

Progetto VivaJesi

Vivai di comunità per la forestazione urbana

A.1.1 - Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

Marzo 2025

Responsabile del progetto:

Comune di Jesi



Documento elaborato da:

Comune di Jesi e Unicam



Supporto tecnico di:

U-Space s.r.l. – Laboratorio per lo sviluppo territoriale



Realizzato con il contributo di:

Fondazione Cariverona (Bando CAPITALE NATURALE 2023)



Sommario

1. Introduzione	3
2. Valutazione degli ecosistemi.....	4
3. Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici	13
3.1 Urban Cooling.....	14
3.2 Carbon Storage.....	23
3.3 Habitat Quality (per gli impollinatori).....	25
3.4. Servizi ecosistemici culturali	29

1. Introduzione

Questo documento riporta i risultati dell'attività 1.1 "Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici" e rappresenta una base di analisi a supporto del processo di implementazione del progetto VIVAJESI.

Il progetto VIVAJESI ha l'obiettivo di rafforzare la resilienza climatica di Jesi attraverso il coinvolgimento delle comunità scolastiche e la promozione della forestazione urbana come strumento di mitigazione e adattamento climatico.

Nello specifico, l'attività 1.1 ha previsto la mappatura e la valutazione dei servizi ecosistemici offerti dalle aree verdi presenti nel territorio comunale.

Il documento si articola in due sezioni:

1. **Valutazione degli ecosistemi**, nel quale si è effettuata una identificazione preliminare della struttura del territorio e delle aree di maggior valore ambientale ai fini delle azioni progettuali.
2. **Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici**, nel quale si è effettuata un'analisi dei benefici forniti dagli ecosistemi in termini ambientali, climatici e sociali. I servizi ecosistemici selezionati per l'analisi sono: *Urban Cooling, Carbon Storage, Habitat (per gli impollinatori)* e servizi ecosistemici culturali (*Ricreazione fisica; Relazioni sociali e coesione; Educazione, apprendimento, ispirazione; Valore estetico e patrimonio culturale*).

I risultati dell'attività 1.1 sono uno strumento fondamentale per approfondire la conoscenza del territorio e supportare la definizione di una strategia per l'implementazione dell'infrastruttura verde multifunzionale a livello comunale (attività 1.5), oltre che per la progettazione degli interventi di forestazione (attività 4.1).

2. Valutazione degli ecosistemi

Nel contesto della valutazione dei servizi ecosistemici, come azione preliminare fondamentale c'è quella di comprendere la struttura del territorio in esame, analizzando i diversi usi del suolo e accorpandoli in habitat. A tale scopo è fondamentale utilizzare una Carta dell'Uso del Suolo (CUS), uno strumento cartografico che assegna un codice di uso specifico a ciascuna area del territorio. Questa copertura geografica è generalmente fornita a varie scale da enti che si occupano di studi ambientali, come la Comunità Europea (tramite il servizio Copernicus), gli Stati e le Regioni. Nel nostro caso, tuttavia, è stato necessario creare una CUS dedicata, poiché le carte messe a disposizione dalla Regione Marche sono limitate a una classificazione di secondo livello, mentre le carte europee disponibili presentano una risoluzione spaziale insufficiente per l'analisi richiesta.

Di conseguenza, si è resa necessaria la produzione di una CUS più dettagliata e adattata al contesto locale, idonea a mappare i sistemi urbani, periurbani e rurali nell'area del Comune di Jesi. Questa soluzione ha consentito di ottenere una base più precisa e utilizzabile per lo studio degli habitat in quest'area. Tale mappa è stata realizzata a partire dagli strati informativi della Carta della Natura¹ di ISPRA e dal Corine Land Cover (CLC) 2018² del servizio europeo Copernicus. Alla Carta della Natura è stato sovrapposto il layer CLC, al fine di confrontare i poligoni e, dove coincidenti, attribuire il codice CLC corrispondente al terzo livello. Nei casi in cui le due carte fornissero interpretazioni discordanti della copertura del suolo, è stato assegnato un codice CLC basato sulla fotointerpretazione. Inoltre, quando la distribuzione dei poligoni appariva obsoleta o inaccurata, si è proceduto a modificarli o a effettuare correzioni geometriche, per ottenere una classificazione omogenea dell'intera area di studio, aderente alla nomenclatura CLC.

La carta finale dell'uso del suolo è stata infine rappresentata utilizzando la colorazione e la nomenclatura originali delle classi del Corine Land Cover, garantendo una coerenza visiva con le specifiche ufficiali del CLC.

¹ Papallo O., Bagnaia R., Bianco P.M., Ceralli D., 2022. *Carta della Natura della Regione Marche: Carta degli habitat alla scala 1:25.000*. ISPRA

² European Environment Agency (2018). *Corine Land Cover (CLC) 2018*. Copernicus Land Monitoring Service. <https://doi.org/10.2909/71c95a07-e296-44fc-b22b-415f42acdf0>

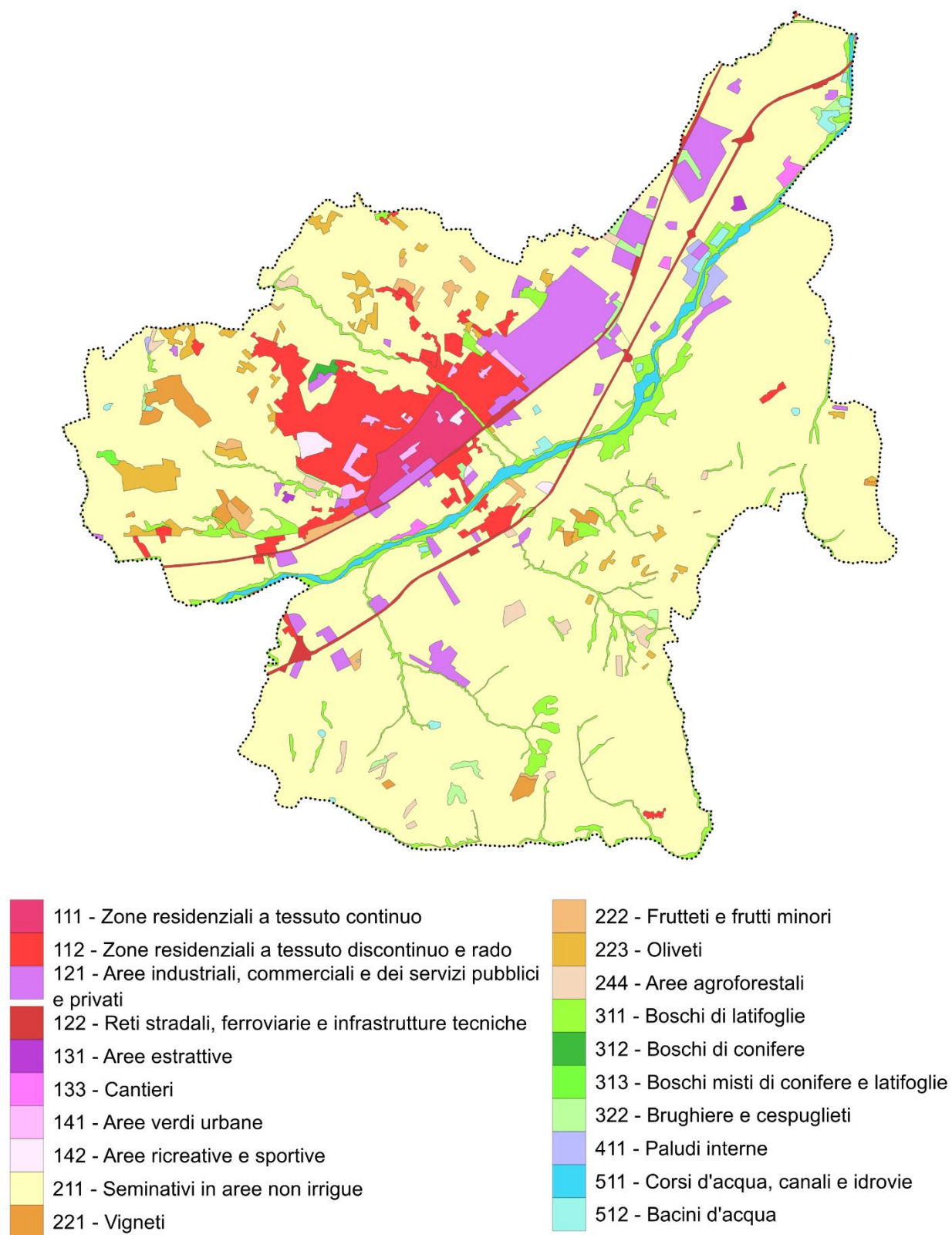


Figura 1 – Carta dell'Uso del Suolo

Per effettuare un'analisi sugli ecosistemi presenti nel territorio, la CUS ottenuta è stata combinata a dati geospaziali afferenti al metodo MAES³, in particolare la vigoria della vegetazione (indice SAVI), la presenza di elementi naturali lineari (corridoi ecologici potenziali) e i regimi di protezione sul territorio, dati che verranno trattati nello specifico nei prossimi capitoli.

In prima analisi le classi di copertura del suolo sono state tradotte e accorpate in classi di ecosistemi secondo la procedura adottata nel progetto Life Greenchange⁴, riscontrabili nella tabella riportata di seguito:

Tabella 1 – Corine Land Cover

Codice Corine Land Cover	Descrizione	Ecosistemi
111	Tessuto residenziale continuo e denso	Urbano
112	Tessuto residenziale discontinuo	Urbano
121	Insediamento industriale o artigianale	Urbano
122	Reti stradali	Urbano
131	Aree estrattive	Urbano
133	Cantieri e spazi in costruzione e scavi	Urbano
141	Aree verdi urbane	Urbano
142	Aree sportive e ricreative	Urbano
211	Seminativi in aree non irrigue	Agro-ecosistemi delle colture annuali
221	Vigneti	Agro-ecosistemi arborei a basso input
222	Frutteti e frutti minori	Agro-ecosistemi arborei ad alto input chimico
223	Oliveti	Agro-ecosistemi arborei a basso input
244	Aree agroforestali	Fasce arboree
311	Boschi di latifoglie	Ecosistemi forestali naturali
312	Boschi di conifere	Ecosistemi forestali semi-naturali
313	Boschi misti	Ecosistemi forestali semi-naturali
322	Brughiere e cespuglieti	Ecosistemi naturali arbustivi
411	Paludi interne	Ecosistemi umidi lentic
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	Ecosistemi umidi lotici
512	Bacini d'acqua	Ecosistemi umidi lentic

³ European Commission. (2013). Mapping and assessment of ecosystems and their services: An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020 (Technical Report No. 2013-067). Publications Office of the European Union.

⁴ Progetto Life Greenchange (LIFE17 NAT/IT/000619) www.lifegreenchange.eu, Deliverable azione A1 - Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici nelle aree naturali, agricole e agricolo/forestali nell'Agro Pontino e di Malta.

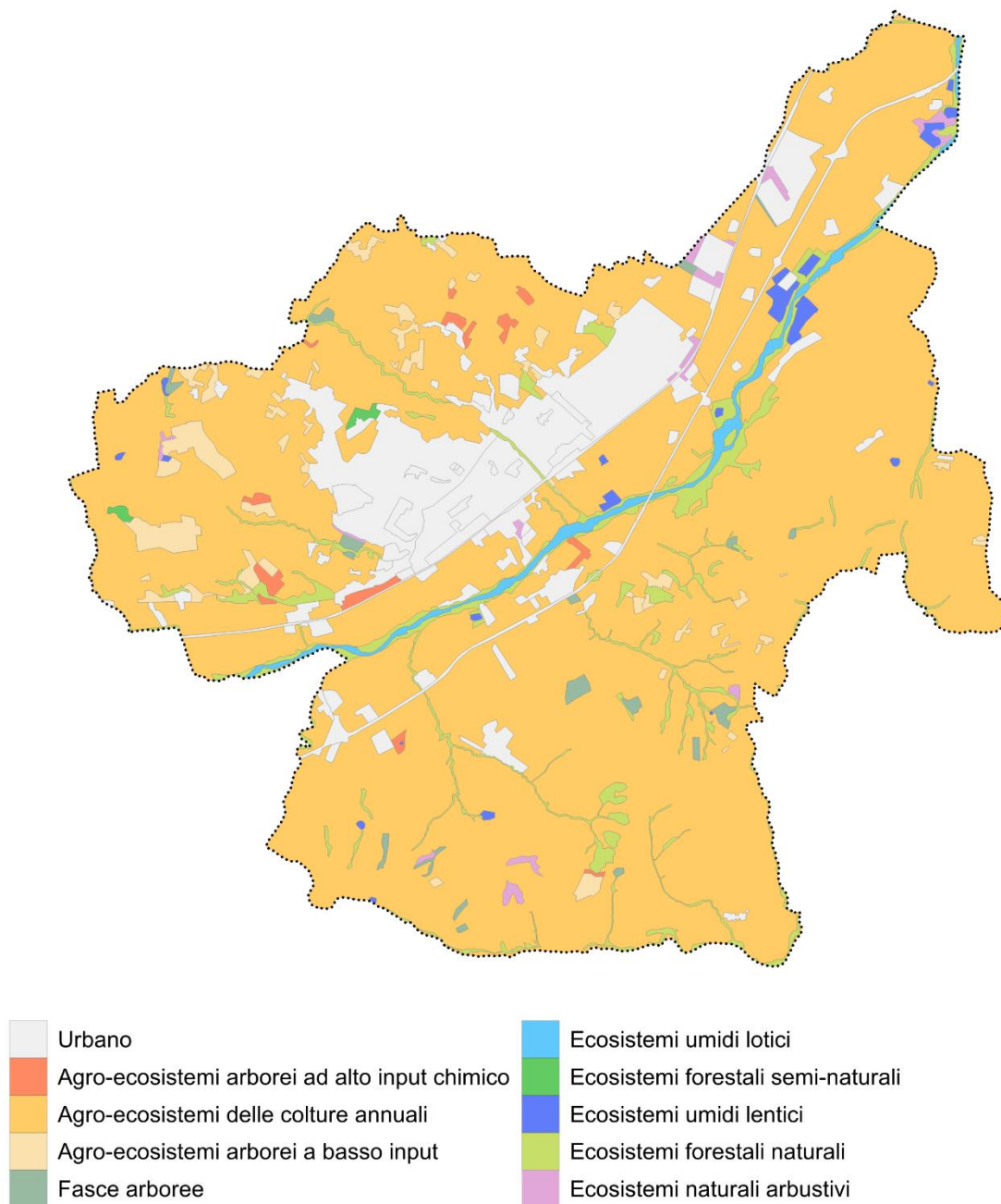


Figura 2 – Classificazione degli ecosistemi

Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

Per monitorare la salute e il vigore delle aree verdi nell'area di studio è stato utilizzato l'indice SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index). Il SAVI è una variante dell'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), progettata per essere più accurata in aree con basso livello di copertura vegetale dove l'influenza del suolo è significativa, come nel caso dei contesti urbani.

