 assorbit atonn/ha**
Foreste	55,8 (INFC, 2015)	11,5	3,2 (INFC, 2015)	260
Arboricoltura da legno	32,3 (INFC, 2015)	5,25	1,4 (INFC, 2015)	143
Arboricoltura da frutto	10	/	/	37
Prati pascoli	4,4	/	/	16
Colture temporanee associate alle permanenti, sistemi colturali e particellari complessi	7,5	/	/	27
Aree agricole (seminativi)	5	/	/	18
Siepi/filari alberati/boscaglie/veg. in evoluzione/parchi/ville	30,1	/	/	110

Per ottenere i valori di CO2, i valori di C della Tabella 34 vengono moltiplicati per 3,67 (coefficiente standard-rapporto tra il peso molecolare di CO2 e C). Per i prati si utilizza il valore di 16 tonn Co2/ha, per le classi "Colture temporanee associate a colture permanenti" e "Sistemi colturali e particellari complessi" si è usata la media tra le categorie "arboricoltura da frutto" e "aree agricole" di Tabella 34, mentre per le classi "Boscaglie ruderali" "Siepi" e "Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione" si è usata la media tra valori di prato e foreste.

La Figura 62 mostra la distribuzione della capacità di stoccare CO2 da parte della copertura vegetale (a diversa struttura) e della componente agricola. La matrice agricola e la vegetazione erbacea hanno una minore capacità di assorbimento di CO2 rispetto alle aree verdi a struttura più matura (es. boschi e foreste, arboricoltura da legno e vegetazione arboreo-arbustiva in evoluzione).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

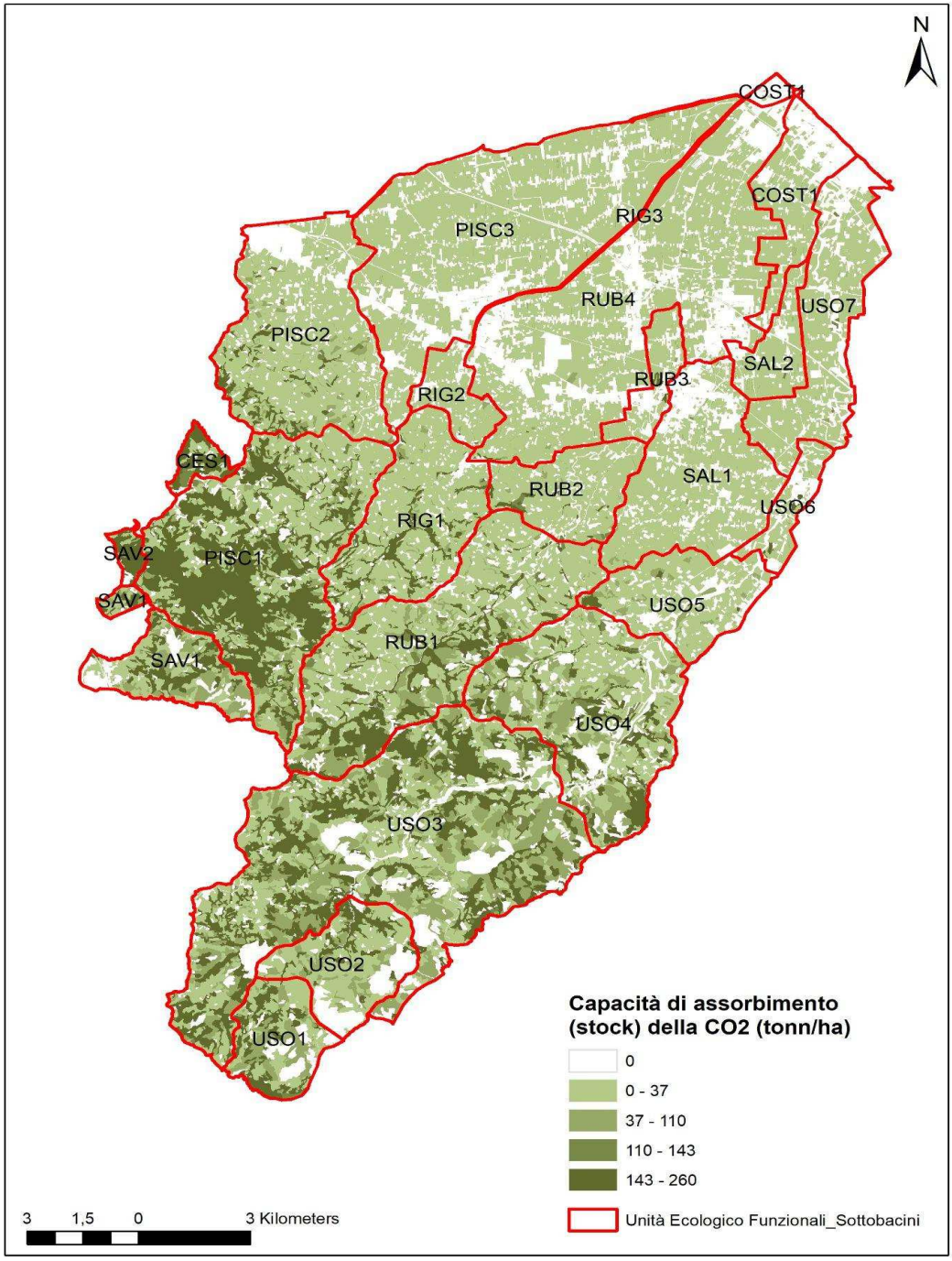


Figura 62 - Capacità di stoccare CO2 da parte della copertura vegetale e agricola

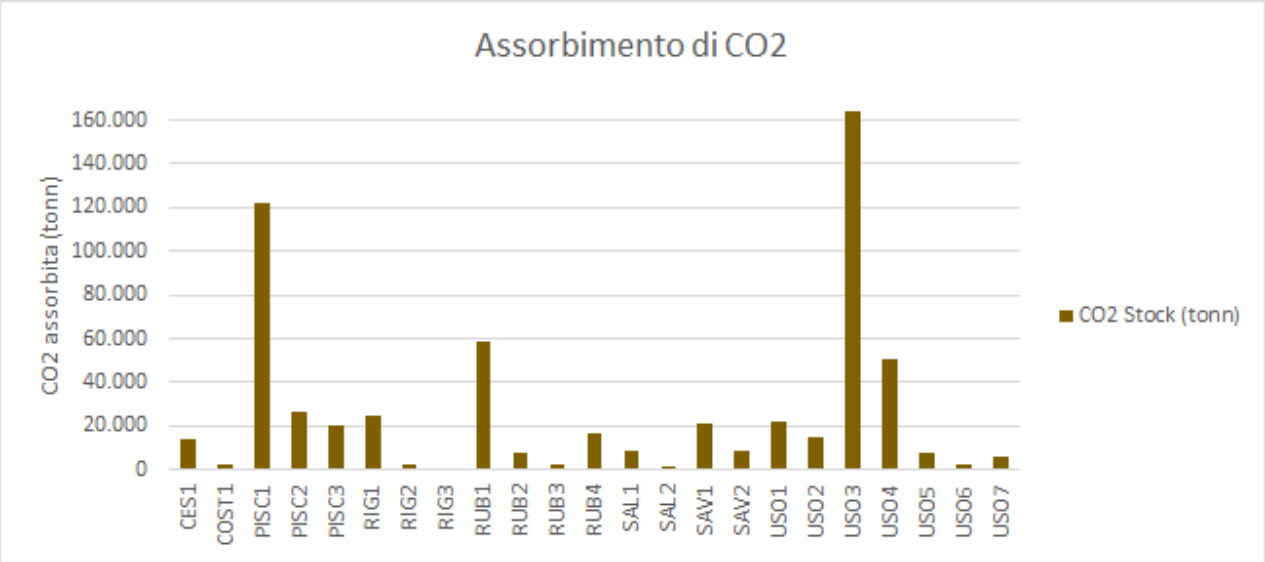


Figura 63 - Assorbimento di CO2 (componente epigea-ipogea e del legno morto) per le diverse UEF.

Il grafico di Figura 63Figura 63 descrive gli stock di CO2 associati alle componenti della vegetazione naturale e paranaturale (aree forestali, arboricoltura, verde urbano) e delle aree agricole all'interno delle UEF. Quelle con valori maggiori sono rappresentate dalle UEF USO3 e PISC1 con rispettivamente 10.409 e 9.680 tonnellate di CO2 assorbita ovvero dove si concentrano le maggiori estensioni di aree forestali (soprattutto Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni e boschi misti di conifere e latifoglie) e di arboricoltura da legno (prevalentemente classificate come "altre colture da legno"). Le UEF PISC1, USO3 e RUB1 tra quelle con valori più alti assorbono il 36% di tutta la CO2 assorbita nell'area di studio per le 3 componenti analizzate; valore che sale al 44% se si considera tutta l'area alto collinare dell'area di studio (UEF PISC1, USO3, RUB1, USO1, USO 2, SAV1, SAV2).

Un ulteriore contributo allo stoccaggio di carbonio nel territorio deriva da quello contenuto nei suoli stante la loro capacità di trattenere e rielaborare sostanza organica derivante da resti di piante ed animali in vari stadi di decomposizione, cellule o tessuti e da sostanze prodotte o rielaborate dalle radici delle piante e dai microrganismi presenti nel suolo stesso.

La Figura 64 mostra lo stock di CO2 contenuto nei suoli sulla base della "Carta del carbonio organico immagazzinato nei suoli della pianura emiliano romagnola 0-30 cm" e sulla base della "Carta del carbonio immagazzinato nei suoli dell'Appennino tra 0-30 cm" prodotti dalla Regione Emilia Romagna rispettivamente nel 2015 e 2008 a scala 1:50.000 e 1:250.000. Interessante notare come i suoli associati alle UEF di pianura che presentano bassi valori di stock di CO2 per la

componente vegetale risultano con elevati valori di CO2 stoccata nei terreni agricoli soprattutto evidenti nella parte centro nord del comune di San Mauro Pascoli, tra via Cagnona e via Rubicone nel comune di Savignano sul Rubicone mentre nella parte più collinare sono i terreni del comune di Roncofreddo ad avere i massimi valori di stock di CO2. Il suolo costituisce una delle più grandi riserve di carbonio (carbon sink). Nonostante recenti studi dichiarano che fino ad ora è stata sovrastimata del 40% la capacità del suolo di assorbire e stoccare la CO2 (He et al., 2016), preservare gli stock di carbonio esistenti nei suoli è una delle possibili opzioni da considerare allo scopo di mitigare gli effetti del cambiamento climatico . Una cattiva gestione dei suoli può avere infatti conseguenze disastrose: secondo le stime della Commissione Europea una perdita minima pari allo 0,1% di carbonio dai suoli europei verso l'atmosfera equivarrebbe alle emissioni di carbonio prodotte da 100 milioni di auto in più sulle strade. In agricoltura pratiche di gestione conservativa del suolo (minima lavorazione, semina su sodo, colture di copertura, etc), note come Agricoltura Conservativa, permettono di sequestrare nel terreno quantitativi di anidride carbonica superiore rispetto a tecniche di tipo tradizionale oltre a diminuire la concentrazione dei nitrati residui nei terreni (Mantovi et al., 2015 in Progetto Emilia Blu- www.crpa.it/nqcontent.cfm?a_id=13505&tt=crpa_www&sp=crpa). Ad esempio in cinque anni di agricoltura conservativa è possibile sequestrare circa 12.220 kg di CO2 per ogni ettaro coltivato (stime AIGACOS - Associazione Italiana per la Gestione Agronomica Conservativa del Suolo). Inoltre l'adozione di tecniche più conservative nella gestione dei suoli agricoli consentirebbe di ridurre il consumo di carburanti. Secondo alcune valutazioni, la lavorazione dei terreni convenzionale tramite aratura comporta infatti un consumo di gasolio di 80 l/ha pari a 300 kg/ha di CO2 emessa, mentre le tecniche di "non lavorazione" o di "minima lavorazione" possono richiedere intorno a 10 l/ha di gasolio, riducendo le emissioni a 90 kg/ha di CO2 (da ERSAF, Stock di carbonio nei suoli (ersaf.lombardia.it)). La matrice agricola si presenta quindi come una potenziale area di stock di carbonio se adeguatamente convertita da un lato a misure di agricoltura conservativa e dall'altro arricchita con elementi naturali di vegetazione (es. siepi, fasce tampone boscate, etc.) che massimizzano il SE di assorbimento di CO2 nella componente legata alla crescita della biomassa.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

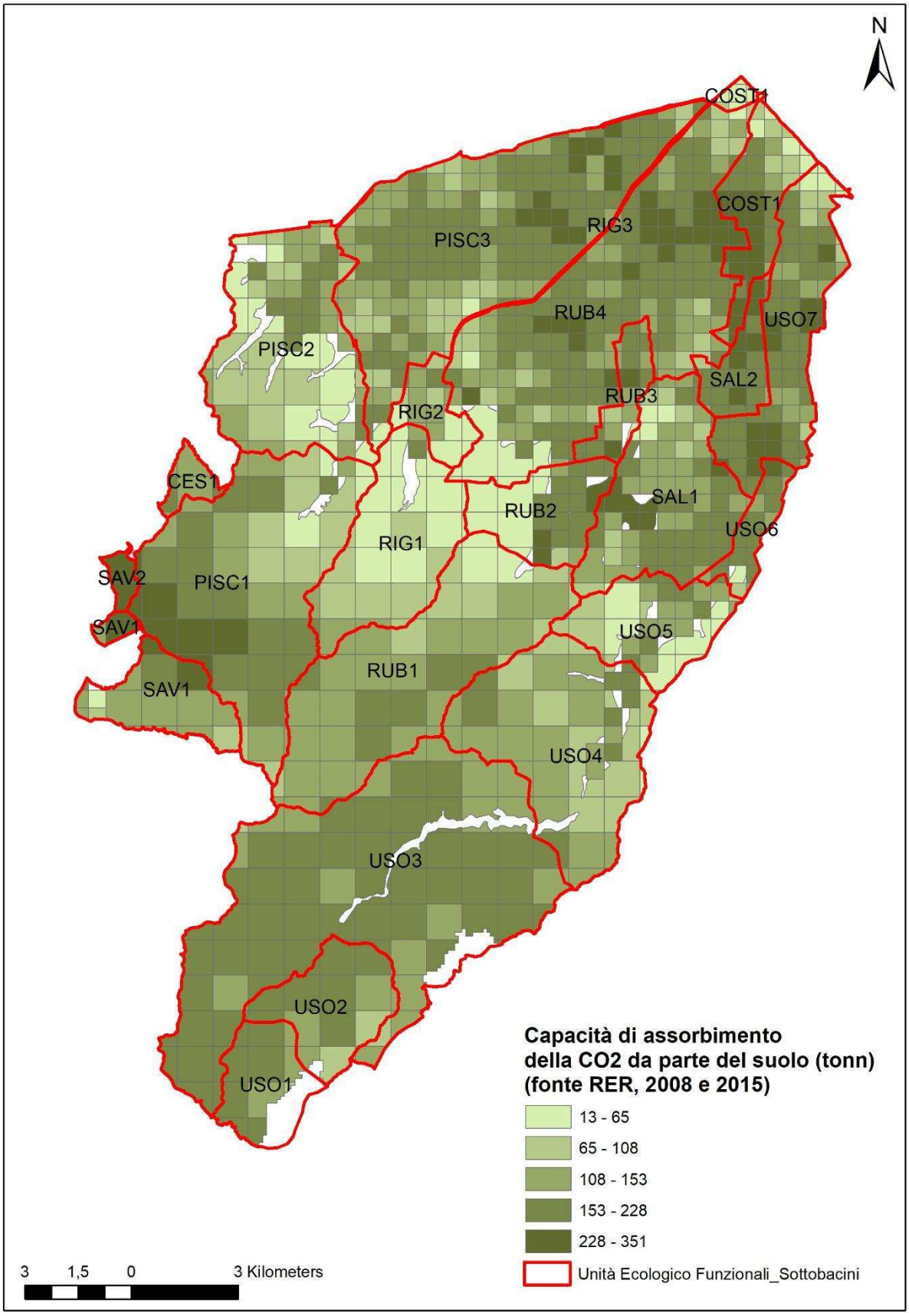


Figura 64 - Capacità di assorbimento di C02 da parte del suolo (da dati RER 2008 e 2015)

6.2.5.2. Flusso di CO2

Per il calcolo del flusso di CO2 si utilizzano i dati relativi all'incremento corrente (m3/ha), in funzione della fitomassa arborea presente per ciascun tipo forestale, derivante dai dati contenuti all'interno del rapporto INFC (2005) (www.sian.it/inventarioforestale/) e come indicato in IPPC, 2006.

La fitomassa è convertita in carbonio considerando un rapporto carbonio/fitomassa generalizzato (C=0,5) e un fattore WBD densità basale del legno che esprime il rapporto peso fresco/peso secco specifico per tipo forestale (m3) e considerando il fattore di conversione della biomassa BEF secondo le seguenti formule:

sequestro di C annuo (tonn/anno) = Σ (A*Gtotal*WBD) Gtotal=Σ(I*BEF*0,5)*(1+Rad)

Sequestro di CO2 annuo (tonn/anno): Σ(A*(I*BEF*0,5)*(1+RAD) *WBD)*3,67

Dove:

- I = Incremento corrente di volume arboreo epigeo per ettaro e per tipo forestale
- BEF = "Biomass Expansion Factor" ovvero fattore di conversione (biomassa epigea/growing stock)
- WBD = "Wood Basic Density" ovvero densità basale del legno peso secco/peso fresco (t/m3) per tipologia forestale
- A = superficie in ettari, per tipologia forestale

Per i valori dei coefficienti BEF, RAD e WBD si è fatto riferimento ai valori indicati da Federici et al. (2008); la Tabella 35 descrive i valori di incremento corrente e i parametri per il calcolo dell'assorbimento di CO2 per le diverse componenti vegetazionali.

Tabella 35 - Valori relativi ai coefficienti BEF, RAD e WBD tratti da Federici et al. (2008) e corrispondente sequestro di CO2 medio annuale (ton/ha).

Carta del Sistema Ambientale	Incremento corrente annuo (m3/ha)	WBD tonn/m3	BEF	RAD	Sequestro CO2 Epi+ipo (tonn/ha/y)
Altre colture da legno	5,6	0,4	1,36	0,25	7,0
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni ceduo	4	0,65	1,39	0,2	8,0
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	2,4	0,67	1,42	0,2	5,0

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

fustaia					
Rimboschimenti ceduo	4,5	0,56	1,39	0,27	8,2
Rimboschimenti fustaia	6	0,51	1,35	0,28	9,7
Boschi planiziali a prevalenza di farnie e frassini	1,6	0,67	1,42	0,2	3,4
Verde storico	3,4	0,51	1,35	0,28	5,5
Castagneti da frutto	6	0,49	1,33	0,28	9,2
Pioppeto colturale	11	0,29	1,24	0,21	8,8
Salici e pioppi	4,7	0,53	1,47	0,24	8,3
Conifere pure e miste	4,8	0,51	1,35	0,28	7,8
Parchi	3,4	0,51	1,35	0,28	5,5
Filare alberato	3,4	0,51	1,35	0,28	5,5

La Figura 66 descrive i valori di assorbimento annuo di CO2 associato alle diverse UEF: la UEF USO3 è quella che assorbe i maggiori quantitativi di CO2 pari a oltre 10.000 t/anno da parte della vegetazione in relazione all'incremento annuo di biomassa, seguono PISC1 e RUB1 con 9700 e 3800 tonn/y rispettivamente. L'alta valle dell'Uso, del Rubicone e del Pisciatello si confermano le aree con maggiori potenzialità a fungere da sink di carbonio ovvero da serbatoio capace di stoccare CO2 nella vegetazione presente in funzione del suo incremento annuale di biomassa. Interessante notare però che il servizio di assorbimento di CO2 risulta più carente proprio nelle aree di pianura dove sono concentrate la maggior parte delle emissioni (dati INEMAR 2017) le cui fonti sono prevalentemente automobili (39%), impianti residenziali (21%) e commerciali (16%) come indicato nel grafico di Figura 65 e descrivendo di fatto un bilancio negativo in cui la naturale funzione di assorbimento della CO2 operata dalla vegetazione non riesce a bilanciare le emissioni.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