La formula del SAVI è:

$$SAVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R + L)} \times (1 + L)$$

Dove:

- NIR (Near Infrared) è la riflettanza nella banda del vicino infrarosso
- R (Red) è la riflettanza nella banda del rosso
- L è un fattore di correzione del suolo che varia a seconda delle condizioni di copertura del suolo e della vegetazione. In questo caso, L è stato impostato a 0,5, corrispondente ad aree con copertura vegetale intermedia

Per il calcolo dell'indice è stata utilizzata l'immagine acquisita del satellite Sentinel-2 alla data del 18 Giugno 2024 le cui specifiche sono di seguito riportate:

S2B_MSIL2A_20240618T095549_N0510_R122_T33TUI_20240618T124428



Figura 3 – Composizione RGB dell'immagine Sentinel-2 del 18-06-2024

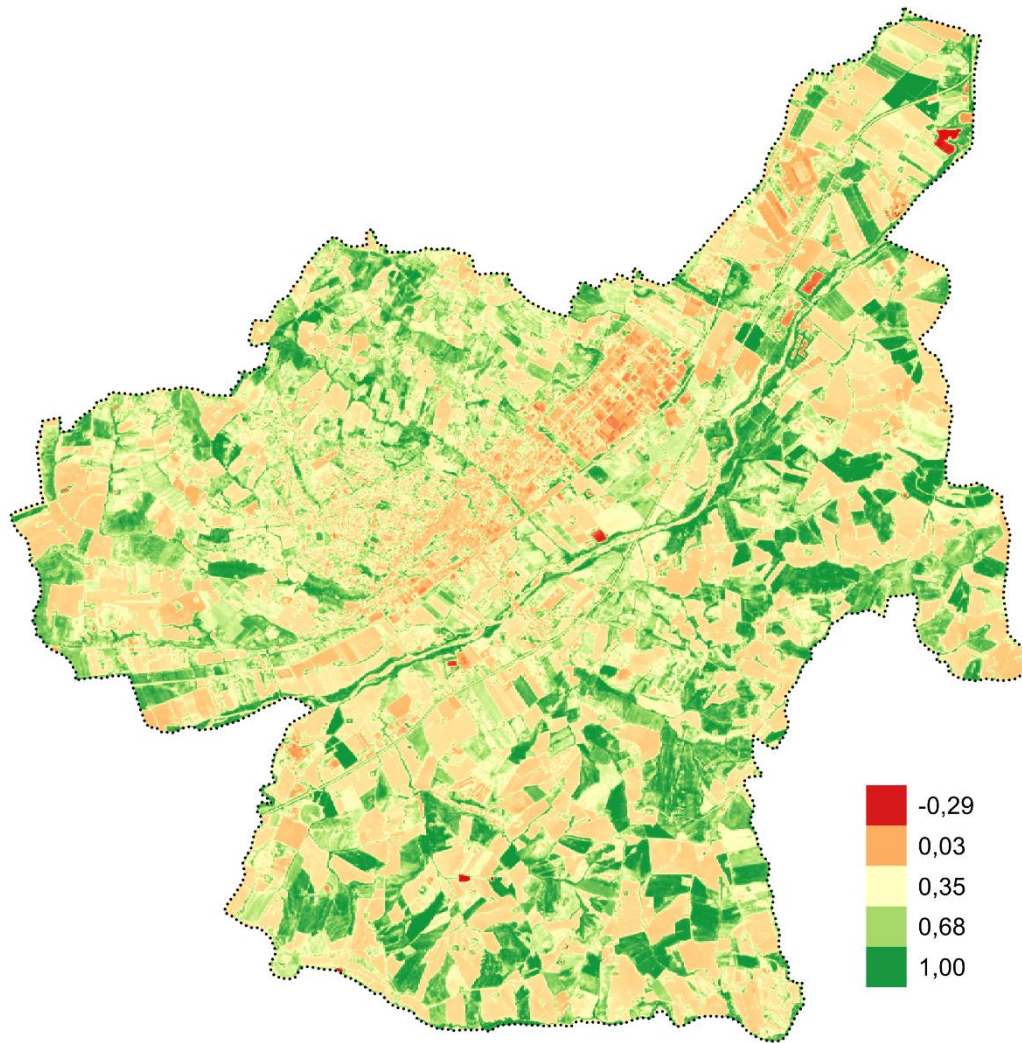


Figura 4 – Indice SAVI

Presenza di elementi naturali lineari (Copernicus SWF)

Al fine di indagare la presenza di corridoi ecologici, è stato integrato nel calcolo uno dei prodotti cartografici forniti dal Land Monitoring Service del progetto Copernicus: l'High Resolution Layer Small Woody Features del 2018 (SWF)⁵.

Questo livello ad alta risoluzione (5m) fornisce dati dettagliati sulle caratteristiche del paesaggio legate agli elementi lignei di piccole dimensioni, come alberi isolati, siepi, filari e boschetti. Tali infrastrutture creano corridoi verdi tra ambienti naturali, agricoli e urbani.

I valori del file raster sono due: 0 e 1 che indicano rispettivamente assenza e presenza di tali infrastrutture.

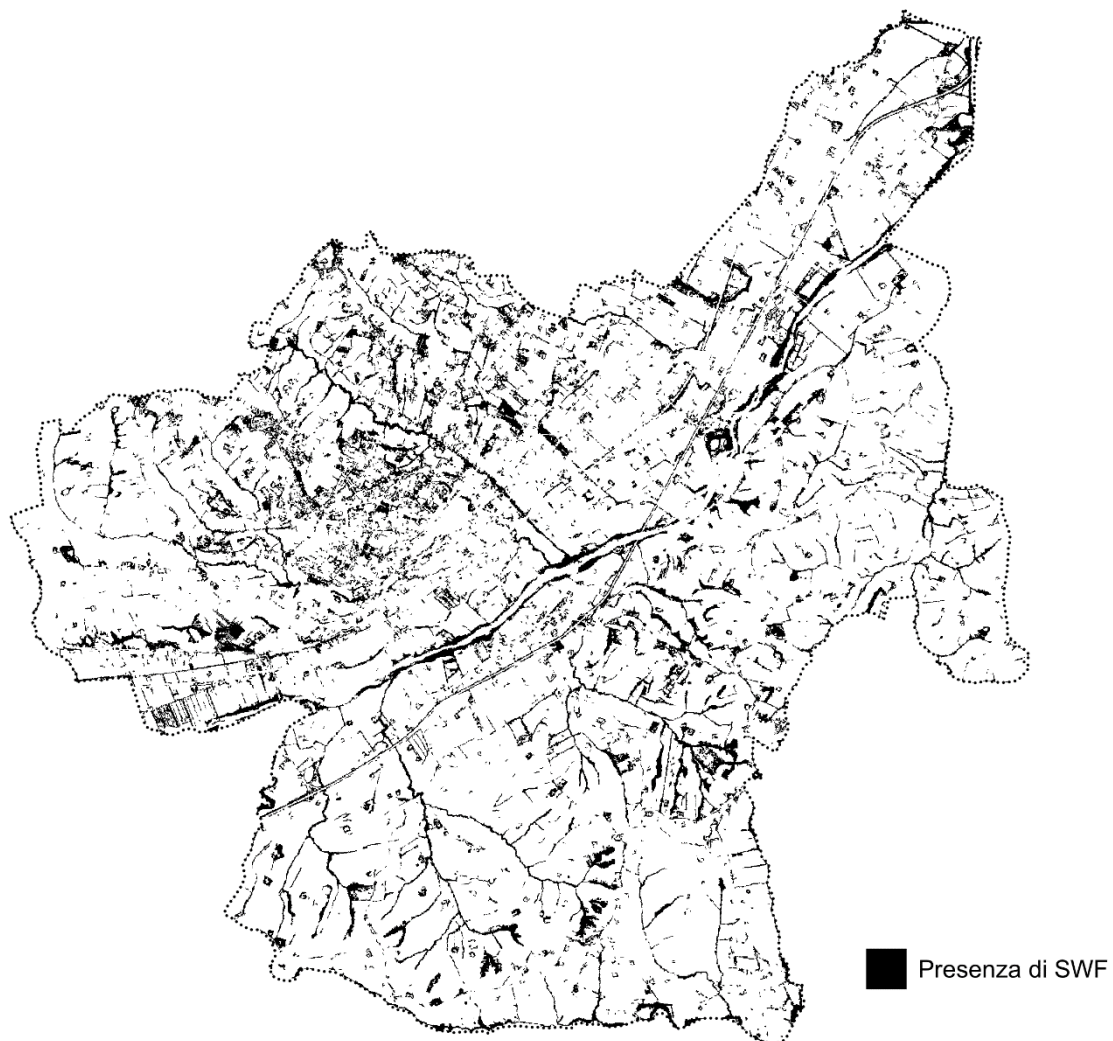


Figura 5 – Copernicus Small Woody Features (SWF)

⁵ European Space Agency. (2018). *Copernicus small woody features 2018* [Raster]. <https://doi.org/10.2909/a8e683b1-2f96-45c8-827f-580a79413018>

Regimi di protezione

Con l'intenzione di valutare le aree sottoposte a regime di protezione, nel calcolo valutativo è stata inclusa la copertura territoriale di parchi e riserve di vari livelli amministrativi, dall'europeo al regionale. Nell'area del Comune di Jesi è stata selezionata la Riserva naturale regionale orientata di Ripa Bianca quale fulcro di biodiversità. Le coperture vettoriali sono state trasformate in raster i cui valori sono due: 0 e 1 che indicano assenza e presenza di tali aree.

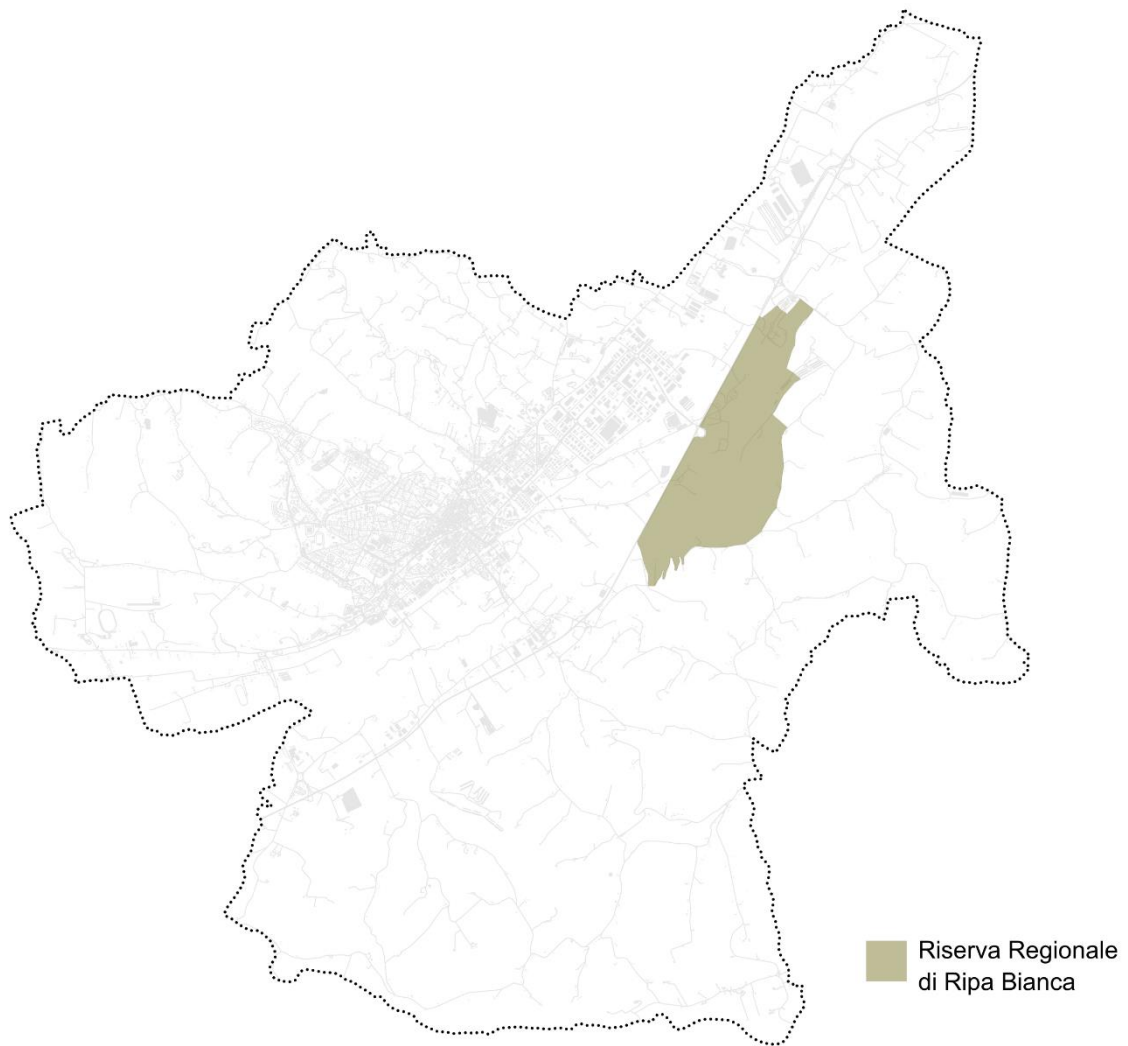


Figura 6 – Aree protette

Mappa del valore ecosistemico

I tre dati territoriali fino a qui descritti sono stati associati tra loro con una somma:

$$\text{Valore Ecosistemico} = \text{SAVI} + \text{SWF} + \text{Aree Protette}$$

I poligoni degli ecosistemi hanno ricevuto un punteggio di “valore ecosistemico” attraverso la media dei pixel ricadenti su ognuno di essi. Il punteggio è stato poi riportato in scala 0-5, dove 0 corrisponde a un valore ecosistemico molto basso e 5 ad un valore ecosistemico molto alto.

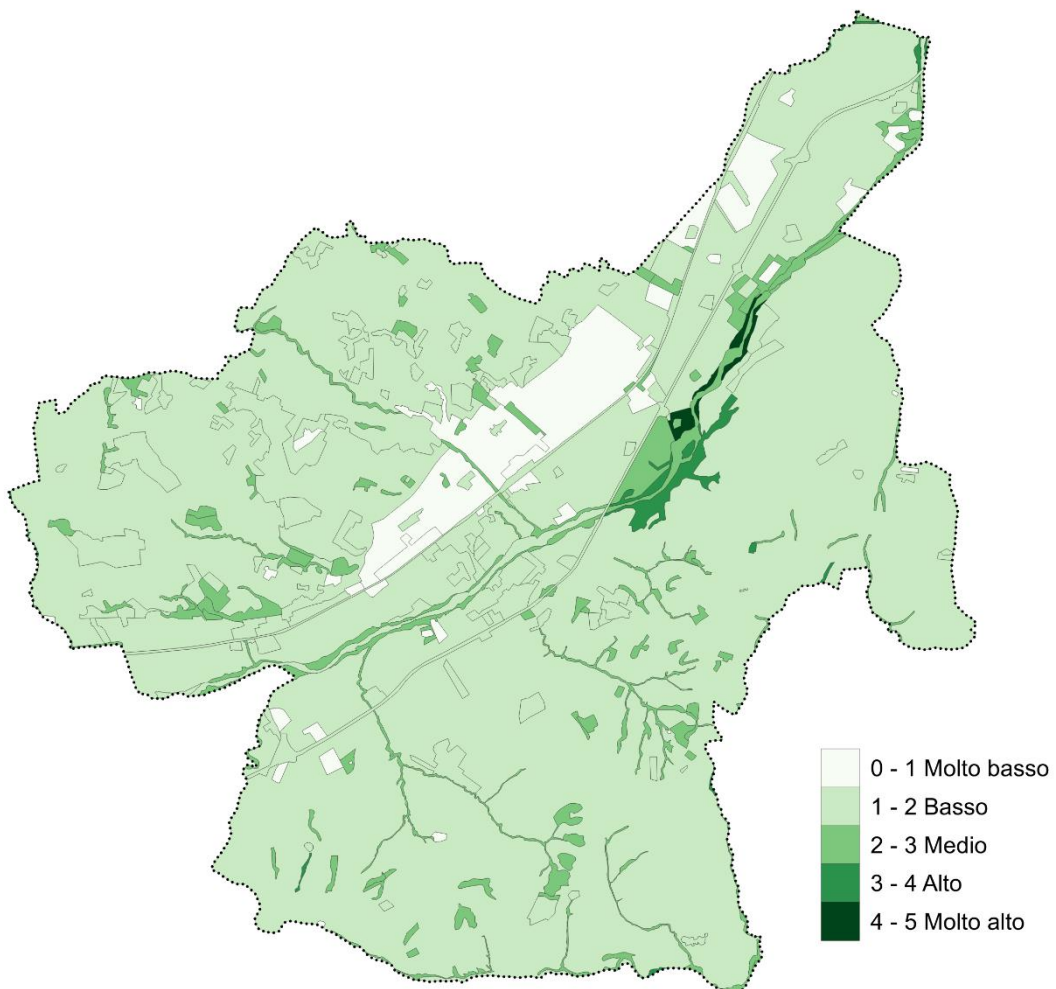


Figura 7 – Classi di valore ecosistemico

3. Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

In questo capitolo si presentano i risultati dell'analisi dei servizi ecosistemici condotta per il territorio comunale di Jesi.

I servizi ecosistemici sono definiti da *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005)⁶ come i benefici che le persone ottengono dagli ecosistemi. Il quadro del MEA è stato adottato e ulteriormente perfezionato da studi e ricerche successive. A questo progetto si deve anche la classificazione dei SE in *provisioning, regulating, supporting* e *cultural*. Questa ripartizione offre una prima distinzione tra i tipi di servizi in base al genere di beneficio che viene offerto alla società (Figura 1): (i) i servizi di approvvigionamento (*provisioning*) includono tutti i prodotti materiali ottenuti dagli ecosistemi, come risorse genetiche, cibo e fibre, e acqua dolce; (ii) i servizi di regolazione (*regulating*) comprendono tutti i benefici derivati dai processi regolatori degli ecosistemi, inclusi la regolazione del clima, dell'acqua e di alcune malattie umane; (iii) i servizi di supporto (*supporting*) sono quelli necessari per la produzione di tutti gli altri SE, esempi includono la produzione di biomassa, il ciclo dei nutrienti, il ciclo dell'acqua, la fornitura di habitat per le specie, e la conservazione dei pool genetici e dei processi evolutivi; infine (iv) i servizi culturali (*cultural*) rappresentano i benefici immateriali che le persone ottengono dagli ecosistemi attraverso l'arricchimento spirituale, lo sviluppo cognitivo, la riflessione, le esperienze ricreative, sociali ed estetiche.