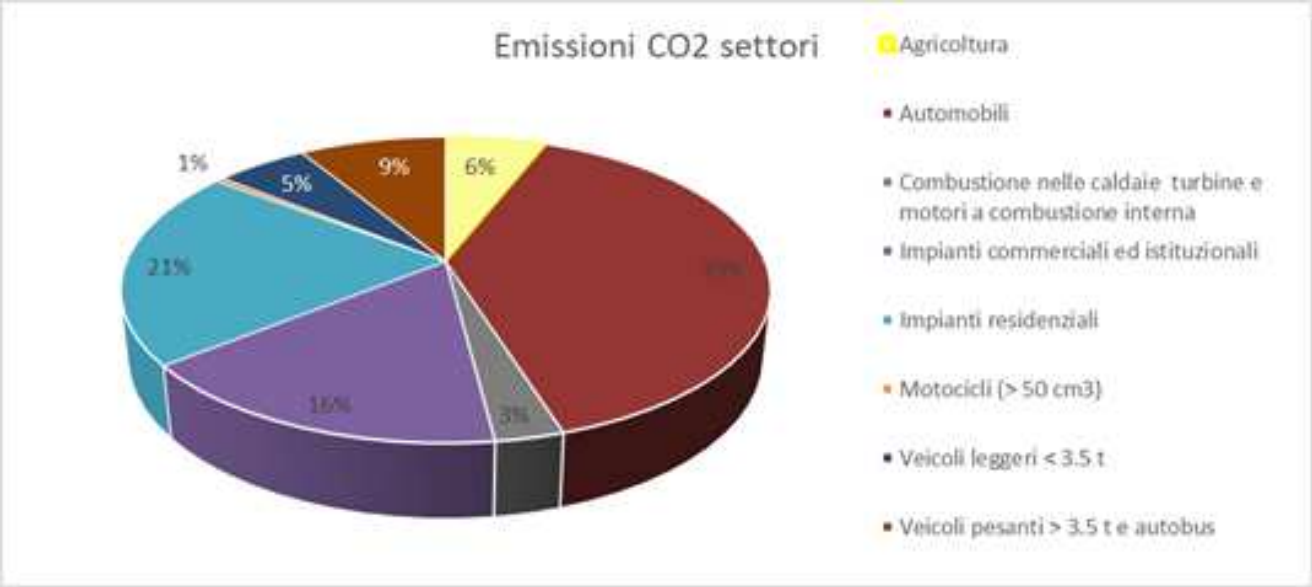


Figura 65 - emissioni di CO2 nei diversi settori (fonte dati INEMAR, 2017).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

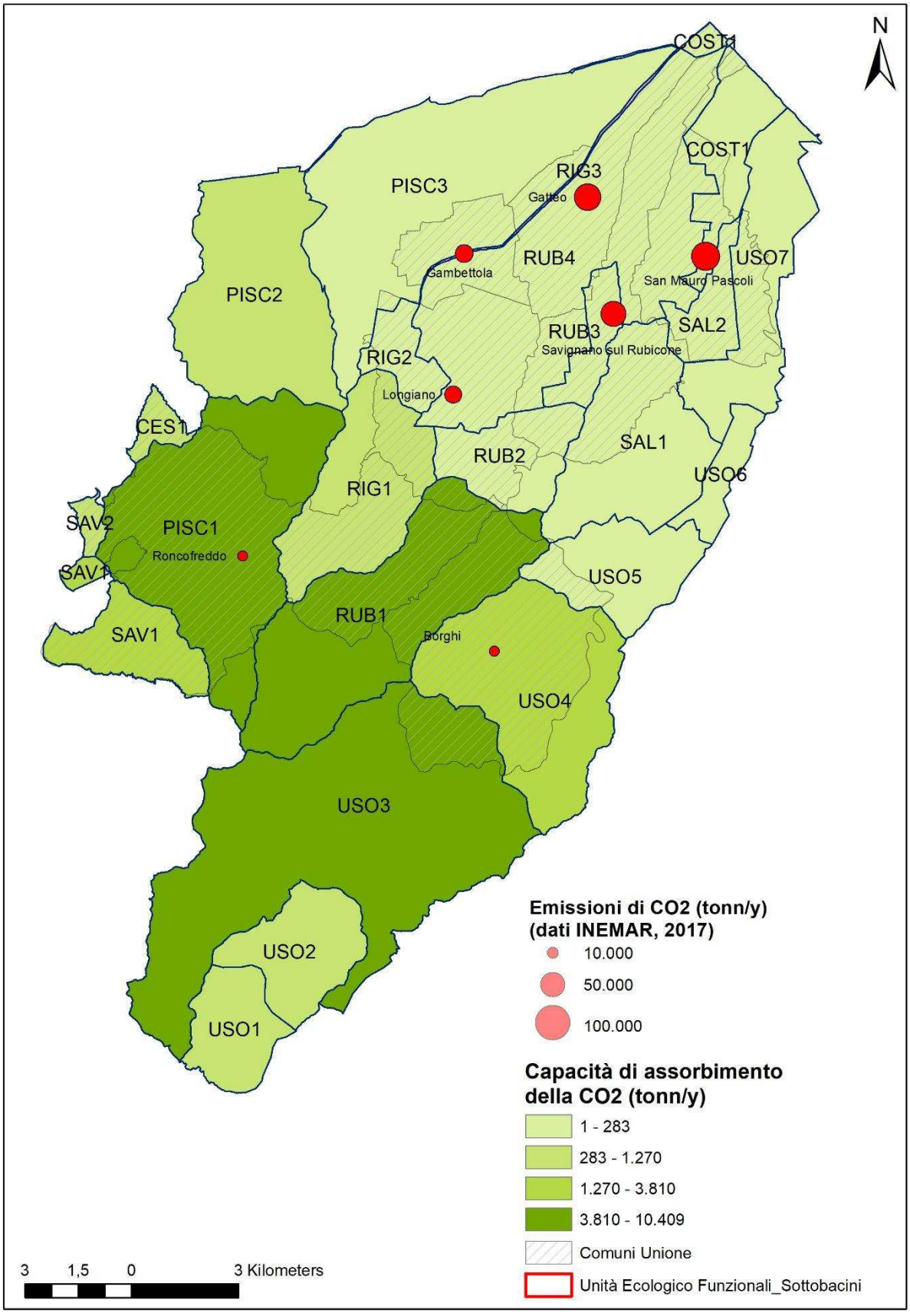


Figura 66 - capacità di assorbimento annuale della CO2 e fonti di emissione.

Tra i valori di assorbimento di CO2 interessante notare il peso del verde urbano (Figura 67), in particolare relativo alle categorie parchi, filari alberati e verde storico a componente boscata, che raggiunge anche valori attorno al 12-14% (COST1, PISC3 e SAL1) sul totale assorbito per singola UEF il cui ruolo quindi andrebbe certamente potenziato soprattutto in pianura dove le fonti di pressioni sono maggiori.

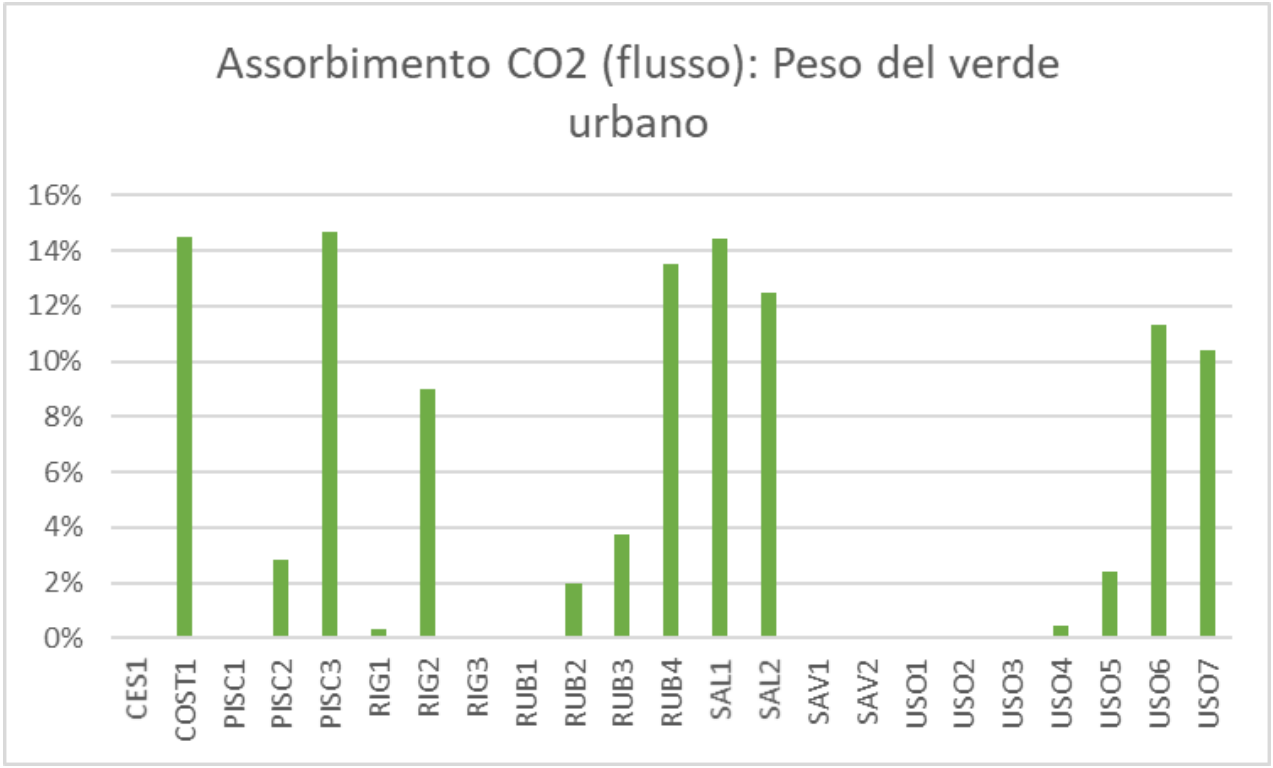


Figura 67 - Contributo del verde urbano (parchi, filari alberati e verde storico (bosco)) all'assorbimento annuale di CO2 per singola UEF

6.2.6. *SE assorbimento PM10*

Il particolato è costituito da sostanze allo stato solido e/o liquido che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi; il particolato è anche indicato come PM (Particulate Matter) o PTS (polveri totali sospese). Il particolato nell'aria può essere costituito da diverse sostanze: sabbia, ceneri, polveri, fuliggine, sostanze silicee di varia natura, sostanze vegetali, composti metallici, fibre tessili naturali e artificiali, sali, elementi come il carbonio o il piombo, ecc. Esse si distinguono in base alla natura e alle dimensioni delle particelle. Si distingue anche fra *particelle primarie*, quelle che vengono emesse come tali dalle sorgenti naturali ed antropiche, e *secondarie*, che si originano da una serie di reazioni chimiche e fisiche in atmosfera.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Le principali fonti naturali di p. primario sono le eruzioni vulcaniche, gli incendi boschivi, l'erosione e la disgregazione delle rocce, le piante (pollini e residui vegetali), le spore, lo spray marino e i resti degli insetti.

Il p. primario di origine antropica è invece dovuto alla produzione di energia (riscaldamento domestico, centrali termoelettriche, ecc.); alle emissioni degli autoveicoli; all'usura dei pneumatici, dei freni e del manto stradale; a vari processi industriali (fonderie, miniere, cementifici, ecc.), alle attività agricole.

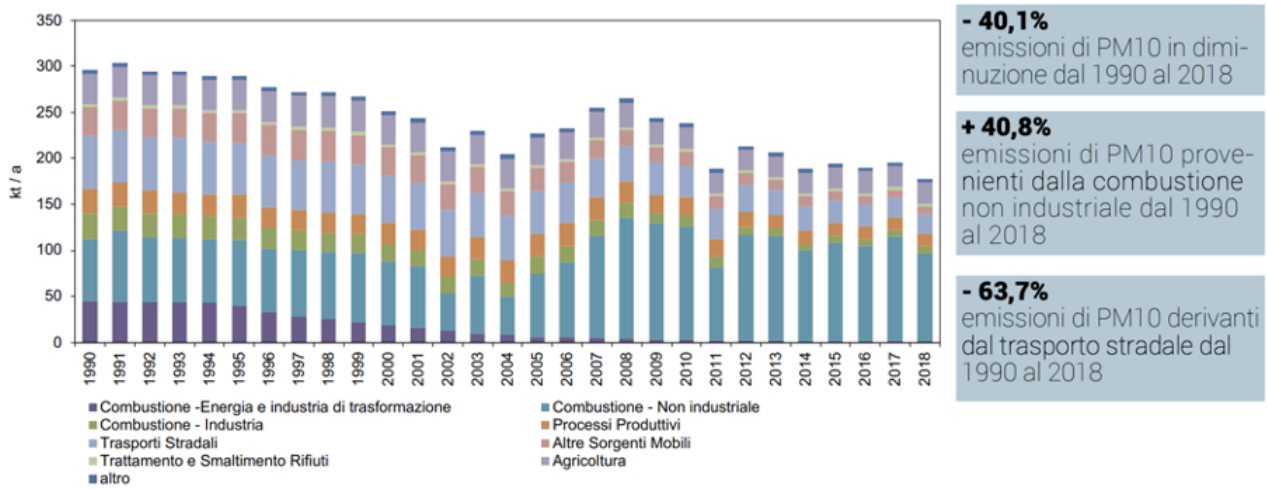


Figura 68 - - Emissioni nazionali di PM10 per settore di provenienza (ISPRA, 2020).

Le sostanze a bassa volatilità presenti in fase gassosa si trasformano in particolato attraverso nucleazione omogenea o disomogenea.

La nucleazione consiste nella formazione di nuove particelle (nuclei) attraverso la condensazione di sostanze a bassa tensione di vapore formate a seguito di vaporizzazione ad alta temperatura o di reazioni chimiche in atmosfera.

Si parla di particolato secondario quando la formazione avviene in atmosfera. Si possono verificare processi di nucleazione dei vapori sovrasaturi:

- di composti inorganici (SO2, NOx, NH3) che formano rispettivamente solfati e nitrati in forma particolata;
- di composti organici volatili non metanici (COVNM) che formano aerosol organici.

Il particolato è costituito da diverse specie, ad esempio:

- Ioni inorganici, provenienti da aerosol secondario fine e costituiti per esempio da NO3- (nitrato), NH4+ (ammonio) e SO42- (solfato);
- Componente crostale, principalmente costituita da carbonati e silicati;
- Componente carboniosa, composta da carbonio organico (OC), carbonio inorganico (IC) e carbonio elementare (EC);
- Areosol marini, principali elementi: Na, Cl, Ca, S, K;
- Componente biologica: elementi unicellulari o piccoli aggregati di cellule, forme vegetative, stadi di resistenza o di riproduzione.

Essendo particolato formato da particelle atmosferiche aventi diametro aerodinamico (da) variabile da pochi nanometri a circa 500 µm, sono diverse le sue dimensioni, il più approfondito in bibliografia è il PM10, ossia particolato grossolano 2,5 < da ≤ 10 µm (PM10), oggetto di valutazione di questo SE.

Grazie all'INventario regionale EMissioni in ARia (INEMAR, 2017) è stato possibile individuare il quantitativo di PM10 presente in atmosfera nei comuni di pertinenza dell'area di studio. Di seguito si riportano i dati comunali estrapolati (Tabella 36 e Figura 69).

Tabella 36 - Emissioni totali di PM10 nei comuni dell'area di studio (Fonte INEMAR, 2017).

Comune	Totale emissioni PM10
Talamello	3,9
Montiano	5,8
Gambettola	15,2
Roncofreddo	18,8
Longiano	21,9
Gatteo	23,9
Borghi	24,4
Poggio Torriana	24,9
San Mauro Pascoli	25,9
Sogliano al Rubicone	25,9
Novafeltria	27,5
Bellaria-Igea Marina	30,5
Savignano sul Rubicone	35,2
Santarcangelo di Romagna	39,3

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Cesenatico	44,9
Mercato Saraceno	48,2
Cesena	180,8
Rimini	199,9
Totale comuni dell'AdS	797,2

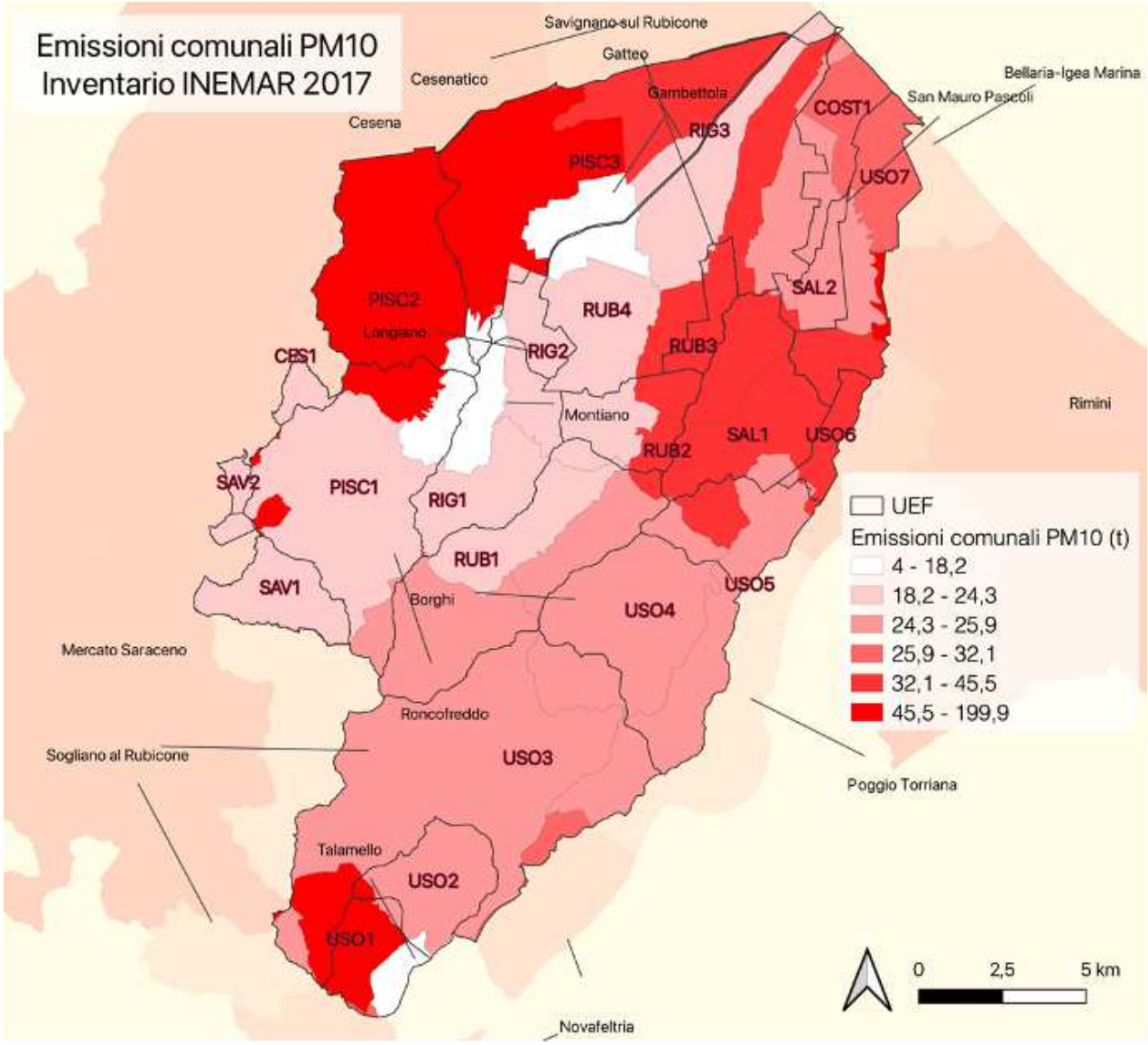


Figura 69 - Dato spaziale comunale di emissioni di PM10 nell'area di studio (Fonte INERMAR, 2017).

Dalla mappa si denota quanto i comuni verso la costa siano quelli maggiormente interessati dalle più alte emissioni di particolato principalmente da impianti residenziali, e quindi da *combustione non industriale*; a monte solo il comune di Mercato Saraceno presenta alte emissioni pari 48,2 t, derivate esclusivamente dagli allevamenti (*agricoltura*) e dagli impianti

residenziali (*combustione non industriale*). Solo i comuni di Rimini e Santarcangelo presentano una evidente presenza di emissioni da *combustione industriale* (Figura 70).

In generale l'area di studio risulta impattata in termini di emissioni di PM10 da elementi di *combustione non industriale* (es. impianti residenziali, commerciali, istituzionali), *agricoltura*, e *trasporto su strada*.