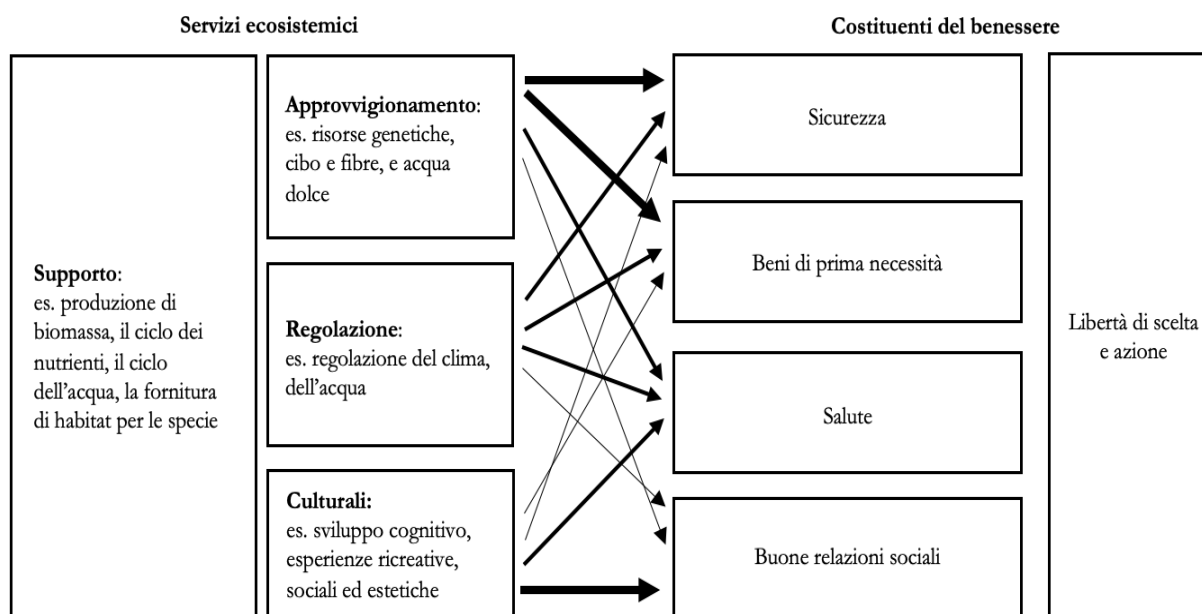


Figura 8 – Servizi ecosistemici_ Fonte: adattato da MEA, 2005.

La mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici è un utile strumento per integrare le conoscenze dei servizi ecosistemici nei processi decisionali e di pianificazione.

Ai fini di questo progetto sono stati indagati i seguenti servizi ecosistemici: *Urban Cooling* e *Carbon Storage*, che analizzano il sequestro o l'emissione di gas serra e la regolazione della temperatura; *Habitat quality* per gli impollinatori che analizza la distribuzione, l'abbondanza e l'efficienza degli impollinatori; e in fine i servizi ecosistemici culturali che analizzano la dimensione sociale e culturale delle infrastrutture verdi.

⁶ Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis report*. Island Press. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

3.1 Urban Cooling

L'*Urban Cooling* è un servizio ecosistemico di regolazione che riguarda la capacità delle aree verdi urbane di ridurre le temperature nelle città. Gli alberi e le altre piante assorbono il calore e rilasciano vapore acqueo attraverso la traspirazione, contribuendo a mitigare l'effetto isola di calore urbano. Il tool *Urban Cooling* di InVEST⁷ è uno strumento progettato per aiutare le città a valutare e migliorare le strategie di raffreddamento urbano, analizzando l'efficacia delle aree verdi nel ridurre l'effetto isola di calore. Utilizzando dati geospaziali, climatici e ambientali, il tool applica modelli matematici per analizzare l'influenza della copertura del suolo sul microclima urbano e calcola un indice di mitigazione del calore basato su ombra, evapotraspirazione e albedo, oltre alla distanza dalle isole di raffreddamento (ad esempio, parchi). Il calcolo del modello di *Urban Cooling* richiede i seguenti dati di input riportati in tabella, che approfondiremo nei paragrafi successivi.

Tabella 2 – Input

Parametro	Tipo	Unità	Descrizione
Land Use/Land Cover	Raster	-	Mappa di LULC per l'area di interesse. Tutti i valori in questo raster devono avere voci corrispondenti nella Biophysical Table.
Biophysical Table	CSV	-	Tabella che mappa ciascun codice LULC ai dati biofisici per quella classe LULC. Tutti i valori nel raster LULC devono avere voci corrispondenti in questa tabella.
Evapotranspiration	Raster	mm	Mappa dei valori di evapotraspirazione. I valori possono essere per una data specifica o valori mensili usati come proxy.
Maximum Cooling Distance	Numero	m	Distanza oltre la quale le aree verdi più grandi di 2 ettari hanno un effetto di raffreddamento.
Reference Air Temperature	Numero	°C	Temperatura dell'aria in un'area rurale dove non si osserva l'effetto isola di calore urbano. Può essere temperatura notturna o diurna, per una data specifica o media su diversi giorni.
UHI Effect	Numero	°C	L'entità dell'effetto isola di calore urbano, ovvero la differenza tra la temperatura di riferimento rurale e la temperatura massima osservata in città.
Air Blending Distance	Numero	m	Raggio su cui effettuare media delle temperature dell'aria per tener conto della miscelazione dell'aria.

⁷ Natural Capital Project, 2023. InVEST 3.14.1. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, Stockholm Resilience Centre and the Royal Swedish Academy of Sciences. <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>

Land Use/Land Cover

Per il riferimento alle classi di copertura del suolo necessarie al funzionamento dell'algoritmo è stata utilizzata la Carta di Uso del Suolo precedentemente descritta (Figura 1), da cui sono state ritagliate le superfici corrispondenti all'area urbana del Comune di Jesi. Il perimetro dell'area urbana è stato desunto dal *Censimento della popolazione e delle abitazioni 2021* dell'ISTAT per le località corrispondenti alle tipologie: TIPO_LOC 1 (località urbane), TIPO_LOC 2 (località rurali) e TIPO_LOC 3 (località speciali).

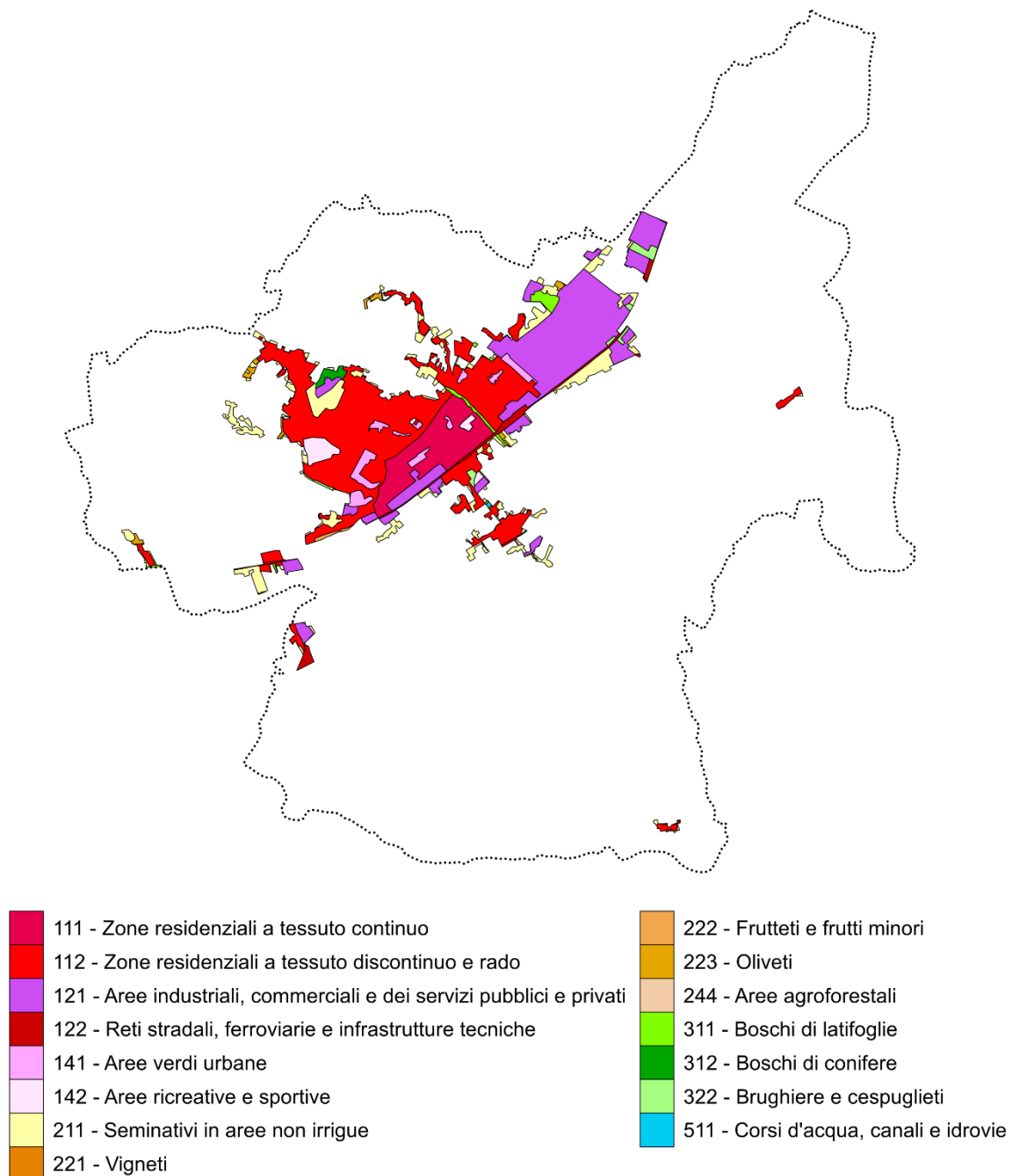


Figura 9 – Classi di uso del suolo nell'area urbana

Biophysical Table

Il calcolo del modello di InVEST richiede l'utilizzo di una tabella contenente le variabili biofisiche relative alle aree di studio. Tali variabili sono riportate nelle due successive tabelle, come metadato e come valori effettivi, e descritte nei paragrafi a seguire.

Tabella 3 – Biophysical table

Parametro	Tipo	Descrizione
lucode	Intero	Codici LULC dal raster LULC. Ogni codice deve essere un intero unico.
kc	Numero	Crop Coefficient per questa classe LULC.
green_area	Vero/Falso	1 per indicare che il LULC è considerato un'area verde, 0 se non lo è.
shade	Rapporto	La proporzione dell'area in questa classe LULC coperta da chioma arborea alta almeno 2 metri.
albedo	Rapporto	La proporzione di radiazione solare riflessa da questa classe LULC.

Tabella 4 – Biophysical table

lucode	kc	green_area	shade	albedo
111	0	0	0.787061	0.199819
112	0	0	32.828	0.196412
121	0	0	0.822712	0.210356
122	0	0	0.616056	0.2087
141	0.85	1	2.716.144	0.19662
142	0	0	2.967.436	0.1938
211	1.05	1	4.058.733	0.197255
221	0.7	1	37.5	0.202
222	1.15	1	5.264.798	0.20215
223	0.7	1	4.717.509	0.1964
244	1.2	1	3.181.897	0.212925
311	1.2	1	4.591.015	0.206967
312	1	1	4.731.477	0.193515
322	1.05	1	1.681.237	0.21365
511	0	0	0	0.2074

Crop Coefficient (K_c)

Il K_c (crop coefficient) è un parametro fondamentale utilizzato nel calcolo dell'evapotraspirazione delle colture (ET_c) a partire dall'evapotraspirazione di riferimento (ET_o). Il crop coefficient è un valore dimensionale che rappresenta il rapporto tra l'evapotraspirazione di una coltura specifica (ET_c) e l'evapotraspirazione di riferimento (ET_o). Il valore del K_c varia nel corso del ciclo di crescita della coltura, riflettendo i cambiamenti nei requisiti idrici della coltura stessa. Nel modello di raffreddamento urbano di InVEST, il concetto di K_c viene adattato per quantificare il raffreddamento fornito dalla vegetazione urbana. Questo modello prende in considerazione la capacità delle piante di traspirare acqua e raffreddare l'ambiente circostante. La FAO⁸ fornisce una guida dettagliata su

⁸ Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1998). *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements* (FAO Irrigation and Drainage Paper 56). <http://www.fao.org/3/X0490E/X0490E00.htm>

come determinare i valori di K_c per le diverse colture e condizioni climatiche. Matematicamente, l'evapotraspirazione della coltura (ET_c) è calcolata come:

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

Di seguito vengono riportati in tabella i codici del Corine Land Cover considerati come aree verdi, le tipologie di coltivazione a cui sono stati associati e il valore di K_c medio corrispondente.

Tabella 5 – Crop Coefficient

Codice Corine Land Cover	Crop	Type	Kc mid
141	Turf grass	warm season	0.85
211	Small Vegetables		1.05
221	Grapes	wine	0.70
222	Apricots, Peaches, Stone Fruit	active ground cover, no frosts	1.15
223	Olives (40 to 60% ground coverage by canopy)		0.70
244	Apples, Cherries, Pears	active ground cover, no frosts	1.20
311	Apples, Cherries, Pears	active ground cover, no frosts	1.20
312	Conifer Trees		1.00
322	Berries (bushes)		1.05

Shade

Per quantificare la variabile "shade", che rappresenta la proporzione di area coperta da una canopy arborea di almeno 2 metri, è stato utilizzato il prodotto High Resolution Tree Cover Density 2018⁹ (TCD) del Copernicus Land Monitoring Service. Questo dataset offre informazioni dettagliate sulla percentuale di copertura arborea con una risoluzione di 10 metri. La copertura percentuale è riportata in mappa.

⁹ Copernicus Land Monitoring Service. (2018). *High Resolution Tree Cover Density 2018* [Data set]. European Commission. <https://doi.org/10.2909/486f77da-d605-423e-93a9-680760ab6791>

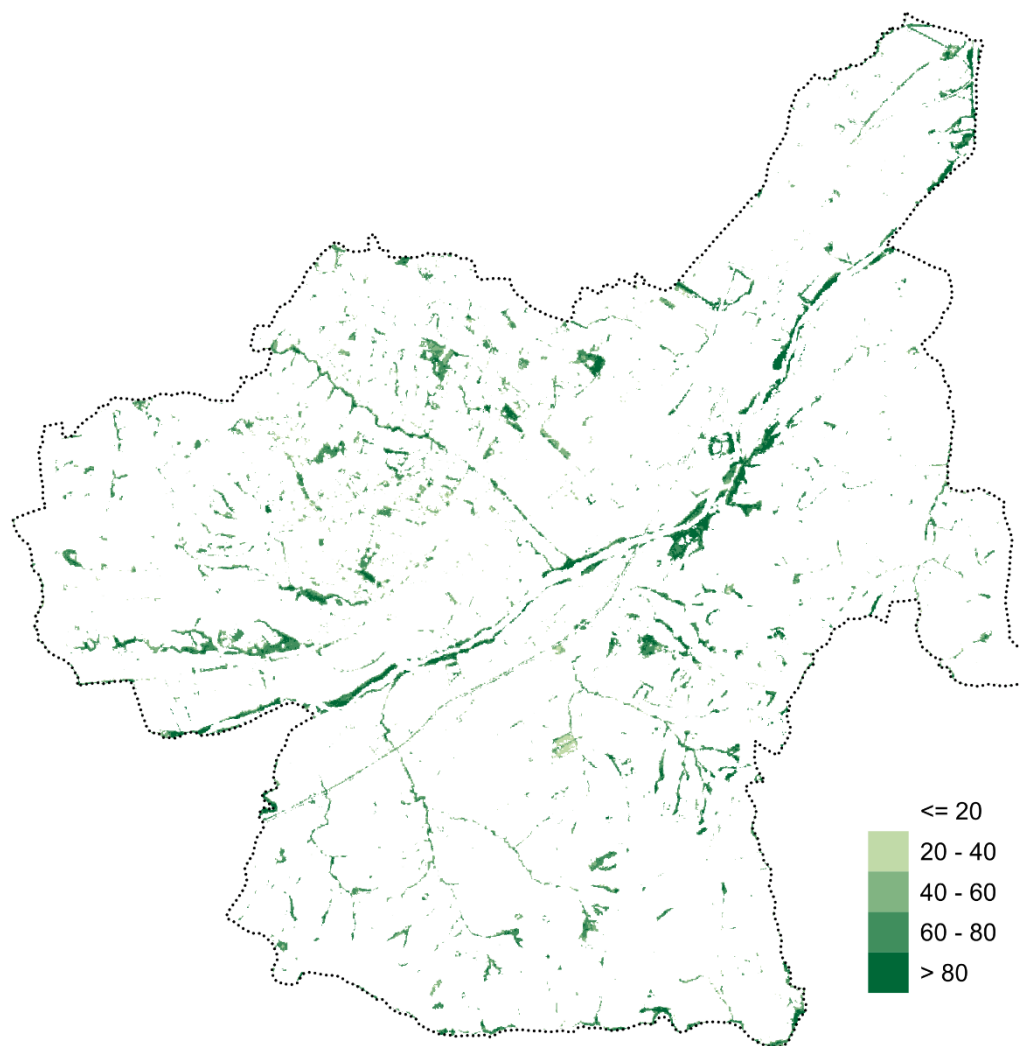


Figura 10 – Percentuale di copertura arborea (Copernicus Tree Cover Density 2018)

Albedo

L'albedo della superficie quantifica la frazione di irradiazione riflessa dalla superficie terrestre, fornendo informazioni sulla base radiativa e quindi sull'equilibrio di temperatura e acqua. L'albedo direzionale o riflettanza direzionale-emisferica è definita come l'integrazione della riflettanza bidirezionale sull'emisfero visivo, assumendo che tutta l'energia provenga dalla radiazione diretta del sole e viene calcolata per il mezzogiorno solare locale. I dati relativi all'albedo sono stati ottenuti dal prodotto "Surface albedo 10-daily gridded data from 1981 to present" dal *Copernicus Climate Change Service*¹⁰, relativi alla data estiva più recente disponibile al momento dell'elaborazione (luglio 2018) e rilevati dal satellite Sentinel-3. L'algoritmo attuale viene applicato con una frequenza di 10 giorni sulle riflettanze superficiali giornaliere acquisite durante una finestra temporale mobile di 20 giorni. L'albedo direzionale viene quindi calcolato, per ogni banda spettrale, mediante integrazione sull'emisfero visivo e per il mezzogiorno solare locale. L'albedo a banda larga viene poi calcolato dall'albedo spettrale tramite una relazione lineare.

Ai fini dell'elaborazione riportiamo i valori relativi all'Albedo a banda larga.

¹⁰ Copernicus Climate Change Service, Climate Data Store, (2018): "Surface albedo 10-daily gridded data from 1981 to present". Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: [10.24381/cds.ea87ed30](https://doi.org/10.24381/cds.ea87ed30)

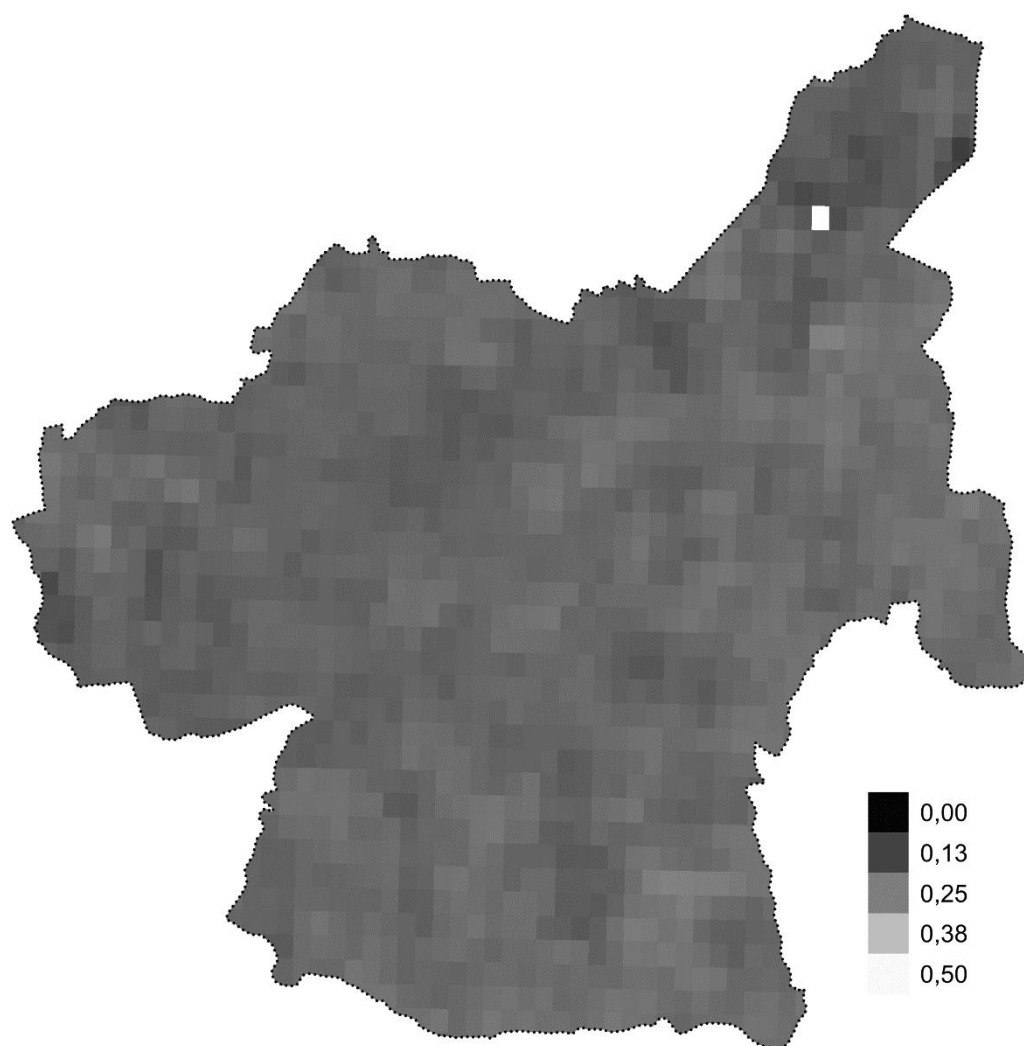


Figura 11 – Albedo

Evapotranspiration

Per la stima dell'evapotraspirazione è stato utilizzato il prodotto di "Potential Evapotranspiration" (PET) disponibile sul portale CGIAR Consortium for Spatial Information (CSI)¹¹ che fornisce dati dettagliati sull'evapotraspirazione potenziale, un indicatore climatico che misura la quantità di acqua che potrebbe essere trasferita dall'ambiente terrestre all'atmosfera attraverso i processi di evaporazione e traspirazione, assumendo che l'acqua sia abbondante. Il prodotto è derivato da modelli climatici e dataset meteorologici globali, integrando variabili come temperatura, umidità, velocità del vento e radiazione solare per calcolare l'evapotraspirazione potenziale. Il dataset di PET disponibile sul portale CGIAR CSI copre ampie aree geografiche e fornisce dati su base mensile, annuale o stagionale. Nel caso della presente elaborazione sono stati utilizzati i dati relativi all'evapotraspirazione riferita al mese di giugno con una risoluzione spaziale di 30 secondi (~929m), che riportiamo in mappa.

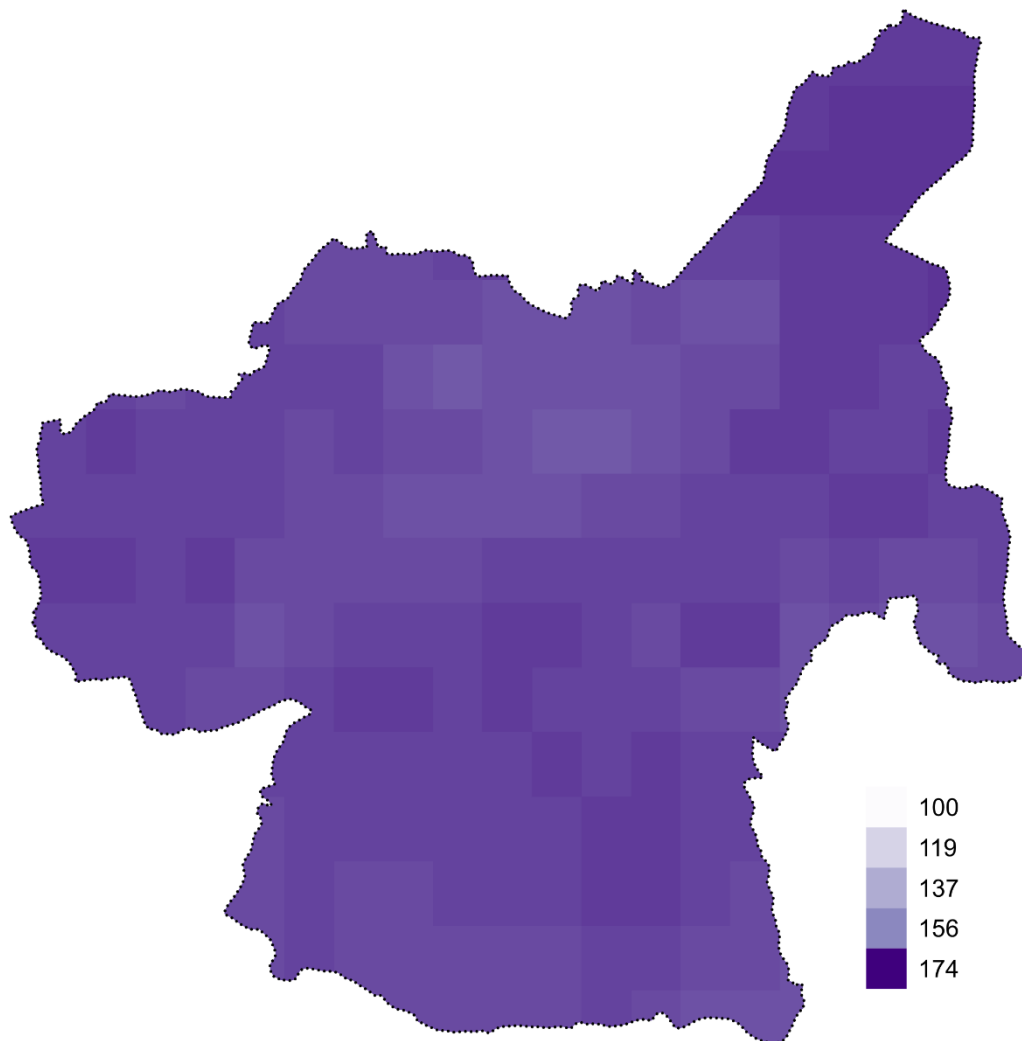


Figura 12 – Evapotraspirazione potenziale del mese di giugno

¹¹ Zomer, R. J., Trabucco, A. 2022. Version 3 of the "Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration (ET₀) Database": Estimation of Penman-Monteith Reference Evapotranspiration. (In Press). CGIAR Consortium for Spatial Information. (2018). *Potential evapotranspiration (PET)*. CGIAR CSI. <https://csidotinfo.wordpress.com/2019/01/24/global-aridity-index-and-potential-evapotranspiration-climate-database-v3/>

Temperatura atmosferica

Per ottenere dati riguardanti la temperatura atmosferica nella data estiva di riferimento più recente al momento dell'elaborazione, sono stati utilizzati i dati resi disponibili dal servizio Copernicus Climate Change Service all'interno del dataset ERA5-Land¹² ed è stata presa in considerazione la temperatura a 2 metri dal suolo, calcolata utilizzando modelli di rianalisi climatica, che combinano dati osservativi provenienti da stazioni meteorologiche e satelliti con simulazioni numeriche per produrre una stima coerente e continua della temperatura atmosferica. Questi dati sono forniti a una risoluzione spaziale di 10km e per intervalli temporali regolari, come orari o giornalieri. In questo caso sono stati scelti quelli corrispondenti alle ore 12:00 del 18 giugno 2024. Di seguito vengono riportati i valori delle variabili *Reference Air Temperature* e *UHI Effect* relativi all'area del Comune di Jesi, in cui la *Reference Air Temperature* corrisponde alla temperatura massima osservata nell'area di studio e l'*UHI Effect* corrisponde alla differenza tra la stessa temperatura massima e la temperatura minima osservata.

Tabella 6 – Uhi Effect

Reference Air Temperature	UHI Effect
31,89 °C	0,78 °C

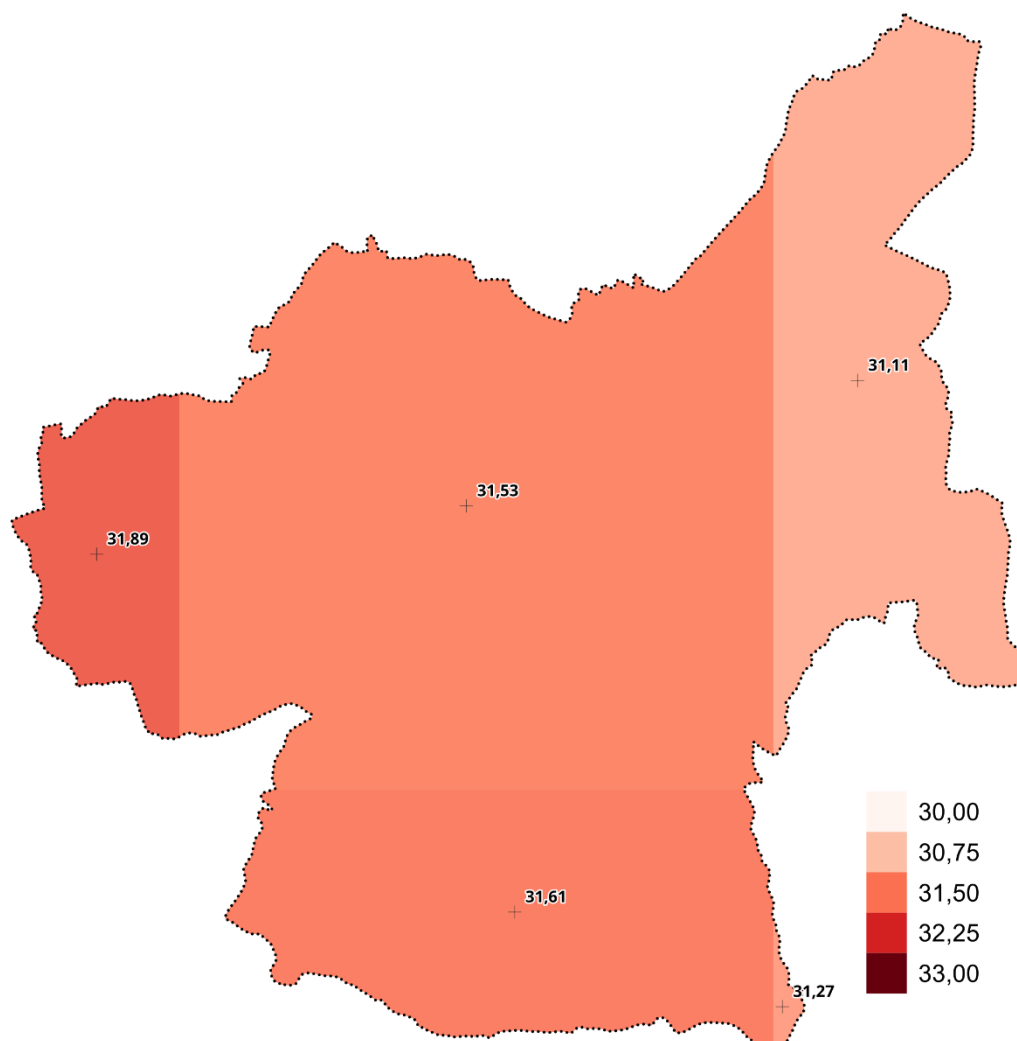


Figura 13 – Temperature alle ore 12:00 del 18 giugno 2024 (°C)

¹² Muñoz Sabater, J. (2019): ERA5-Land hourly data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.e2161bac

Output finale: Mappa di Urban Cooling

Combinati i dati fin qui descritti è stato possibile, attraverso il tool di InVEST, generare la mappa di Urban Cooling. Il modello sviluppa un indice di capacità di raffreddamento (Cooling Capacity – CC index), la cui formula viene di seguito riportata:

$$CC_{index} = 0,6 \times Shade + 0,2 \times Albedo + PET$$

Inoltre, per tenere in considerazione l'effetto degli spazi verdi con superficie maggiore di 2 Ha, il modello calcola un indice di mitigazione del calore urbano (Heat Mitigation - HM index): se un pixel è influenzato da uno spazio verde maggiore di 2 Ha, l'indice HM viene calcolato come una media ponderata della capacità di raffreddamento (CC) degli spazi verdi e del pixel stesso, a seconda della distanza tra il pixel e i suddetti spazi verdi.