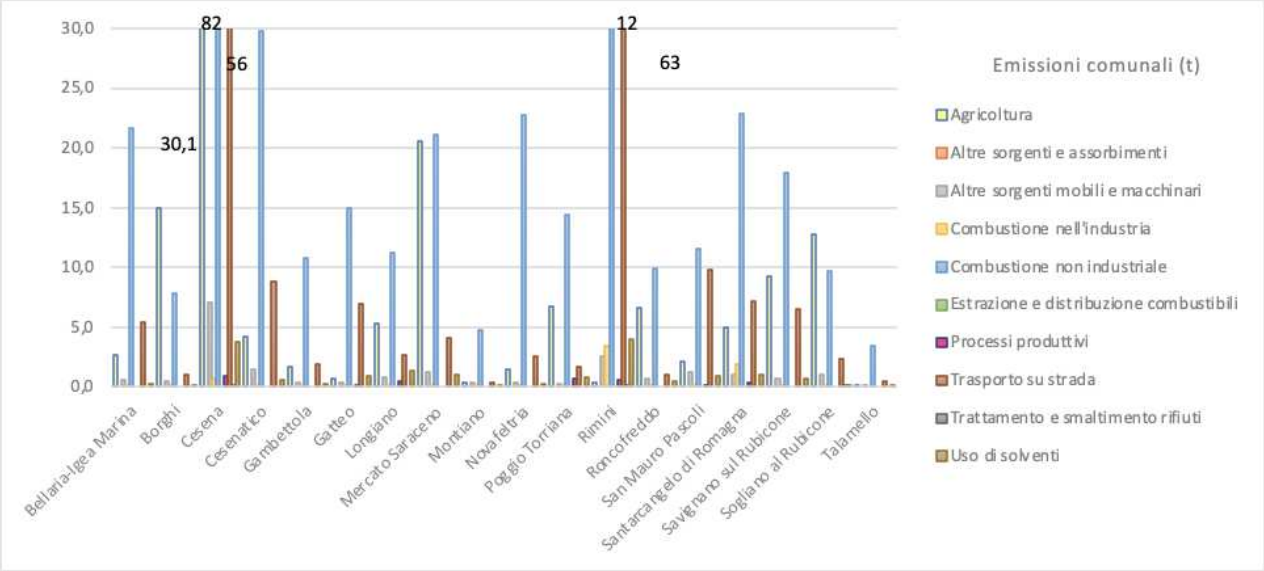


Figura 70 - Principali sorgenti di emissioni (fonte INEMAR).

L'indicatore di assorbimento di PM10 rappresenta il tasso annuale di sequestro di PM10 operato dalle superfici a verde naturali e paranaturali (forestali e urbane) a livello di UEF (tPM10/ha-1y-1) e deriva dall'applicazione di tassi di rimozione di PM10 delle diverse categorie vegetali presenti nell'area di studio desunti dalla bibliografia (cfr. Tabella 37).

Nella figura seguente si riporta una rappresentazione schematica della funzione di miglioramento della qualità dell'aria (t/ha di PM10 rimosso) operata dalle differenti tipologie fisionomico-strutturali della vegetazione (comunità erbacee, comunità arboree decidue, comunità arboree latifoglie sempreverdi, comunità di conifere). La figura mostra inoltre l'incremento del valore di abbattimento per diverse tipologie arboree rispetto all'abbattimento operato dalla comunità erbacea, posto uguale a 1 (CCM, 2015).

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

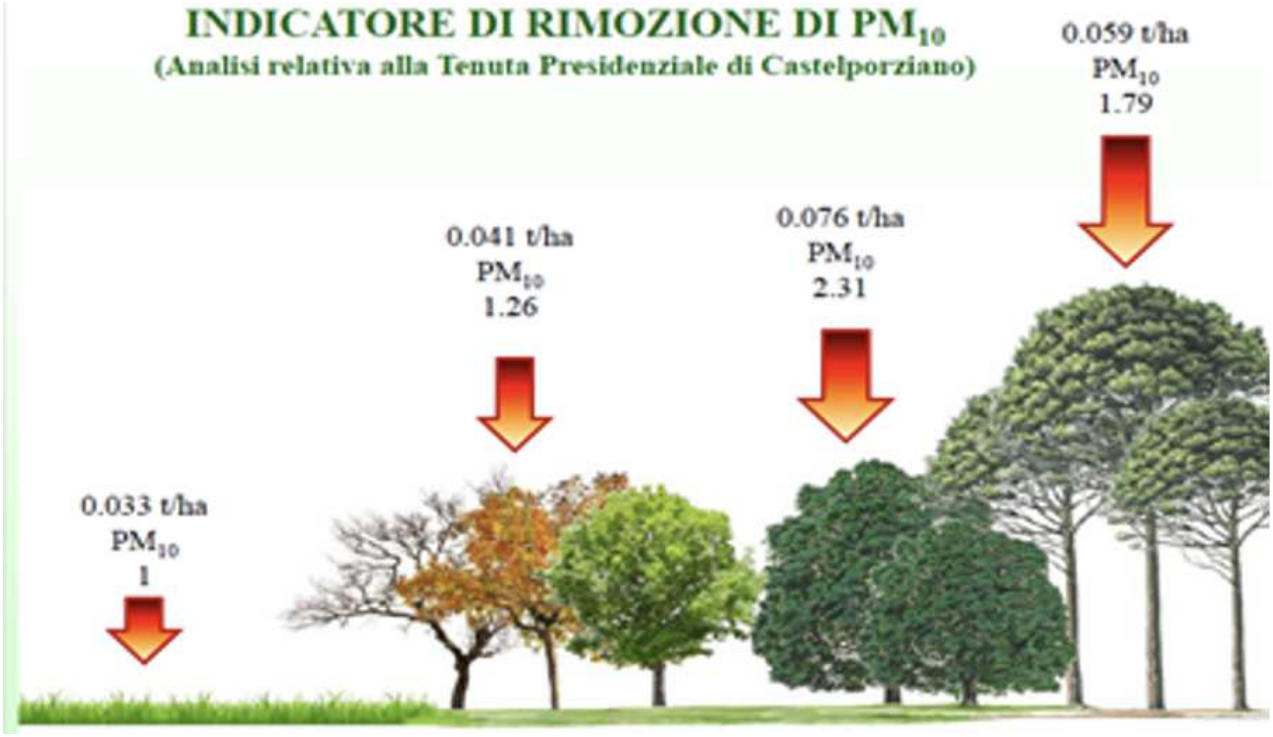


Figura 71 - Diversa capacità di rimozione del PM10 delle diverse strutture vegetazionali (CCM, 2015).

Nella tabella seguente si possono individuare nell'area di studio quali sono le tipologie vegetazionali capaci di assorbire una maggiore quantità di PM10 (es. elementi lineari, vegetazione in evoluzione, rimboschimenti) e quanta superficie occupano.

Tabella 37 - Categorie vegetali presenti dell'area di studio superficie occupata (in ettari e percentuale rispetto a tutte le classi di uso del suolo e rispetto all'intera categoria di verde) e valori di rimozione di PM10 desunti dalla bibliografia.

categoria di verde	***sup (ha)***	***% rispetto a tot uds***	***% rispetto a tot classi di aree verdi***	***valore rimozione PM10 (t/ha)***	***bibliografia di riferimento***
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	3.909,2	10,69%	39,97%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	2.774,1	7,59%	28,37%	**0,05**	CCM del Ministero della Salute, 2019; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016
Prati	889,6	2,43%	9,10%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Boschi misti di conifere e latifoglie	838,1	2,29%	8,57%	**0,05**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Rimboschimenti recenti	245,9	0,67%	2,51%	**0,06**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	228,0	0,62%	2,33%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	181,3	0,50%	1,85%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Altre colture da legno	169,7	0,46%	1,74%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015

Filari alberati	70,0	0,19%	0,72%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; Manes, 2016
Area verde prato+alberature	59,9	0,16%	0,61%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Parchi	55,7	0,15%	0,57%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Aree verdi associate alla viabilità	43,8	0,12%	0,45%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Siepi	42,5	0,12%	0,43%	**0,05**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Boschi di conifere	38,6	0,11%	0,39%	**0,05**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Boscaglie ruderali	38,1	0,10%	0,39%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Area verde prato	38,0	0,10%	0,39%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	35,5	0,10%	0,36%	**0,02**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Aree con vegetazione rada di altro tipo	34,7	0,09%	0,35%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015
Vivai	29,3	0,08%	0,30%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Pioppeti colturali	17,2	0,05%	0,18%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Boschi a prevalenza di salici e pioppi	14,6	0,04%	0,15%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Verde storico bosco	10,1	0,03%	0,10%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Castagneti da frutto	8,0	0,02%	0,08%	**0,04**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini	6,8	0,02%	0,07%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
Piazza con aiuole inerbite/alberate	0,6	0,00%	0,01%	**0,03**	CCM del Ministero della Salute, 2015; comitato del verde pubblico 2018; Manes,2016; Silli, 2015
	totale	***9.779,3***	***27%***	***100%***	

È possibile riconoscere come fra le tipologie di elementi naturali capaci di assorbire PM10 i *Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni* diano il maggiore contributo perché preponderanti nell'area di studio (ca. 40%).

Da una prima analisi, grazie all'attribuzione dei diversi valori di rimozione di PM10 alle diverse tipologie di elementi naturali in grado di assorbire queste particelle, è possibile intuire quanto le UEF a sud dell'area di studio, e quindi più a monte dei corpi idrici, siano maggiormente dotate di queste strutture funzionali (Figura 72).