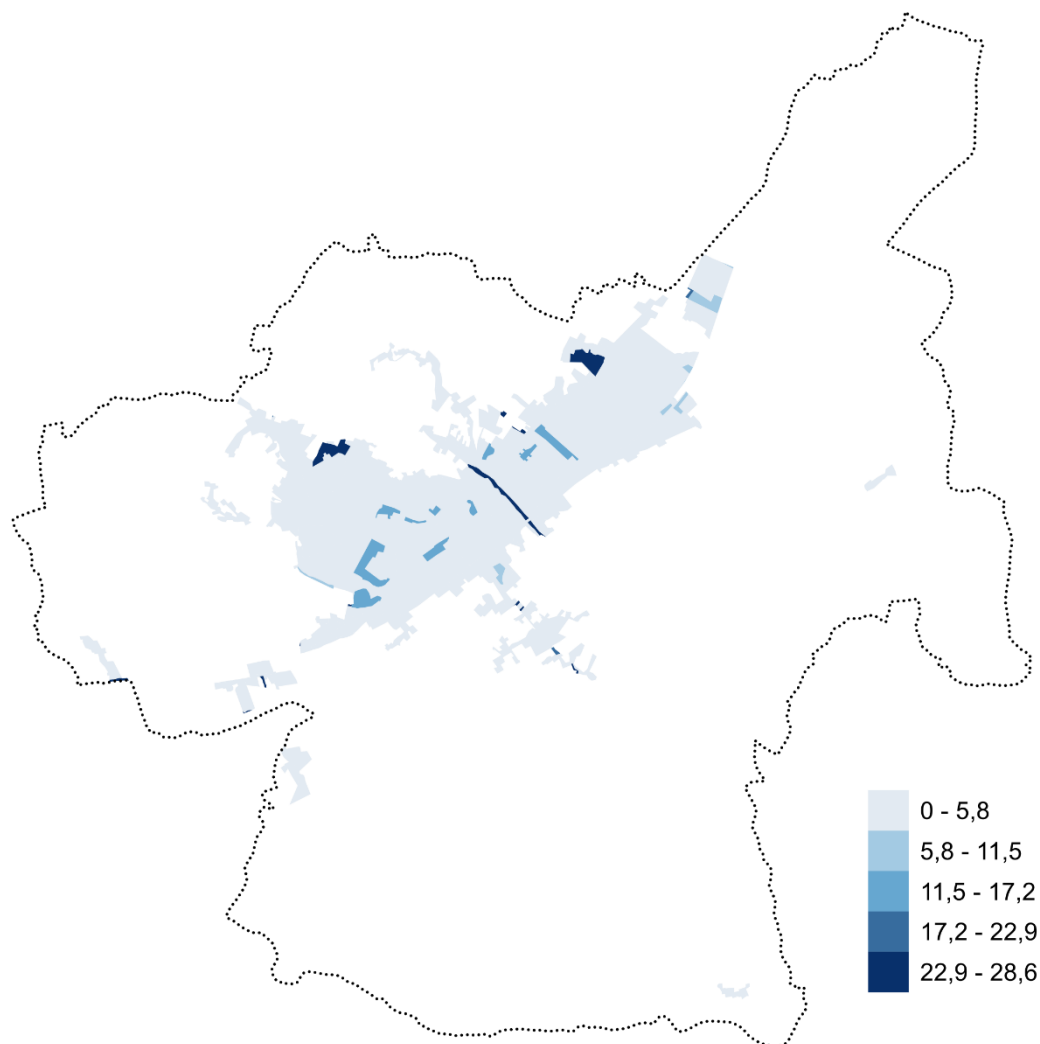


Figura 14 – Servizio ecosistemico "Urban Cooling"(CCindex)

3.2 Carbon Storage

Il *Carbon Storage* è il processo attraverso il quale gli ecosistemi naturali, come foreste, suoli e oceani, assorbono e immagazzinano anidride carbonica (CO₂) dall'atmosfera. Questo servizio ecosistemico è fondamentale per mitigare il cambiamento climatico, poiché riduce la concentrazione di CO₂, uno dei principali gas serra. Le piante assorbono CO₂ durante la fotosintesi e la immagazzinano nella biomassa e nel suolo. Il tool Carbon Storage di InVEST è uno strumento progettato per calcolare e analizzare la quantità di carbonio immagazzinato in un'area terrestre. Nel dettaglio questo strumento i dati relativi ai vari *pool* di carbonio da diverse componenti, che di seguito elenchiamo.

Tabella 7 – Input

Componente	Descrizione	Codice tabella
Aboveground Biomass (Biomassa Sopra-Suolo)	Include tutta la biomassa vegetale che si trova sopra il suolo, come tronchi, rami, foglie e cortecce degli alberi e delle piante.	c_above
Belowground Biomass (Biomassa Sotto-Suolo)	Comprende i sistemi radicali vivi delle piante che si trovano sotto il suolo. Include le radici principali e laterali.	c_below
Dead Organic Matter (Materia Organica Morta)	Include lettiera (foglie, rami, e altri materiali vegetali in decomposizione) e legno morto (tronchi e rami caduti, sia sdraiati che in piedi).	c_dead
Soil Organic Matter (Materia Organica del Suolo)	Rappresenta il carbonio organico presente nel suolo, derivante dalla decomposizione della materia vegetale e animale. È il più grande pool di carbonio terrestre.	c_soil

Per il calcolo del modello vengono associati ai codici dell'uso del suolo del Corine Land Cover i valori delle componenti elencate nella precedente tabella, specifiche per l'area territoriale della Regione Marche. Tali valori sono stati ottenuti consultando l'ultimo report dell'IPCC¹³ e il Secondo Inventario Forestale Nazionale¹⁴ per le zone forestali e boschive. Rispetto alcune classi di uso del suolo rilevanti nel presente progetto, questi valori sono stati aggiornati e perfezionati consultando i più recenti lavori in letteratura. La mappa risultante indica per ogni pixel le tonnellate di Carbonio stoccato.

Tabella 8 – Carbon storage

lucode	c_above	c_below	c_dead	c_soil
111	0	0	0	0
112	0	0	0	0
121	0	0	0	0
122	0	0	0	0
131	0	0	0	0
133	0	0	0	0
141	0	0	0	38.94911

¹³ Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis*. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

¹⁴ Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). (2015). *Secondo inventario forestale nazionale*. ISPRA. <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/secondo-inventario-forestale-nazionale>

Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

142	0	0	0	0
211	5	0	0	50.79394
212	5	0	0	60.37197
221	10	0	0	50.06506
222	10	0	0	61.11959
223	10	0	0	32.017
244	10	0	0	44.80718
311	42.36738	10.9966	14.18754	67.09641
312	44.71363	11.17061	13.39385	75.94278
313	43.5405	11.08361	13.7907	71.51959
322	3.05	0	0	89.26461
411	0	0	0	0
511	0	0	0	0
512	0	0	0	0

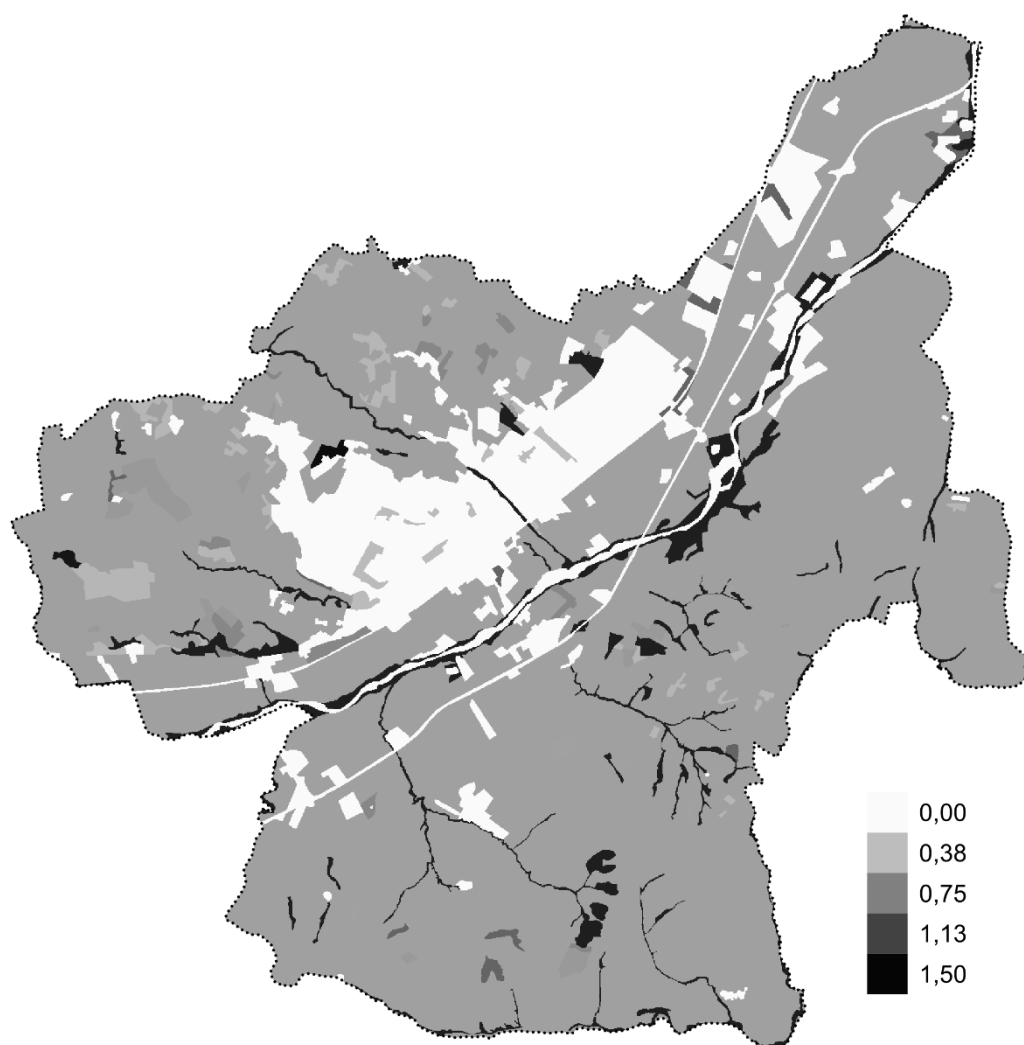


Figura 15 – Servizio ecosistemico “Carbon Storage” (tC/pixel)

3.3 Habitat Quality (per gli impollinatori)

Per la valutazione della conservazione degli habitat e delle specie, è possibile utilizzare il modello *Habitat Quality* (HQ) all'interno della suite InVEST. Questo strumento consente di individuare le aree con maggiore capacità di ospitare e garantire la sopravvivenza di specifici gruppi faunistici, valutando al contempo l'impatto delle minacce su di essi.

Nell'ambito del progetto VIVAJESI si è ritenuto analizzare *Habitat Quality*, che di per sé è annoverato nei servizi ecosistemici di supporto, dal punto di vista degli impollinatori e quindi può essere ricondotto nella categoria dei servizi ecosistemici di regolazione, dato che l'obiettivo è stato quello valutare la capacità dell'habitat di sostenere il servizio di impollinazione (Pollination), in quanto la funzione ecologica ha un impatto diretto sugli ecosistemi agricoli e naturali.

Il modello richiede innanzitutto la definizione di un obiettivo di valutazione, riferito a una specie o a un gruppo target. Successivamente, è necessario:

1. Identificare le minacce che possono compromettere tale obiettivo.
2. Classificare gli usi del suolo all'interno dell'area di analisi in base a:
 - Idoneità dell'habitat per le specie target.
 - Sensibilità alle minacce individuate.

Il modello necessita inoltre dei seguenti dati di input:

1. Carta degli usi/coperture del suolo (formato raster georiferito).
2. Rappresentazione spaziale delle minacce (formato raster georiferito).
3. Matrice di idoneità e sensibilità alle minacce delle diverse classi di uso del suolo (formato CSV).

Nel contesto specifico, l'analisi si è focalizzata sulla conservazione degli impollinatori selvatici. Le principali minacce individuate sono:

1. Lavorazioni meccaniche del suolo.
2. Uso di pesticidi.
3. Elevata frequentazione e gestione intensiva del verde in contesti urbani.

Per rappresentare spazialmente queste minacce su scala territoriale, sono state utilizzate classi di uso del suolo estratte da carte generali, impiegate come proxy.

Per valutare l'idoneità degli habitat e la loro sensibilità alle minacce, è stato adottato un approccio expert-based, basato sul contributo di naturalisti esperti. Questo ha permesso di attribuire un peso differenziato alle varie minacce, in funzione della loro intensità e della loro influenza diretta sugli impollinatori. Tra queste, l'uso di pesticidi è risultato avere l'impatto maggiore, seguito dalle lavorazioni meccaniche del suolo. La frequentazione antropica, invece, è stata considerata una minaccia più indiretta e variabile.

Un altro aspetto fondamentale dell'analisi è stato determinare l'area di influenza di ciascuna minaccia. Per i pesticidi, si è stimata un'efficacia fino a 30 metri, basandosi sulle caratteristiche di volatilità dei fitofarmaci. La frequentazione antropica è stata invece considerata significativa entro un raggio di 200 metri, che corrisponde approssimativamente a un tragitto pedonale medio in ambiente urbano. Infine, per le lavorazioni meccaniche del suolo, la minaccia è stata valutata efficace solo nelle aree in cui tali attività avvengono concretamente.

Per la valutazione dell'idoneità degli habitat, è stata adottata una scala suddivisa in cinque livelli equidistanti. I suoli naturali ricchi di piante mellifere erbacee e arbustive, che offrono sia nutrimento che condizioni di minore disturbo per gli impollinatori, sono stati classificati con il livello massimo di idoneità. Al contrario, le aree densamente edificate, caratterizzate da scarsa vegetazione e da un alto grado di disturbo, sono state considerate prive di idoneità.

Infine, per determinare la sensibilità delle diverse classi di copertura del suolo alle minacce, si è tenuto conto della probabilità di interferenza e dei fattori di resilienza intrinseca. Ad esempio, le aree agricole sono risultate particolarmente vulnerabili alle lavorazioni meccaniche del suolo, mentre le zone umide hanno mostrato una sensibilità maggiore rispetto a ecosistemi più strutturati, come i boschi.

Tabella 9 – Input

Lulc	Name	Habitat	Lavorazione del suolo	Pesticidi	Frequenzazione aree verdi
111	Zone residenziali a tessuto continuo	0	0	0	1
112	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	0	0	0	1
121	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati	0	0	0	1
122	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche	0	0	0	1
131	Aree estrattive	0	0	0	1
133	Cantieri	0	0	0	1
141	Aree verdi urbane	0.33	0	0	1
142	Aree ricreative e sportive	0	0	0	1
211	Seminativi in aree non irrigue	0.33	1	1	0.1
221	Vigneti	0.33	0	1	0.1
222	Frutteti e frutti minori	0.33	0	1	0.1
223	Oliveti	0.33	0	1	0.1
244	Aree agroforestali	0.33	0	1	0.1
311	Boschi di latifoglie	0.33	0	0.2	0.3
312	Boschi di conifere	0.33	0	0.2	0.3
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	0.33	0	0.2	0.3
322	Brughiere e cespuglieti	1	0	0.7	0.5
411	Paludi interne	0.33	0	0.8	0.8
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	0.33	0	0.4	0
512	Bacini d'acqua	0.33	0	0.7	0

Tabella 10 – Input

Threat	Max_dist	Weight	Decay
Lavorazione del suolo	0.1	0.7	Exponential
Pesticidi	30	0.8	Exponential
Frequentazione aree verdi	200	0.2	Exponential

Gli output principali del modello consistono in due mappe, una riguardante la qualità dell'habitat e una riguardante il degrado dell'habitat, rappresentate attraverso una scala cromatica che evidenzia il livello di idoneità o degrado del territorio rispetto all'obiettivo di conservazione degli impollinatori.