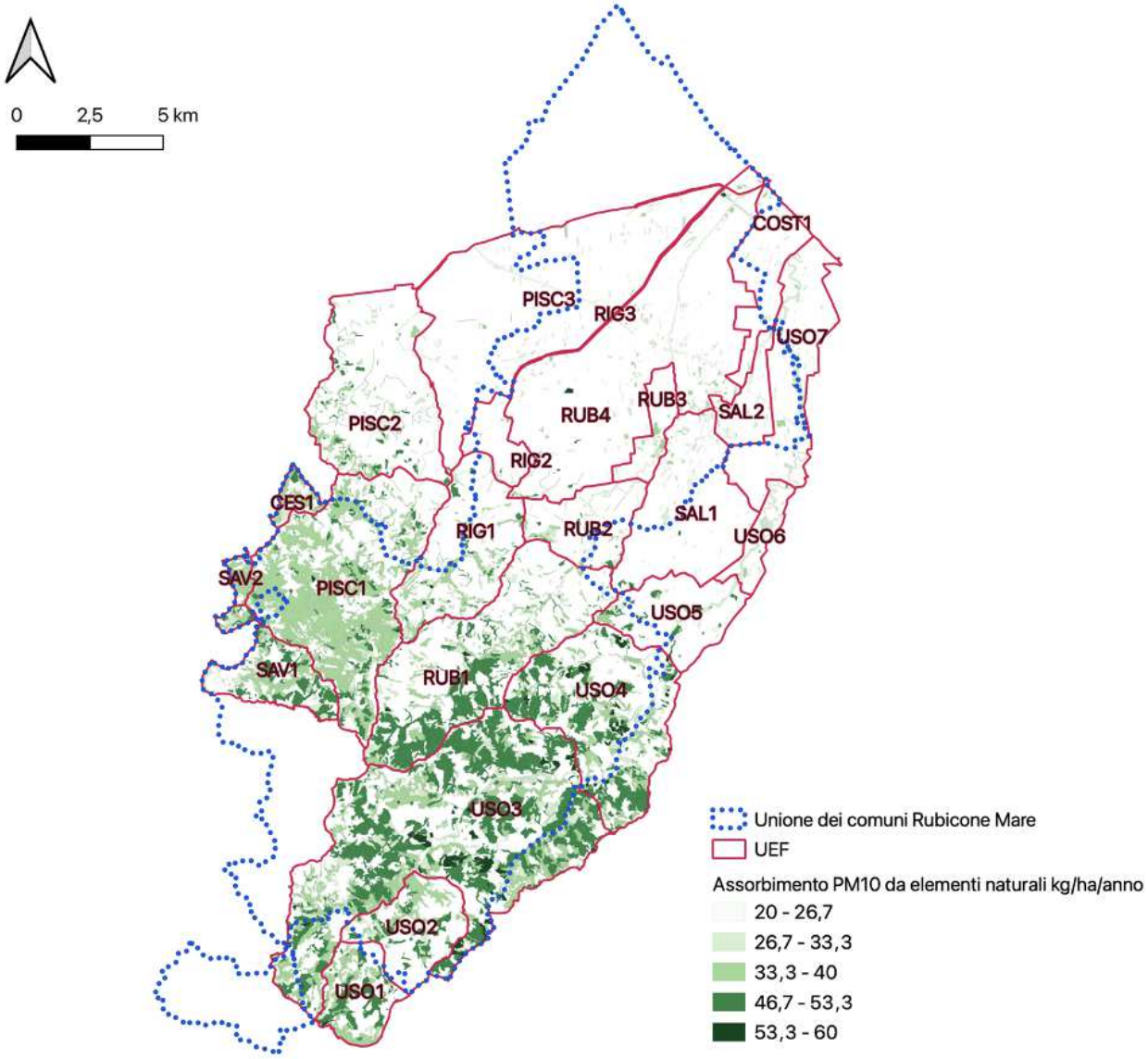


Figura 72 - Distribuzione della capacità annuale di assorbimento di PM10 della vegetazione.

In termini di superficie nell'area di studio è molto evidente che le UEF con maggiore dotazione a verde siano USO 3 (ca. 33% rispetto alla superficie totale di elementi verdi presenti nell'area di studio), PISC 1 (ca. 19%), USO 4 (ca. 11%), RUB1 (ca. 10%), SAV 1 (ca. 5%), coerentemente con le UEF che assorbono maggiori tonnellate di PM10 (Figura 73).

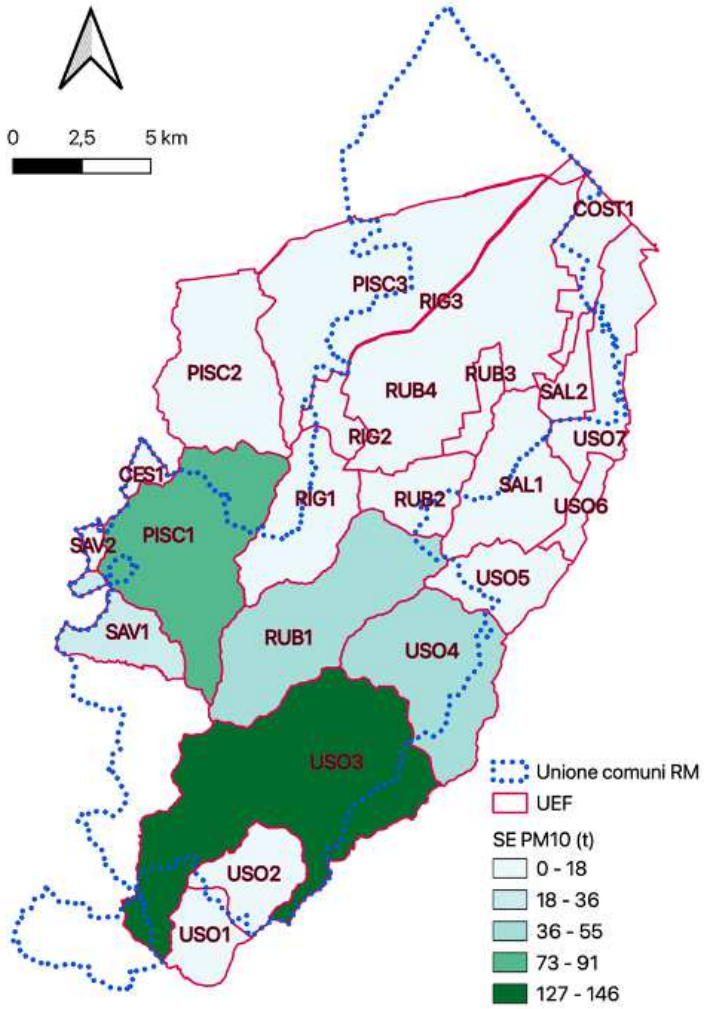


Figura 73 - Valori di assorbimento annuo di PM10 totali nelle UEF (t/anno).

Tabella 38 - Valori di assorbimento annuo di PM10 totali nelle UdP (t/anno) e rapportati alle superfici delle superficie degli elementi naturali capaci di assorbire PM10 nelle UEF (tonn/ha verde/a).

	PM10 rimosso (t) nelle unità di paesaggio																						***Tot rimosso***
Tipologie elementi naturali capaci di assorbire PM10	**CES1**	**COST 1**	**PISC1**	**PISC2**	**PISC3**	**RIG1**	**RIG2**	**RIG3**	**RUB1**	**RUB2**	**RUB3**	**RUB4**	**SAL1**	**SAL2**	**SAV1**	**SAV2**	**USO1**	**USO2**	**USO3**	**USO4**	**USO5**	**USO6**	**USO7**	
Altre colture da legno	0,42		0,53	0,35	0,02	0,02	0,02		1,21	0,35		0,02		0,04	0,01		0,01		1,27	0,74			0,08	**5,09**
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante									0,21	0,65	0,17				0,37			0,05	1,27	1,15	0,89	0,48	0,20	**5,44**
Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa		0,02	0,08	0,58	0,63			0,01			0,19	0,83	0,07	0,32	0,11			0,05	0,60	0,23		0,27	2,86	**6,84**
area verde prato	0,00	0,03			0,07	0,02	0,03			0,00	0,10	0,57	0,27	0,04						0,00				**1,14**
area verde prato+alberature	0,01	0,23	0,02		0,09	0,09	0,13		0,01	0,02	0,28	1,26	0,14	0,03	0,05					0,03	0,00			**2,39**
Aree con colture agricole e spazi naturali importanti	0,02		0,22	0,14	0,02	0,06			0,06	0,05		0,01	0,01			0,02	0,01	0,04	0,04		0,01			**0,71**
Aree con vegetazione rada di altro tipo									0,36						0,05		0,04		0,20	0,39				**1,04**
Aree verdi associate alla viabilit├á		0,02		0,04	0,57			0,01				0,49	0,01	0,07	0,02								0,09	**1,31**
Boscaglie ruderali			0,04			0,19			0,26	0,02		0,04			0,02		0,02	0,02	0,29	0,19	0,04	0,02		**1,14**
Boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni	4,01		57,96	4,86		7,32	0,02		10,30	0,75		0,12			6,83	3,22	6,59	5,21	37,64	10,72	0,69	0,13		**156,37**
Boschi a prevalenza di salici e pioppi						0,02				0,03					0,10				0,25		0,02	0,03		**0,44**
Boschi di conifere	0,37		0,10	0,06		0,12			0,79	0,02							0,01		0,43		0,05			**1,93**

Boschi misti di conifere e latifoglie			0,69	0,07		0,03			11,84	0,03		0,01				0,00			25,04	4,20				**41,91**
Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini										0,05												0,16		**0,21**
Castagneti da frutto																	0,32							**0,32**
Filari alberati	0,00	0,20	0,08	0,14	0,50	0,06	0,03	0,00	0,01	0,13	0,07	0,51	0,32	0,13	0,00					0,14	0,07	0,10	0,29	**2,80**
Parchi		0,15	0,03	0,37	0,24	0,02	0,01				0,00	0,31	0,05	0,01							0,03	0,41	0,05	**1,67**
piazza con aiuole inerbite/alberate		0,02			0,00																			**0,02**
Pioppeti colturali									0,09	0,08			0,02					0,02	0,08	0,32			0,08	**0,69**
Prati	0,00		4,68	0,18		1,39			2,30	0,30	0,15	0,02	0,20		2,10	0,01	0,66	2,04	8,86	3,26	0,37	0,06	0,08	**26,66**
Rimboschimenti recenti			0,23	0,07		0,17			0,31			0,38	0,04				0,32	0,02	9,00	4,12	0,09			**14,75**
siepi		0,05	0,20	0,87	0,19	0,14	0,06		0,02	0,14	0,01	0,29	0,11	0,05										**2,14**
Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	0,02	0,05	8,82	3,08	0,08	2,21	0,04		14,54	0,54		0,17	0,44		10,08	0,11	7,69	5,62	60,64	22,10	2,46	0,05	0,03	**138,76**
verde storico bosco											0,38	0,00	0,03											**0,40**
Vivai				0,40	0,26							0,10									0,18		0,24	**1,17**
tot rimosso in udp (t)	***4,85***	***0,76***	***73,69***	***11,20***	***2,68***	***11,86***	***0,34***	***0,02***	***42,31***	***3,16***	***1,35***	***5,11***	***1,69***	***0,68***	***19,74***	***3,36***	***15,67***	***13,07***	***145,59***	***47,60***	***4,89***	***1,71***	***4,01***	***415,32***
tot rimosso in udp rispetto a superf. tot udp (t/ha verde)	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,03**	**0,04**	**0,04**	**0,03**	**0,04**	**0,04**	**0,03**	**0,04**	**0,04**	**0,03**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,04**	**0,03**	**0,03**	**0,04**

La Figura 73 e la Tabella 38 descrivono i valori di assorbimento annuo di PM10 associato alle diverse UEF. In particolare USO 3 e PISC 1 sono quelle che assorbono i maggiori quantitativi di PM10 da parte della vegetazione pari a oltre 145 t/anno e 73 t/anno rispettivamente. Le UEF con valori più bassi (come è possibile confrontare dalla Tabella 38) sono PISC 3, RIG 3, RUB 3, SAL 2, USO 6 e USO 7; ossia tutte le parti dei corpi idrici più a valle che secondo dati INEMAR presentano alte concentrazioni di PM10 nell'atmosfera, e nelle quali è presente una buona dotazione di aree verdi urbanizzate. Tuttavia vi è una scarsa connessione tra questi elementi che potrebbe essere ridimensionata attraverso opportune azioni gestionali, dal momento che questi elementi se ben connessi hanno generalmente una maggiore efficacia nel produrre questo SE.