Figura 16 – Habitat Quality (per gli impollinatori)

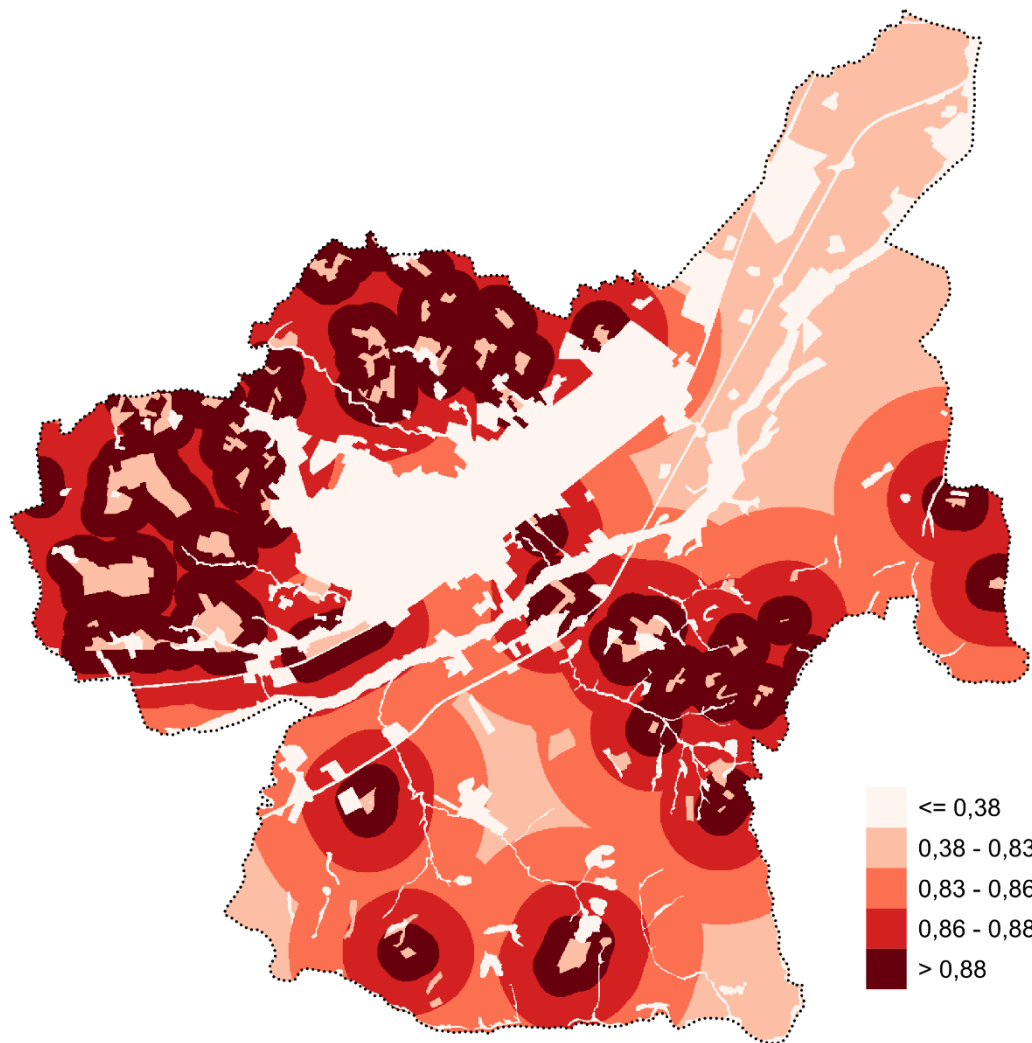


Figura 17 – Habitat Degradation (per gli impollinatori)

3.4. Servizi ecosistemici culturali

Nel contesto del MEA (2005)¹⁵, i servizi ecosistemici culturali sono definiti «i benefici non materiali che le persone ottengono dagli ecosistemi attraverso l'arricchimento spirituale, lo sviluppo cognitivo, la riflessione, la ricreazione e l'esperienza estetica». Parzialmente simile alla definizione del MEA è quella del TEEB (2011)¹⁶ li definisce come «i benefici non materiali che le persone ottengono dal contatto con gli ecosistemi». Infine, la CICES (2013)¹⁷ li definisce come «gli ambienti, le località o le situazioni ambientali che danno origine a cambiamenti negli stati fisici o mentali delle persone». È importante quindi evidenziare che i servizi ecosistemici culturali derivano dall'interazione tra spazi ambientali e pratiche culturali o sociali condotte in tali spazi.

Il modello utilizzato in questo lavoro per mappare e valutare i servizi ecosistemici culturali forniti dalle aree verdi urbane e periurbane del territorio del comune di Jesi si basa sull'elaborazione di dati estratti dalle recensioni di Google Maps. Questo approccio consente di sfruttare dati georeferenziati e temporalmente definiti, garantendo così una mappatura e valutazione che sia non solo *spatially specific*, ma anche ripetibile e monitorabile nel tempo. L'utilizzo delle recensioni di Google Maps rappresenta un significativo passo avanti rispetto ad altri modelli, come quelli basati sul software InVEST, che analizzano prevalentemente immagini caricate sui social media. Analizzando testi invece di immagini, il modello è in grado di cogliere non solo la densità delle interazioni, ma anche le percezioni degli utenti in modo più dettagliato. Ciò consente di collegare i contenuti testuali direttamente ai servizi ecosistemici culturali (SE culturali), integrando una prospettiva sia qualitativa che quantitativa. Il processo metodologico del modello di mappatura e valutazione si articola in quattro fasi:

- Fase 1: definizione dei SE culturali strategici e del protocollo di analisi;
- Fase 2: acquisizione e catalogazione dei dati da Google Maps;
- Fase 3: valutazione dei SE culturali;
- Fase 4: mappatura e visualizzazione spaziale dei SE culturali.

L'elaborazione dei dati estratti da Google Maps è stata condotta attraverso uno strumento, sviluppato specificatamente per questo lavoro, che acquisisce quotidianamente informazioni da Google Maps (luoghi, recensioni, valutazioni) e inserisce questi dati in un database interno. Questi dati vengono poi elaborati utilizzando un algoritmo di *deep learning* generativo basato su un *Large Language Model* (LLM) di intelligenza artificiale. Un pannello *front-end* personalizzato *web-based* costruito *ad hoc* consente agli utenti di interrogare questo archivio utilizzando l'elaborazione del linguaggio naturale *Natural Language Processing* (NLP), garantisce la massima flessibilità nella formulazione delle domande per estrarre le informazioni necessarie. Attraverso l'impiego di questo

¹⁵ Il *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) è un progetto di ricerca con una forte matrice scientifica formalmente raccolta dalle istituzioni economiche e politiche internazionali (Istituto mondiale delle risorse, Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente, Programma delle Nazioni Unite per lo sviluppo, Banca Mondiale) sviluppato alla fine degli anni '90.

¹⁶ Il *The Economics of the Ecosystems and Biodiversity* (TEEB) è un gruppo di ricerca che ha lavorato sul tema degli ecosistemi e della biodiversità da un punto di vista economico.

¹⁷ Il *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) è un'iniziativa sviluppata dal lavoro sulla contabilità ambientale intrapreso dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (European Environment Agency - EEA) con l'obiettivo di trovare un quadro comune per valutare gli ecosistemi in maniera uniforme a livello europeo. La prima versione pienamente operativa del CICES (V4.3) è stata pubblicata nel 2013, mentre l'ultima versione (V5.2) che ha recepito i risultati di altri progetti e ricerche in ambito europeo (es. MAES, OpenNESS, ESERALDA) è stata pubblicata nel 2023.

strumento di *deep learning*, le recensioni testuali di Google Maps relative parchi oggetto dello studio possono essere interrogate e analizzate automaticamente seguendo il protocollo di analisi.

Tabella 11 | Servizi ecosistemici culturali strategici

Tipologia	Definizione	Descrittori/interazioni (elementi che abilitano il SE culturale)
1 – Ricreazione fisica [CICES 3.1.1.1]	Interazioni fisiche con l'ambiente naturale come attività all'aperto come sport che migliorano il benessere psico-fisico dell'uomo	Attività sportive all'aperto (corsa, bici, basket, calcio, fitness, camminare, passeggiare, yoga, allenamento, esercizio fisico...), piastra sportiva attrezzata, pista ciclabile, sentieri
2 – Relazioni sociali e coesione [CICES 3.1.1.2]	Interazioni con l'ambiente naturale che non includono attività fisiche attive o sportive che migliorano il benessere psico-fisico dell'uomo, Interazioni con l'ambiente naturale che abilitano attaccamento e appartenenza al luogo, senso del luogo, coesione sociale, promozione di interessi condivisi e partecipazione.	Tempo libero, aree giochi bambini, aree cani, relax e svago, playground, altalene, parco giochi, picnic, panchine, tranquillità, rilassarsi, silenzioso, suggestivo, serenità, Associazioni attive, volontariato, cura del verde, orti urbani, coinvolgimento dei cittadini, Relazioni sociali, associazioni attive, attività di co-gestione, coinvolgimento della comunità, volontariato, eventi, concerti, mercati, folklore, attaccamento al luogo, panchine, chiosco, feste, ritrovo, comunità.
3 – Educazione, apprendimento, ispirazione [CICES 3.1.2.1 e 3.1.2.2]	Interazioni intellettuali con l'ambiente naturale che abilitano conoscenza, educazione, ispirazione.	Scuole all'aperto, educazione ambientale, ricerca, studio, attività artistiche, attività creative, visite guidate
4 – Valore estetico e patrimonio culturale [CICES 3.2.1.4]	Interazioni con l'ambiente naturale che abilitano apprezzamento estetico	Bellezza della natura, paesaggio, Elementi del paesaggio, punto panoramico, naturalità (alberi, piante, fiori, laghi, fiumi, animali, presenza di un albero monumentale), patrimonio culturale (siti archeologici, edifici storici, sculture, fontane, landmarks...)

I dati elaborati sono stati strutturati in sette specifiche tabelle tematiche di analisi: (i) generale (distribuzione spaziale); (ii) ricreazione fisica; (iii) relazioni sociali e coesione; (iv) educazione, apprendimento e ispirazione; (v) valore estetico e patrimonio culturale; (vi) co-presenza dei quattro SE culturali e (vii) somma degli indici di popolarità.

Il parametro "Numero recensioni" indica la quantità di *feedback* caricati su Google Maps dagli utenti, mentre "Recensioni dal 2020" (A) offre un'indicazione sull'interesse recente verso i parchi, dato che copre solo le recensioni degli ultimi anni. La "Media valutazione" (B) rappresenta la qualità percepita dai visitatori indicata attraverso le stelle abbinate alla recensione (da 0 a 5). Con l'obiettivo di uniformare i risultati e permettere un confronto è stato sviluppato "indice di popolarità" ($IP = NA \times B$) che mette in relazione il numero di recensioni testuali di Google Maps dal 2020 (A) con la valutazione media delle recensioni (B) e quindi valutare la "qualità" percepita dell'area verde. NA è il numero di recensioni con A normalizzato.

I dati ottenuti da tale analisi hanno restituito risultati riguardanti 14 aree verdi sul territorio comunale.

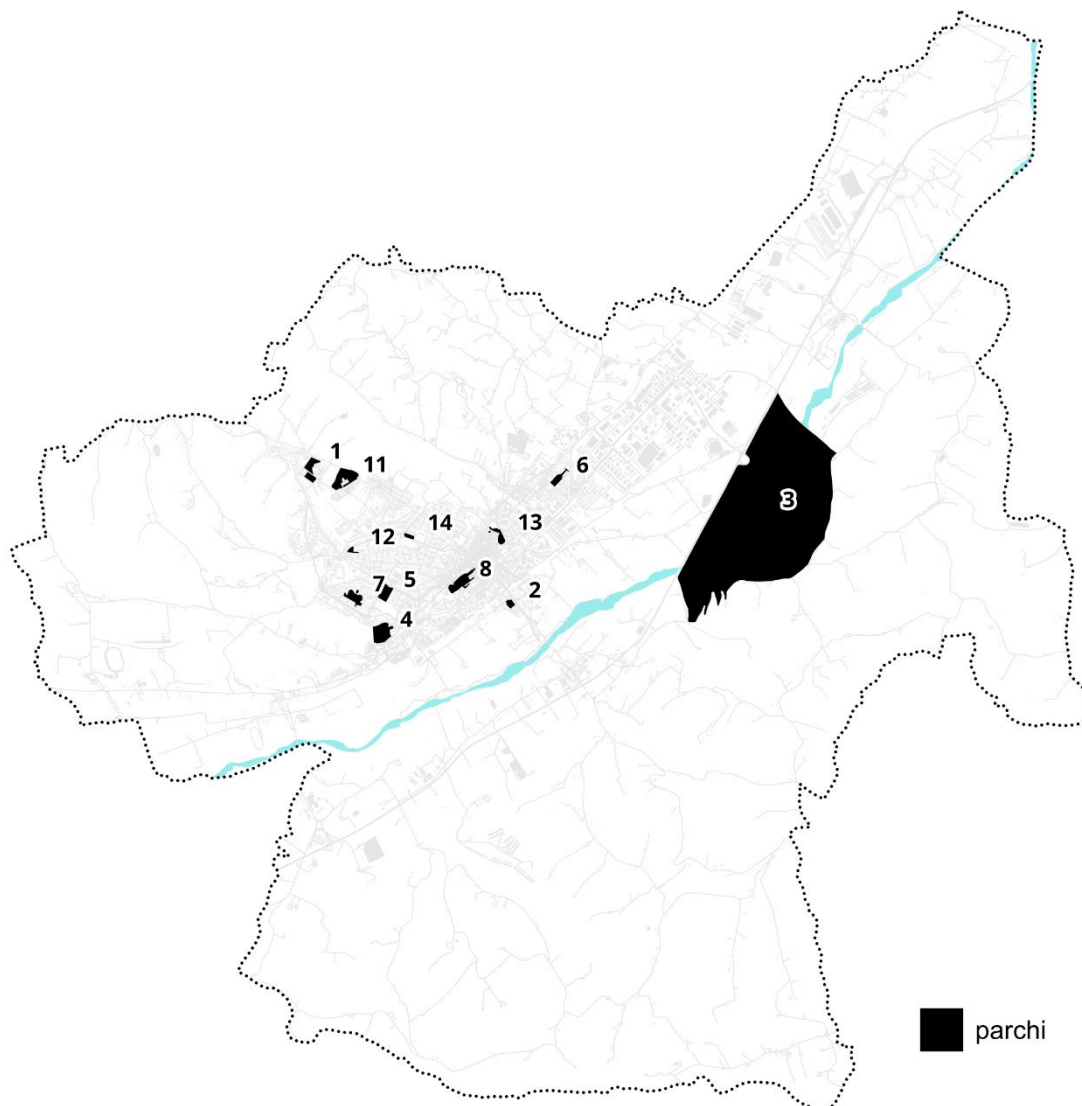


Figura 18 – K-map dei parchi

Tabella 12 - Denominazione delle aree verdi

ID	Parco
1	Parco del Cannocchiale
2	Parco Del Verziere
3	Riserva Ripa Bianca
4	Parco Del Ventaglio
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)
6	Parco Enrico Mattei
7	Parco Dell'Esedra
8	Parco Del Vallato
9	Parco Sacco E Vanzetti Già Le Carcertte

Mappatura e valutazione dei servizi ecosistemici

10	Area Sgambatura Cani Jesi (Via Pietro Nenni)
11	Bosco Del Sanatorio Murri
12	Parco Giochi (Via Martin Luther King)
13	Giardini Degli Orti Pace
14	Area Sgambatura Per Cani (Via Papa Giovanni XXIII)

Una prima elaborazione dei dati di Google Maps riguarda la distribuzione spaziale e la densità delle recensioni di carattere generale.

Tabella 13 | Generale

ID	Parco	Numero recensioni	Recensioni dal 2020 (A)	Media valutazione (B)	Indice di popolarità (IP = NA x B)
1	Parco del Cannocchiale	117	56	4	13,48
2	Parco Del Verziere	33	6	3,7	5,55
3	Riserva Ripa Bianca	164	46	4,1	13,14
4	Parco Del Ventaglio	154	85	4,1	15,25
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)	619	392	4	20,00
6	Parco Enrico Mattei	150	73	4	14,37
7	Parco Dell'Esedra	139	49	3,9	12,71
8	Parco Del Vallato	216	99	3,5	13,47
9	Parco Sacco E Vanzetti Già Le Carcertte	2	2	5	2,90
10	Area Sgambatura Cani Jesi (Via Pietro Nenni)	28	12	4,2	8,74
11	Bosco Del Sanatorio Murri	6	2	4,3	2,50
12	Parco Giochi (Via Martin Luther King)	9	8	4,6	8,01
13	Giardini Degli Orti Pace	6	6	4	6,00
14	Area Sgambatura Per Cani (Via Papa Giovanni XXIII)	21	19	2,9	7,15

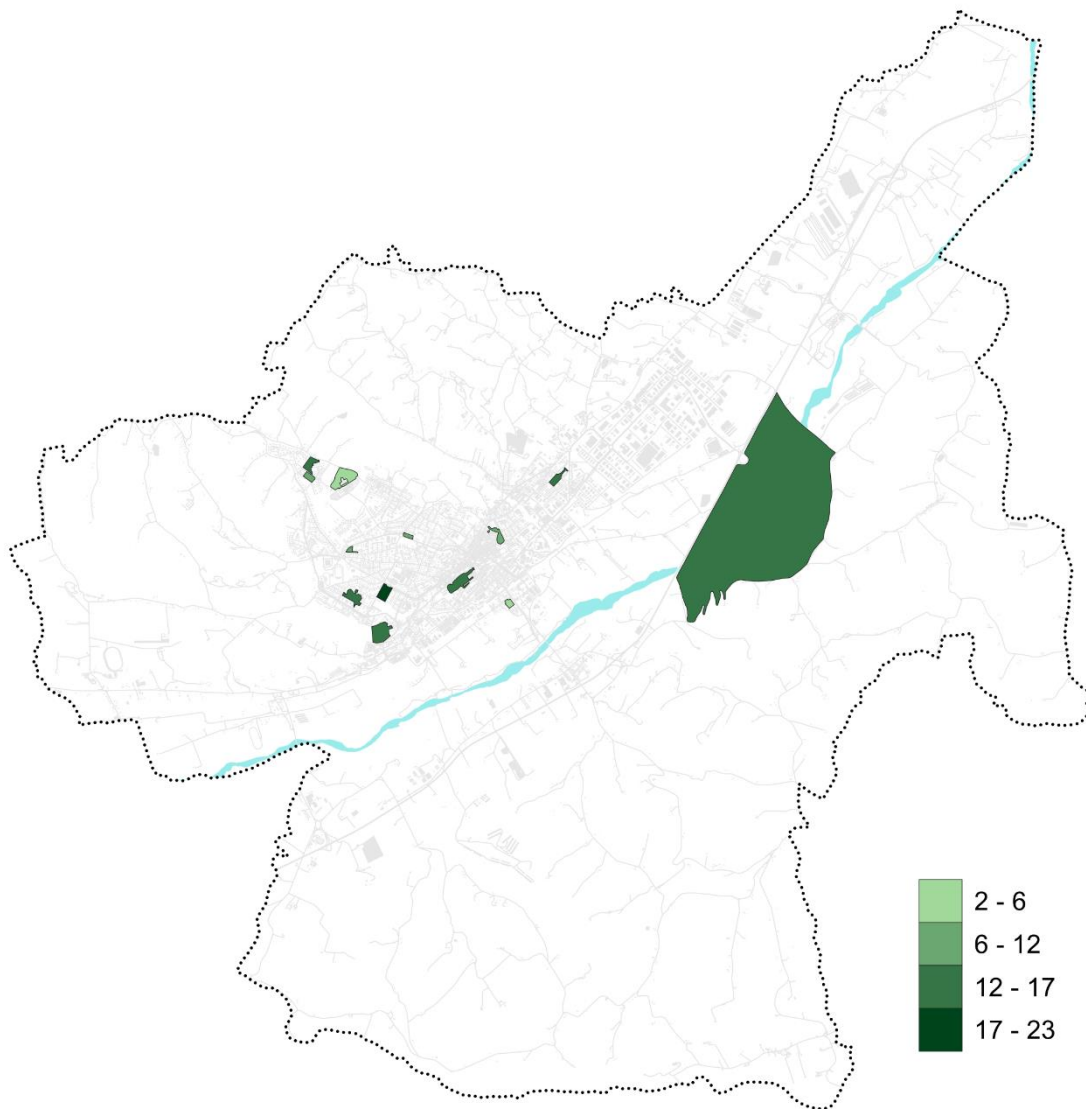


Figura 19 – Distribuzione spaziale e la densità delle recensioni di carattere generale

Ricreazione fisica

La prima analisi relativa ai servizi ecosistemici culturali fornisce una panoramica sul ruolo dei parchi come luoghi dove praticare un'ampia serie attività sportive (basket, calcio, bici, ginnastica...).

Tabella 14 – Ricreazione fisica

ID	Parco	Recensioni dal 2020 (A)	Media valutazione (B)	Parole chiave	Indice di popolarità
1	Parco del Cannocchiale	3	4,7	basket, calcio	16,04
4	Parco Del Ventaglio	2	3,5	bici, passeggiare	7,54
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)	5	4,6	ginnastica, passeggiare, pista ciclabile, sport	23,00
6	Parco Enrico Mattei	2	4	bici, calcio	8,61
7	Parco Dell'Esedra	1	3	bici	3,00
8	Parco Del Vallato	1	4	sport	4,00

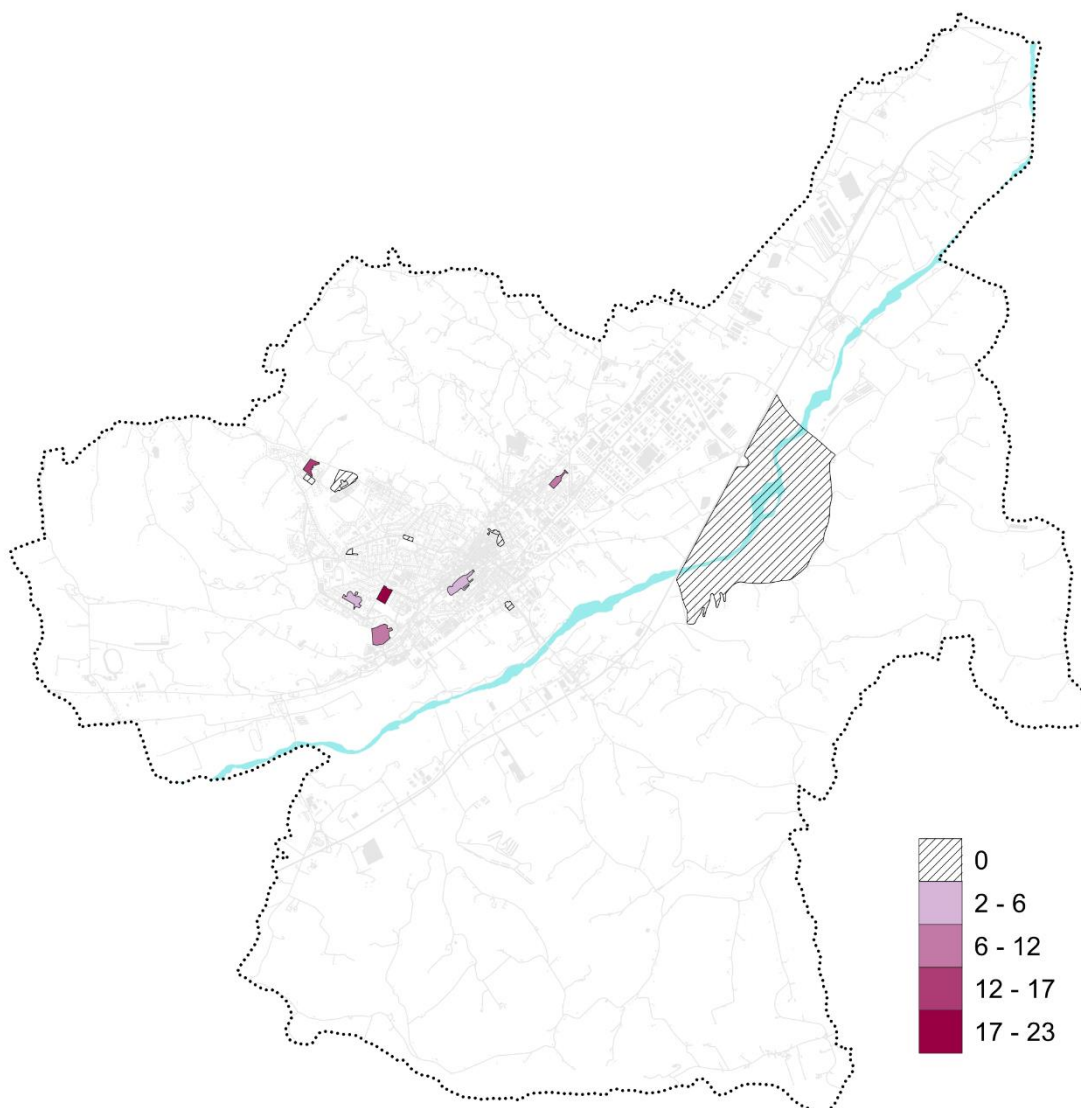


Figura 20 – Ricreazione fisica

Relazioni sociali e coesione

La seconda analisi relativa ai servizi ecosistemici culturali offre una panoramica dettagliata sul ruolo dei parchi come “spazi di comunità”, ovvero luoghi che favoriscono l’interazione sociale, l’incontro e la cooperazione tra i cittadini.

Tabella 15 – Relazioni sociali e coesione

ID	Parco	Recensioni dal 2020 (A)	Media valutazione (B)	Parole chiave	Indice di popolarità (IP = NA x B)
1	Parco del Cannocchiale	2	4	parco giochi	5,78
3	Riserva Ripa Bianca	1	4,1	volontari	4,10
4	Parco Del Ventaglio	2	4,1	relax, rilassarsi	5,93
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)	11	4	giochi bambini, concerto, parco giochi, picnic, relax, ritrovo	20,00
6	Parco Enrico Mattei	3	4	parco giochi	9,16
7	Parco Dell'Esedra	1	3,9	parco giochi	3,90
8	Parco Del Vallato	6	3,5	comunità, parco giochi, rilassarsi	13,08

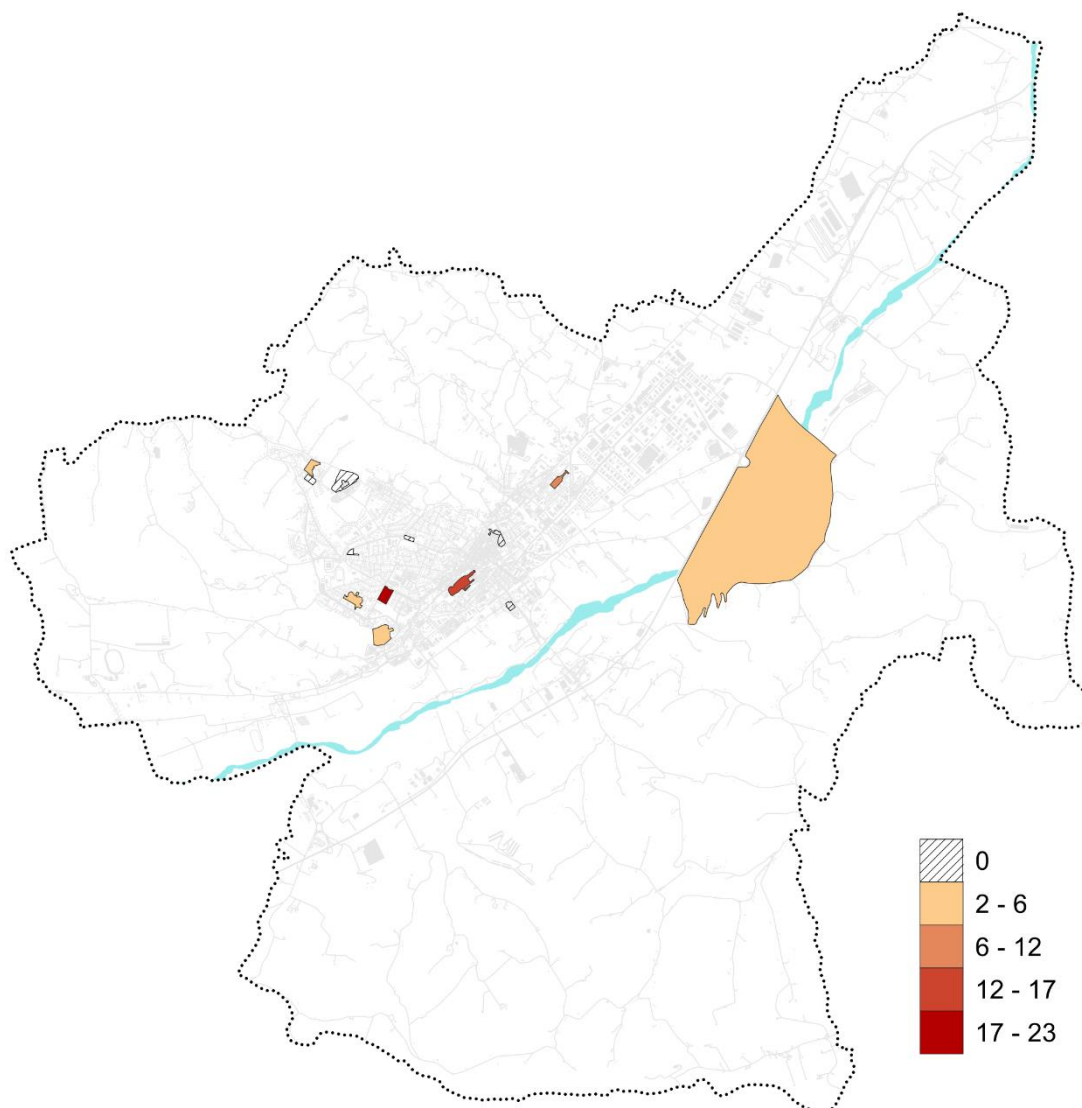


Figura 21 - Relazioni sociali e coesione

Educazione, apprendimento, ispirazione

La terza analisi relativa ai servizi ecosistemici culturali fornisce una prospettiva sul contributo che parchi offrono all'arricchimento culturale e formativo della popolazione.

Tabella 16 – Educazione, apprendimento, ispirazione

ID	Parco	Recensioni dal 2020 (A)	Media valutazione (B)	Parole chiave	Indice di popolarità (IP = NA x B)
3	Riserva Ripa Bianca	2	3	fotografare	15

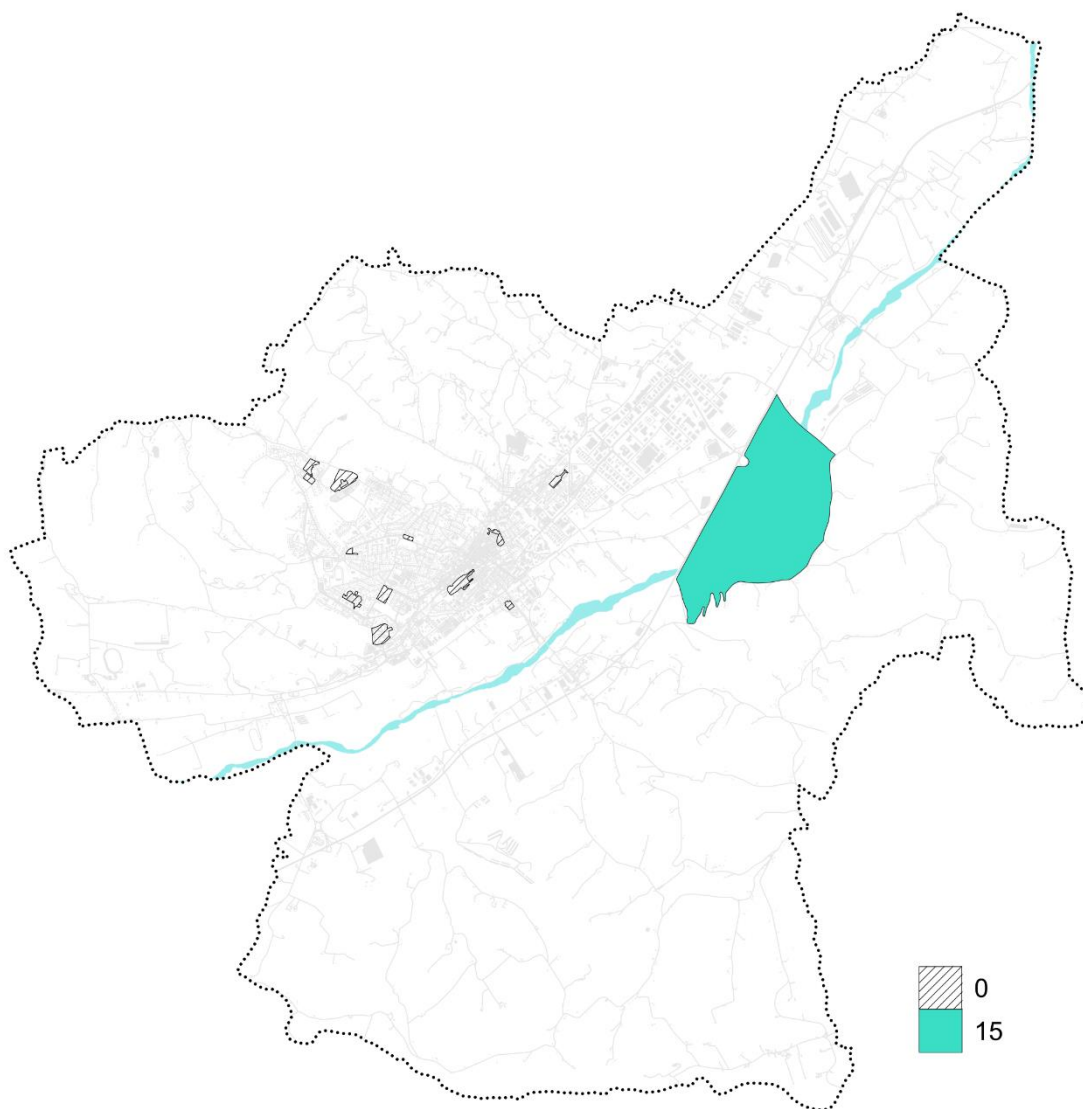


Figura 22 - Educazione, apprendimento, ispirazione

Valore estetico e patrimonio culturale

Gli ultimi servizi ecosistemici culturali analizzati sono quelli relativi al valore estetico.