Come ampiamente descritto nel par. 4.2. nelle UEF più a monte del fiume Uso si mantengono elevate caratteristiche di naturalità anche grazie alla presenza di una forte diversità geomorfologica e vegetazionale; sono presenti habitat (14) di interesse comunitario (5 prioritari). Nelle UEF più a monte la buona presenza di vegetazione perifluviale e boschi a prevalenza di salici e pioppi rappresenta la porzione di territorio che non solo mantiene elevate caratteristiche di naturalità ma rappresenta anche un elemento peculiare per il mantenimento del SE di assorbimento CO2.

7. Prime indicazioni per il Piano e conclusioni

L'analisi dei SE si mostra come strumento efficace per individuare le criticità e le carenze di funzionalità ecologica del territorio. Gli ambiti in cui si identificano tali carenze evidenziano una domanda di SE che diventa progressiva in relazione alla più chiara intensità della colorazione della mappa. Questo permette di individuare le caratteristiche territoriali delle aree che necessitano di interventi anche in relazione agli elementi di vulnerabilità descritti, nonché quelle azioni utili a ripristinare la capacità funzionale del sistema di fornire servizi ecosistemici, per mantenere e sviluppare i benefici di cui la popolazione può usufruire sia direttamente che indirettamente.

Alcune delle strategie che il Piano dovrebbe tenere in considerazione sono relative a:

- regolazione dell'apporto idrico e aumento della qualità delle risorse idriche
- mitigazione del rischio idraulico
- qualità del territorio rurale- Prevenzione/diminuzione rischi ambientali (isola calore, inquinamento da CO2)
- salvaguardia/aumento dei SE soprattutto di regolazione
- valorizzare e incrementare l'offerta fruitiva e culturale di alcuni ambiti (si veda il report in appendice)

Le azioni per raggiungere le strategie individuate e per il mantenimento e il ripristino dei SE possono essere ricondotte a una gerarchia di azioni che fanno riferimento alla necessità di funzionamento degli ecosistemi:

Le *Natural based Solutions* (NbS) sono appunto azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi naturali o modificati, per affrontare le sfide della società in modo efficace ed adattivo, fornendo contemporaneamente benefici per il benessere umano e la biodiversità." (Cohen-Shacham et al., 2016; 2019). Le sfide globali della società che l'IUCN identifica tra quelle affrontabili mediante NBS includono il cambiamento climatico, il rischio di catastrofi, la sicurezza alimentare, la salute umana, la sicurezza idrica, lo sviluppo economico e sociale, il degrado degli ecosistemi e la perdita di biodiversità. Questo elenco è destinato ad

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

arricchirsi ulteriormente, man mano che il concetto di NBS verrà sviluppato in tutte le sue possibili implementazioni (IUCN, 2020).

Il concetto di NbS può essere definito quindi come un concetto ombrello, che copre una vasta gamma di approcci legati all'ecosistema, classificabili come azioni (Cohen- Shacham et al., 2016):

i. di ripristino degli ecosistemi;
ii. specifiche relative agli ecosistemi, come ad esempio adattamento, mitigazione e riduzione del rischio di catastrofi basati sugli ecosistemi;
iii. relative alle infrastrutture di sistema come le infrastrutture verdi e blu;
iv. di gestione basate sugli ecosistemi, come ad esempio la gestione integrata delle zone costiere e la gestione integrata delle risorse idriche;
v. di protezione degli ecosistemi, come la gestione delle aree protette.

NbS è un concetto unificante ed inclusivo per dare priorità alla natura per integrare gli sforzi di adattamento ai cambiamenti climatici, mitigazione e riduzione dei disastri, abbracciando anche molti aspetti dei criteri e delle applicazioni della Soil and Water Bioengineering (SWB) (Preti et al 2022).

Alcune delle azioni per il mantenimento e il ripristino dei SE possono essere così elencate:

- **potenziamento di infrastrutture verdi e blu** attraverso le *Natural Based Solutions* (bacini di infiltrazione o ritenzione, trattamento acque di drenaggio, riqualificazione di aree fluviali/canali anche mediante opere di Ingegneria Naturalistica, tetti verdi, etc).
- **Azioni associate al nuovo PSR 2023-2027** (azioni relative alla forestazione, contrasto ai cambiamenti climatici, gestione sostenibile delle risorse idriche, potenziamento dell'agricoltura biologica, etc)
- **sistemi di drenaggio urbano sostenibili** (SUDS)
- **riuso acque reflue**
- **rigenerazione urbana**

Nella tabella seguente si elencano alcune possibili azioni che potrebbero implementare la capacità del sistema di sviluppare le strategie e fornire SE laddove sono risultati carenti o dove si sono evidenziati maggiormente necessari.

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

SOTTOSISTEMI FUNZIONALI	SERVIZI ECOSISTEMICI	POSSIBILI AZIONI
ECOSISTEMI ACQUATICI	-Depurazione delle acque -Regolazione del regime idrologico -Deflusso superficiale e sotterraneo -Protezione dal dissesto idrogeologico (piene) -Qualità dell'Habitat -Assorbimento CO2 e PM10 -Servizi ecosistemici culturali (SEC): fruizione e patrimonio architettonico/naturale	-Aumento di vegetazione lungo le sponde (es. fasce tampone boscate) e nel reticolo minore -riqualificazione fluviale del reticolo di pianura attraverso il ripristino/ manutenzione della vegetazione ripariale per favorire depurazione, infiltrazione e altre funzioni fondamentali (-riconnessione dei fiumi con le piane alluvionali -Valutare la fattibilità nel riutilizzo delle acque reflue di depurazione attraverso azioni di finissaggio e fitodepurazione e collegamento con il reticolo idrografico minore -Mantenere/incrementare la vegetazione nelle zone umide/maceri -protezione e salvaguardia delle aree di alimentazione degli acquiferi -potenziare la capacità di raccolta di acqua (es. aree di laminazione e di stoccaggio) del sistema alla luce dei CC e del deficit idrico dei prossimi anni -Migliorare la qualità ecologica (es. fiume Rubicone e Rigossa) anche a supporto delle pratiche culturali fruitive che un sistema fluviale in buono stato di salute può sostenere (es. pesca, mobilità ciclopedonale lungo i percorsi delle alzaie già esistenti, ecc.)
ECOSISTEMI TERRICOLI E URBANI	-Deflusso superficiale e sotterraneo ad usi plurimi -Depurazione delle acque - Qualità dell'habitat -Assorbimento CO2 e PM10 -Regolazione microclima -Protezione dal dissesto idrogeologico (piene) -Servizi ecosistemici culturali (SEC): fruizione e patrimonio architettonico/naturale	-Conservazione delle foreste - plurifunzionalità e connessione della vegetazione attraverso il reticolo idrografico minore (es. fasce tampone) e col verde urbano (azioni nuovo PSR) -aumento del drenaggio urbano (es. Natural Based Solutions) e gestione acque meteoriche (es. aree verdi, tetti verdi, etc) -mantenere una buona dotazione di superfici drenanti (es. pavimentazioni permeabili) -spazi verdi di bioritenzione/infiltrazione

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

AGROECOSISTEMI	-Produzione agricola di qualità -Depurazione acque -Regolazione del microclima -Qualità dell'habitat -Servizi ecosistemici culturali (SEC): fruizione e patrimonio architettonico/naturale	-inserimento di elementi di naturalità negli agroecosistemi (nuovo PSR, es. FTB) -migliore gestione di fertilizzanti e pesticidi -migliore gestione delle risorse idriche -rendere efficiente l'uso dell'acqua in agricoltura -riutilizzo acque reflue -utilizzo di colture meno idroesigenti anche alla luce del deficit idrico dovuto ai CC negli scenari al 2050 -favorire pratiche di agricoltura conservativa che aumentano la fertilità e la capacità del suolo di assorbire C02 -Azioni per mettere a sistema le aziende agricole (valli del fiume Rubicone e Pisciatello) con gli elementi di valore Naturale e il sistema dei percorsi ed itinerari di fruizione del territorio per valorizzare le risorse culturali già esistenti e potenziare l'erogazione di SEC -aumentare la multifunzionalità dei paesaggi agricoli anche in chiave fruitiva e didattica

Alla luce di queste considerazioni sicuramente sarebbe utile essere più incisivi sulla gestione dei canali e delle fasce di rispetto del reticolo idrografico poichè la vegetazione che cresce lungo le sponde svolge una plurifunzionalità di azioni a partire dalla capacità depurativa fino alla possibilità di migliorare la qualità degli habitat lungo la rete idrografica.

Le possibili azioni individuabili potrebbero essere finanziate sia dalle azioni del nuovo PSR 2023-2027 che dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dove sono previsti:

- Investimenti nella resilienza dell'agrosistema irriguo per un migliore gestione delle risorse idriche
- Investimenti in infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico
- Misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico
- Tutela e valorizzazione del verde urbano ed extraurbano
- Rafforzamento ciclovie urbane/turistiche
- Cultura e consapevolezza su temi e sfide ambientali

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Appare quindi chiaro che, affinché un'azione possa considerarsi NBS, essa debba intervenire attivamente per ripristinare o potenziare la funzione di un ecosistema con l'obiettivo di rispondere a specifiche sfide della società, siano esse ambientali, sociali, economiche o altro, sostenendo al contempo la biodiversità (Almassy et al., 2018).