Tabella 17 – Valore estetico e patrimonio culturale

ID	Parco	Recensioni dal 2020 (A)	Media valutazione (B)	Parole chiave	Indice di popolarità (IP = NA x B)
1	Parco del Cannocchiale	3	5	bello	11,45
3	Riserva Ripa Bianca	3	4	bello, fiume	9,16
4	Parco Del Ventaglio	5	2,8	alberi, bello, meraviglioso	9,40
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)	11	3,6	alberi, bello, fiori	18,00
6	Parco Enrico Mattei	5	3,2	alberi, bello	10,74
7	Parco Dell'Esedra	3	4	bello	9,16
8	Parco Del Vallato	5	3,8	bello	12,75
9	Parco Sacco E Vanzetti	1	5	alberi	5,00
10	Area Sgambatura Cani Jesi (Via Pietro Nenni)	1	4	panorama	4,00
12	Parco Giochi (Via Martin Luther King)	1	5	alberi	5,00

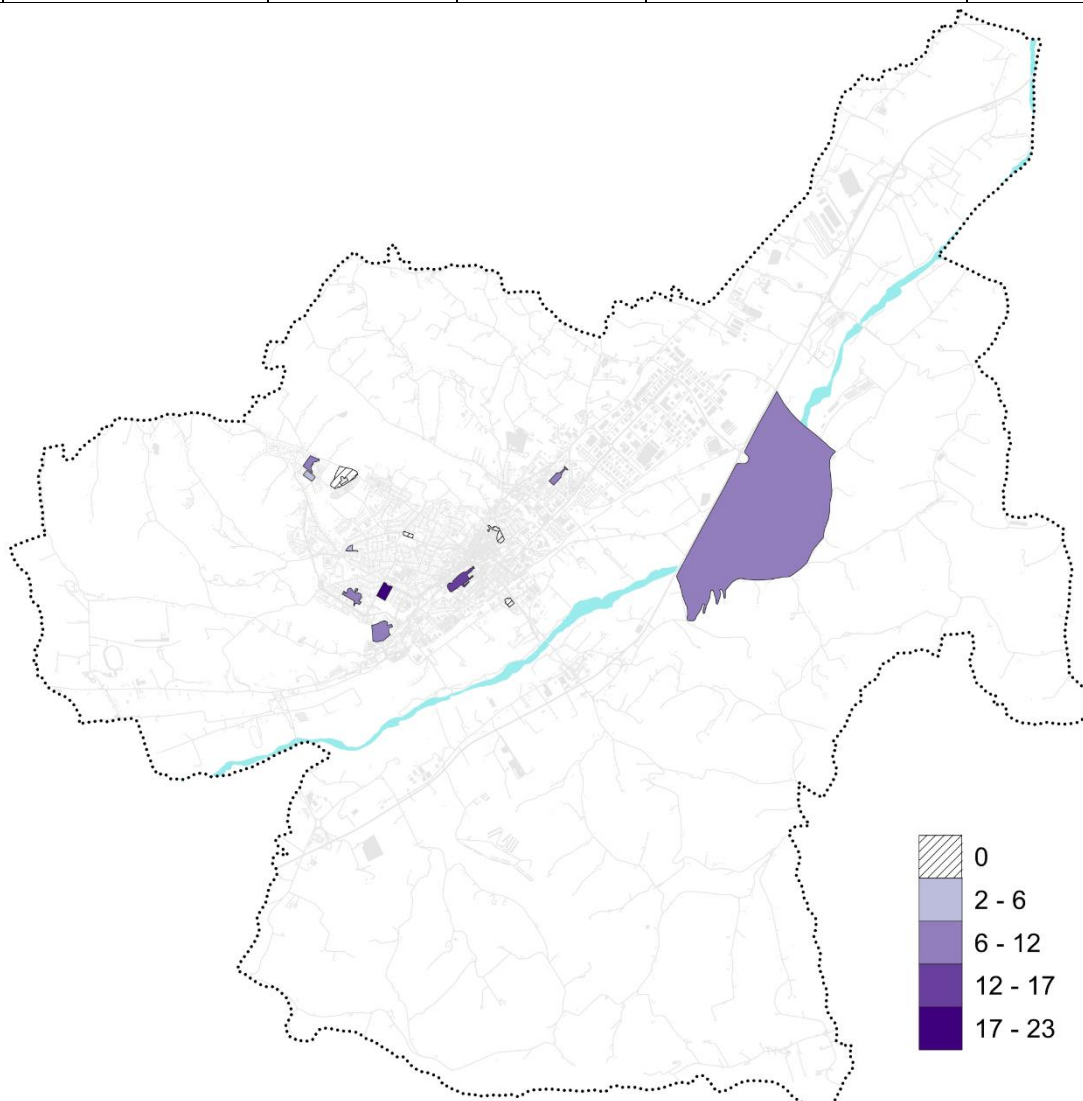


Figura 23 – Valore estetico e patrimonio culturale

Analisi della multifunzionalità

Infine, sono state elaborate due ulteriori tabelle, accompagnate da mappe tematiche, per analizzare la multifunzionalità dei parchi di Jesi, in particolare attraverso l'analisi della co-presenza dei quattro SE culturali e la somma dei relativi indici di popolarità.

La prima analisi misura la co-presenza dei servizi ecosistemici culturali e ne evidenzia la distribuzione e la varietà.

La seconda analisi misura la multifunzionalità in base alla somma degli indici di popolarità dei quattro servizi ecosistemici culturali.

Tabella 18 – Sintesi servizi ecosistemici culturali

ID	Parco	IP Generale	IP Ricreazione fisica	IP Relazioni sociali e coesione	IP Educazione, apprendimento e ispirazione	IP Valore estetico e patrimonio culturale	Somma degli indici di popolarità	Copresenza dei quattro SE culturali
1	Parco del Cannocchiale	13,48	16,04	5,78		11,45	33,28	3
2	Parco Del Verziere	5,55					0,00	0
3	Riserva Ripa Bianca	13,14		4,10	15	9,16	28,26	3
4	Parco Del Ventaglio	15,25	7,54	5,93		9,40	22,86	3
5	Giardini Pubblici (via Felice Cavallotti)	20,00	23,00	20,00		18,00	61,00	3
6	Parco Enrico Mattei	14,37	8,61	9,16		10,74	28,52	3
7	Parco Dell'Esedra	12,71	3,00	3,90		9,16	16,06	3
8	Parco Del Vallato	13,47	4,00	13,08		12,75	29,83	3
9	Parco Sacco E Vanzetti Già Le Carceri	2,90				5,00	5,00	1
10	Area Sgambatura Cani Jesi (Via Pietro Nenni)	8,74				4,00	4,00	1
11	Bosco Del Sanatorio Murri	2,50					0,00	0
12	Parco Giochi (Via Martin Luther King)	8,01				5,00	5,00	1
13	Giardini Degli Orti Pace	6,00					0,00	0
14	Area Sgambatura Per Cani (Via Papa Giovanni XXIII)	7,15					0,00	0

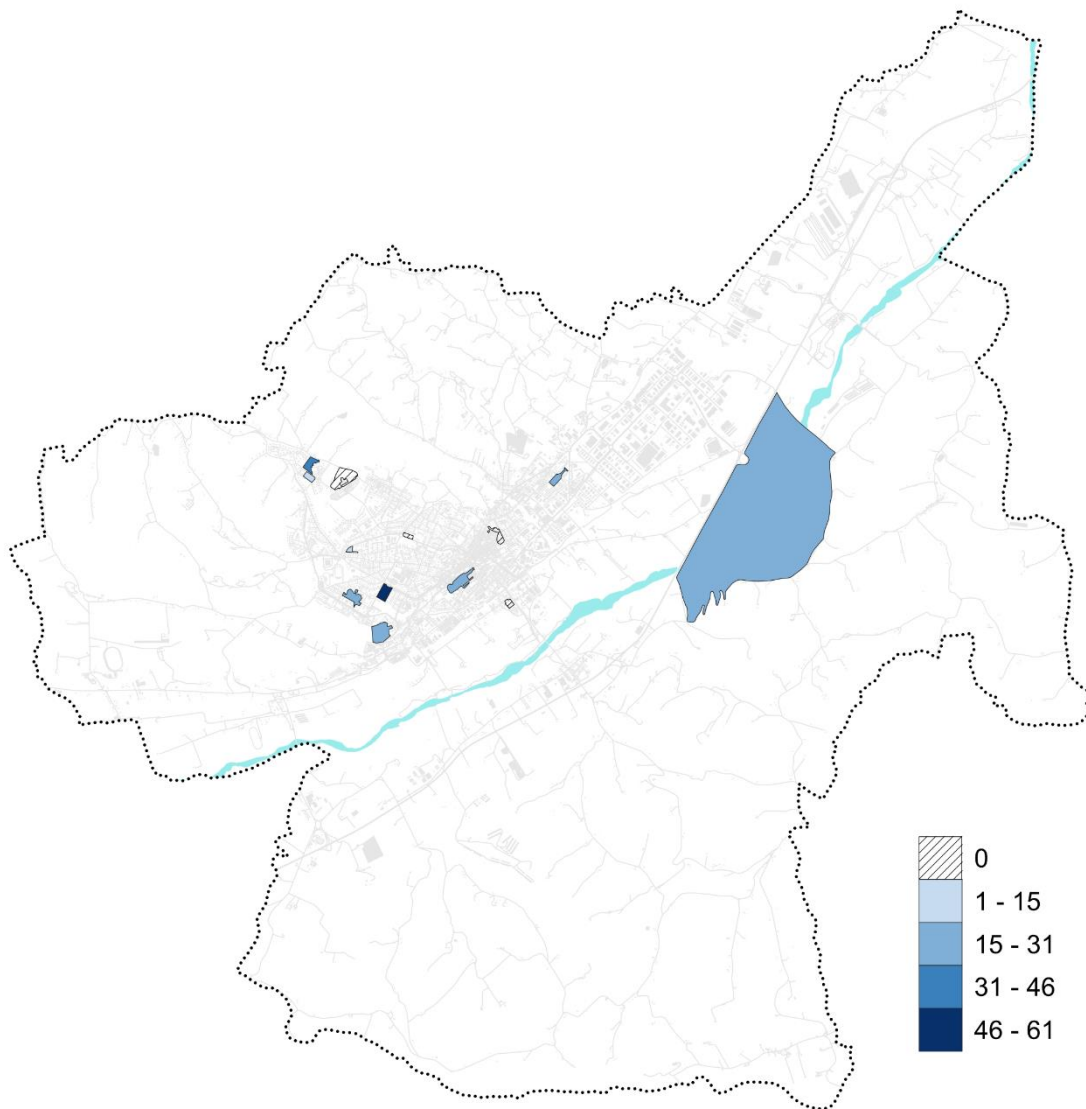


Figura 24 – Somma degli indici di popolarità

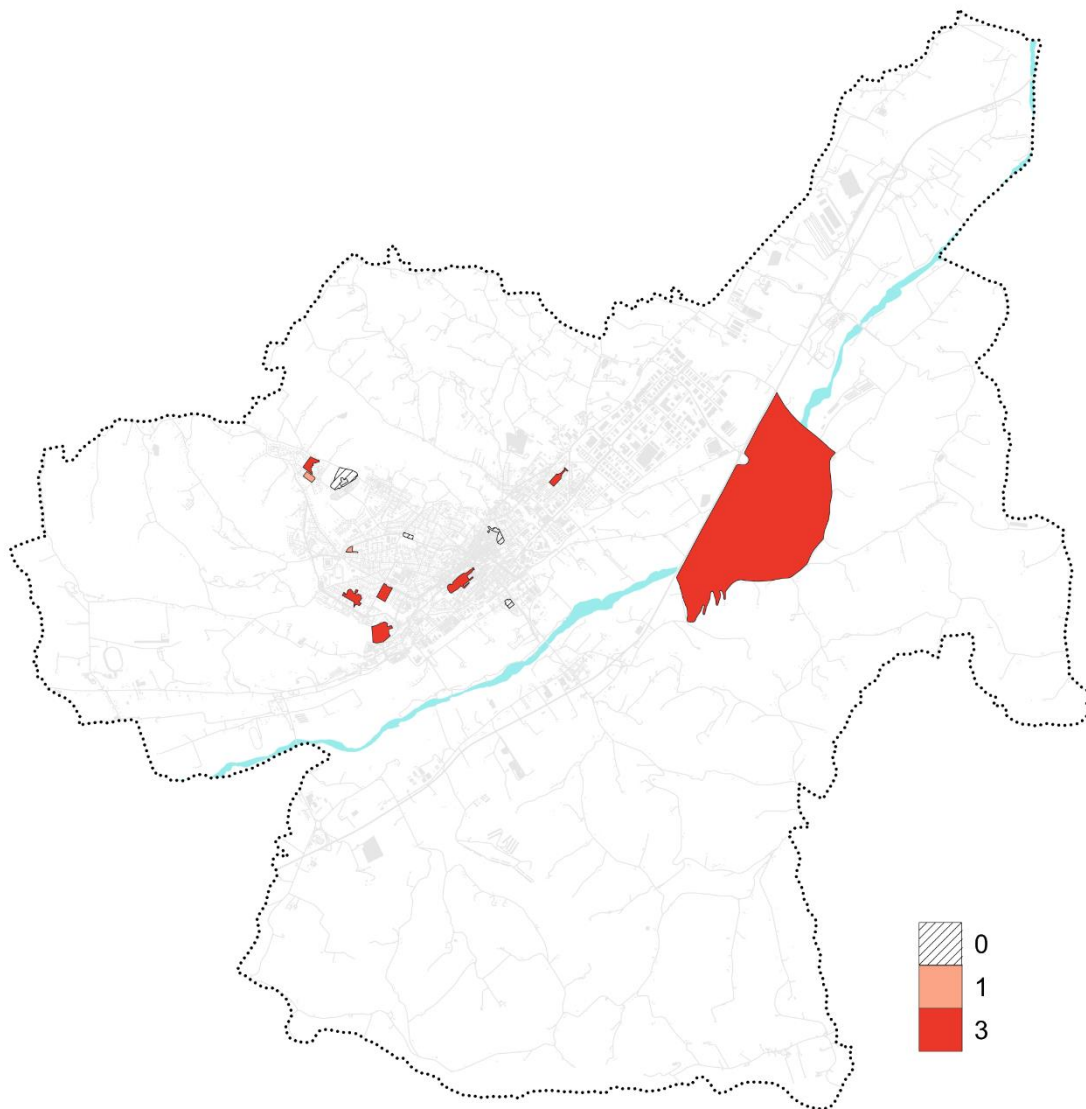


Figura 25 – Copresenza dei quattro SE culturali