Per le NBS, la conservazione della biodiversità è un obiettivo, ma è anche un prerequisito: gli ecosistemi funzionanti sono necessari per garantire la fornitura di servizi ecosistemici (SE) che sono i contributi che gli ecosistemi, in combinazione con altri input, apportano al benessere umano. Se la diversità di specie di un ecosistema corrisponde alla complessità delle interazioni tra queste, cioè al numero delle vie lungo le quali l'energia può attraversare una comunità, l'alterazione della biodiversità (determinata da fattori diretti ed indiretti e indotta anche dalle trasformazioni del paesaggio) causa cambiamenti nella stabilità ecosistemica, la riduzione della funzionalità di habitat ed ecosistemi nonché la loro possibile scomparsa. L'alterazione degli ecosistemi determina una modificazione della loro funzionalità e spesso una progressiva distrofia (perdita di funzioni) (Santolini et al. 2011). Il funzionamento del Capitale Naturale, quindi, è garantito dalle "unità di lavoro" (gli ecosistemi) che ne sono l'architettura fondamentale e funzionale di cui i SE di regolazione e di supporto sono l'espressione vitale; la naturale e costante azione di questi SE favorisce l'erogazione degli altri SE di approvvigionamento e culturali (Elmqvist et al. 2011) in relazione alla domanda. Le NBS rendono quindi operativo il concetto di servizi ecosistemici in situazioni del mondo reale per promuovere la sostenibilità in modo più esplicito.

8. Bibliografia e sitografia

ARPAE e RER, 2020 (a). Valutazione dello stato delle acque superficiali fluviali. 2014 - 2019. Report acque fluviali 2014-2019 — Arpae Emilia-Romagna

ARPAE e RER, 2020 (b). Valutazione dello stato delle acque sotterranee. 2014 - 2019. Report e bollettini acque sotterranee — Arpae Emilia-Romagna.

ARPAE, RER e ART-ER, 2020. Forum regionale per i Cambiamenti Climatici: strumenti per le Amministrazioni locali. Schede proiezioni climatiche 2021-2050. Schede Proiezioni Climatiche 2021-2050 — Ambiente (regione.emilia-romagna.it)

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Battisti C, Romano, 2007. Frammentazione e connettività: dall'analisi ecologica alla pianificazione ambientale, p. 465, Città Studi Ed., Milano.

Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Muller F., 2012. Mapping ecosystem service supply demand and budgets. Ecological Indicator 21, pp.17-29.

Camera di commercio della Romagna, 2019. Quaderno Agricoltura 2019 della Provincia di Forlì-Cesena-Rimini.

Canadell JG, Pataki D, Gifford R,Houghton RA, Lou Y, Raupach MR, Smith P, Steffen W., 2007. Terrestrial Ecosystems in a Changing World,International Geosphere–Biosphere Programme Series, eds Canadell JG, Pataki D, Pitelka L (Springer, Berlin), pp 59–78.

Cazorzi F. e Merci A., 2008. Studio per lo sviluppo di nuovi criteri tecnici e normativi per il riordino del vincolo idrogeologico. Università di Udine Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali e Regione Friuli Venezia Giulia. Scaricabile dal sito www.regione.fvg.it

Celico P., 1988. Prospezioni Idrogeologiche Vol. I e II. Liguori Editore, Napoli

Comitato del verde pubblico, 2018. https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/comitato%20verde%20pubblico/strategia_verde_urbano.pdf

Comitato per il Capitale Naturale, 2019. 3° Rapporto sullo stato del Capitale Naturale.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, J.R., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260

De Groot, R.S., 1992. Functions of Nature. Evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff Amsterdam, The Netherlands

Daily, G.C., 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington. 392pp.

Daily, G.C., Soderquist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P.R., Folke, C., Jansson, A.M., Jansson, B.O., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Maler, K.G., David, S., Starrett,

D., Tilman, D., Walker, B., 2000. The value of nature and the nature of value. Science 289, pp. 395–396

Federici S., Vitullo M., Tulipano S., De Lauretis R., Seufert G., 2008. An approach to estimate carbon stocks change in forest carbon pools under the UNFCCC: the Italian case. iForest 1: 86-95

Forman R.T.T., 1995. Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, pp656.

Gibelli G e Dosi V., 2017. Conoscere la Vulnerabilità per sviluppare Resilienza. ECOSCIENZA Numero 5:56-57.

Haines-Young R. and Potschin M., 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Ecosystem Ecology: A New Synthesis, eds. David G. Raffaelli and Christopher L. J. Frid. Published by Cambridge University Press. © British Ecological Society 2010. Pp110-139

Haines-Young, R. and M.B. Potschin, 2018. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Available from www.cices.eu

He Y., Trumbore S.E., Torn M.S., Harden J.W., Vaughn L.J.S., Allison S. D and Anderson J. T., 2016. Radiocarbon constraints imply reduced carbon uptake by soils during the 21st century. SCIENCE, Vol 353, Issue 6306, pp. 1419-1424

He Y., Trumbore S.E., Torn M.S., Harden J.W., Vaughn L.J.S., Allison S. D and Anderson J. T., 2016. Radiocarbon constraints imply reduced carbon uptake by soils during the 21st century. SCIENCE, Vol 353, Issue 6306, pp. 1419-1424

Hutyra, L , Yoon, , Alberti, M., 2011. Terrestrial carbon stocks across a gradient of urbanization: a study of the Seattle" WA region Global Change Biology 17 (2), 783–797.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. IPCC Technical Support Unit, Kanagawa, Japan.

IPCC 2006, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan

IPCC, 2007. Climate change 2007: the scientific basis. IPCC 4th assessment report, Working group I. scaricabile dal sito http://www.ipcc.ch

ISPRA, 2015. (Braca G et al.a cura di). Bilancio Idrologico GIS based a scala nazionale su griglia regolare. Tavolo Nazionale per i servizi di idrologia operativa. Roma 9 dicembre 2015.

ISPRA, 2016. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Rapporto ISPRA 248/2016

ISPRA, 2018. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Rapporti 288/2018, ISPRA, Roma, pp.280

ISPRA, 2018. Annesso metodologico al rapporto Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Rapporto ISPRA 288/2018

ISPRA, 2020. Annuario dei dati ambientali

Manes F., Marando F., Capotorti G., Blasi C., Salvatori E., Fusaro L., Ciancarella L., Mircea M., Marchettic M., Chirici G., Munafò M., 2016 .Regulating Ecosystem Services of forests in ten Italian Metropolitan Cities: Air quality improvement by PM10 and O3 removal. Ecological Indicators, Volume 67, August 2016, Pages 425-440

Martin-Ortega J., Gordon I., Ferrier R., 2015. Water Ecosystem Services: A Global Perspective. Cambridge University Press

MEA, Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and Human Well-Being:A Framework for Assessment. Island Press, Washington, DC

Odum E. P. e Barrett G. W., 2005. Fundamentals of ecology. Brooks/Cole, Thomson Learning, Inc. pp 594

Preti, F., Capobianco, V., and Sangalli, P. Systematic comparison of definitions and aims between Soil and Water Bioengineering (SWB) and Nature-Based Solutions (NBS), EGU General Assembly 2022, Vienna, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-4499, https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-4499, 2022.

Romano B., Zullo F., 2014. Land urbanization in Central Italy: 50 years of evolution. Journal of Land Use Science, 9:2, 143-164. doi: 10.1080/1747423X.2012.754963

Ross, C.W., L. Prihodko, J.Y. Anchang, S.S. Kumar, W. Ji, and N.P. Hanan, 2018. Global Hydrologic Soil Groups (HYSOGs250m) for Curve Number-Based Runoff Modeling. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. https://doi.org/10.3334/ORNLDAAC/1566

Salata S., Garnero G. Barbieri C.A., Giaimo C., 2017. The Integration of Ecosystem Services in Planning: An Evaluation of the Nutrient Retention Model Using InVEST Software. Land, 2017, 6.3: 48.

Scolozzi, R., E. Morri, R. Santolini, 2012. Delphi-based change assessment in ecosystem service values to support strategic spatial planning in Italian landscapes. Ecological Indicators 21:134–144. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.07.019.

Seto K.C., Güneralp B., Hutyra L.R., 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109 (40): 16083- 16088.

Silli V., Salvatori E., Manes F., 2015. Removal of airborne particulate matter by vegetation in an urban park in the city of Rome (Italy): an ecosystem services perspective. Annali di Botanica 5, 53-62.

Soana E., Bartoli M., Milardi M., Fano E. A., Castaldelli G., 2019. An ounce of prevention is worth a pound of cure: Managing macrophytes for nitrate mitigation in irrigated agricultural watersheds. Science of the Total Environment 647 (2019) 301–312. https://doi. org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.385

Soana E., Bartoli M., Giusiano F., Donati M., Viaroli P., 2013. Fasce tampone boscate nel reticolo idrico secondario: una filiera “eco-energetica”. Report finale

Soana E., Longhi D., Racchetti E., Pinardi M., Laini A., Bolpagni R., Castaldelli G., Bartoli M., Fano E. A., Viaroli P., 2013. Small services over large areas: the need for new paradigms for the secondary hydrographic network. XXIII SItE Conference, Ancona 16-18 Settembre 2013

Soana E., Racchetti E., Laini A., Viaroli P, Bartoli M., 2013. Bilancio dell’azoto nei bacini idrografici di oglio e mincio: sorgenti, sink e scale temporali dei processi. http://www.acquerisorgive.it/wp-content/uploads/2013/10/BARTOLI.pdf

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400

Soana E., Naldi M., Bartoli M., 2012. Effects of increasing organic matter loads on pore water features of vegetated (Vallisneria spiralis L.) and plant free-sediments. Ecological Engineering 47 pp. 141-147

Soana E., Racchetti E., Laini A., Bartoli M., Viaroli P., 2011. Soil Budget, Net Export, and Potential Sinks of Nitrogen in the Lower Oglio River Watershed (Northern Italy). Clean – Soil, Air, Water 2011, 39 (11), 956–965

TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB

Wentworth J., 2017. Urban Green Infrastructure and Ecosystem Services. POSTbrief Number 26, July 2017

Centro Ricerche Ecologiche e Naturalistiche – C.R.E.N. Soc. Coop. a r.l. 47922 Via Eugenio Curiel 18 Viserba di Rimini - Tel & Fax 0541.392935 – email: cren@cren.it P. IVA 03223010400