

Citizen Science: cittadini e scienziati insieme per l'acqua.

Il ruolo della Citizen Science nella conoscenza e tutela degli ecosistemi d'acqua dolce

BRUNA GUMIERO^{1,2,4,5}, MARCO COSSU^{2,4}, FRANCESCO DI GRAZIA^{2,3,5},
ALESSIO POLVANI^{3,5}

¹Università di Bologna, ²Osservatorio Citizen Science, ³Università di Siena, ⁴ISPRA - NNB, ⁵NBFC

La Citizen Science (scienza partecipata) si afferma come uno strumento innovativo ed efficace per la raccolta di dati ambientali e per la promozione della consapevolezza ecologica tra i cittadini. Questo approccio, che unisce ricerca scientifica e partecipazione attiva della società civile, risulta particolarmente utile nel monitoraggio e nella gestione degli ecosistemi d'acqua dolce in collaborazione con le autorità preposte alla sorveglianza ufficiale. Il contributo dei cittadini nella raccolta e nell'analisi dei dati permette di estendere il raggio delle osservazioni scientifiche e di rafforzare il legame tra comunità e territorio. Il presente articolo illustra l'evoluzione della Citizen Science, il suo valore educativo e sociale, e il ruolo crescente che ricopre nelle politiche ambientali a livello europeo e nazionale. Viene inoltre approfondito il caso italiano, con esempi di buone pratiche, tra cui il ruolo dell'ISPRA, del Network Nazionale della Biodiversità e delle associazioni di settore. Infine, vengono presentate alcune metodologie applicate dagli autori in progetti di Citizen Science in ambienti di acqua dolce, evidenziando i benefici di un approccio partecipativo per la tutela della biodiversità e il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità.

La Citizen Science (scienza partecipata) rappresenta una forma innovativa di collaborazione tra cittadini, scienziati e istituzioni, volta a generare nuova conoscenza attraverso attività di ricerca e monitoraggio basate su evidenze scientifiche. Questo approccio non solo arricchisce il sapere scientifico, ma permette anche di sensibilizzare l'opinione pubblica su problematiche ambientali spesso trascurate. Tra i primi esempi significativi si possono citare la collaborazione globale di astronomi amatoriali per misurare la distanza della Terra dal

Sole nel progetto "Transit of Venus" del 1874 e il monitoraggio della migrazione degli uccelli attraverso l'*Audubon Christmas Bird Count* negli Stati Uniti, iniziato nel 1900 e ancora attivo oggi. Nel tempo la CS ha guadagnato sempre più attenzione in molteplici discipline scientifiche sia per il suo valore educativo, sia come metodo economico per raccogliere dati su ampie scale spaziali e temporali per scopi di ricerca e monitoraggio (When *et al.*, 2024). Negli ultimi due decenni, la Citizen Science ha conosciuto un notevole sviluppo, favorito da

due tendenze convergenti: da un lato, l'evoluzione della scienza accademica verso pratiche più aperte, trasparenti e inclusive; dall'altro, l'espansione delle tecnologie digitali e dei social network, che hanno potenziato l'interconnessione tra cittadini e comunità scientifica. Internet e smartphone sono diventati vere e proprie piattaforme operative per la CS, grazie alla diffusione di siti web e applicazioni mobili progettati per attività di elaborazione dati, in cui i partecipanti contribuiscono classificando e interpretando immagini, video e file audio (Bonney *et al.*, 2014). Tali strumenti offrono inoltre opportunità di collaborazione, permettendo ai cittadini di partecipare attivamente alla co-creazione di studi scientifici insieme a ricercatori professionisti (Newman *et al.*, 2012, Rubio-Iglesias *et al.*, 2020; Johnson *et al.*, 2021).

Affinché la Citizen Science possa adattarsi alla varietà di contesti sociali e scientifici in cui si applica, è fondamentale che resti flessibile, ma senza rinunciare a standard minimi di qualità. In particolare, è essenziale:

- i) utilizzare strumenti e metodologie validate, anche se rese più semplici e accessibili;
- ii) impostare un disegno sperimentale scientificamente solido;
- iii) garantire che i volontari possano raccogliere i dati in modo autonomo;
- iv) prevedere un controllo finale da parte di esperti, per assicurare l'affidabilità dei risultati.

Citizen Science: conoscenza, consapevolezza e partecipazione per il bene comune

Partecipare a progetti di Citizen Science, per i non esperti, significa contribuire concretamente alla raccolta e all'analisi dei dati, promuovendo così una cultura della responsabilità e dell'evidenza. I dati raccolti, infatti, diventano strumenti fondamentali per rafforzare le decisioni politiche e fornire ai cittadini un maggiore potere contrattuale. In questo senso, l'educazione ai dati diventa un pilastro per formare cittadini più consapevoli, informati e capaci di esercitare con efficacia i propri diritti. La Citizen Science è anche un'occasione di contatto diretto con la natura, che stimola la

consapevolezza ambientale, favorisce l'inclusività e incentiva un senso diffuso di appartenenza al proprio territorio. Prendersi cura dell'ambiente in cui viviamo non è solo un dovere, ma anche una necessità per garantire il benessere delle generazioni presenti e future. I benefici derivanti dalla scienza partecipata sono molteplici: scientifici, sociali, educativi, politici ed economici. La Citizen Science, infatti, aiuta a sviluppare una mentalità scientifica, incoraggia l'impegno collettivo nell'affrontare questioni complesse e produce dati affidabili su cui basare politiche pubbliche più efficaci. Come ricordava Piero Angela, "la democrazia non può basarsi sull'ignoranza dei problemi, perché uno dei suoi grandi obiettivi è proprio quello di rendere i cittadini responsabili e consapevoli, in modo che possano esercitare i loro diritti con consapevolezza." In questo contesto, cittadini più coinvolti e preparati saranno in grado di esigere dai decisori pubblici una gestione dell'ambiente più attenta, equa e sostenibile.

Un segnale importante in questa direzione è arrivato anche dalla Costituzione italiana, che dal 19 maggio 2021 ha modificato gli articoli 9 e 41, includendo la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni.

Nel suo lavoro del 2009 Rick Bonney ha descritto tre principali livelli di coinvolgimento dei cittadini nei progetti di Citizen Science.

1. Progetti Contributivi in cui i cittadini partecipano principalmente alla raccolta dei dati. Il progetto è ideato e guidato dagli scienziati, e i volontari forniscono osservazioni o misurazioni secondo protocolli stabiliti. È il modello più comune.

2. Progetti Collaborativi: i cittadini collaborano con i ricercatori non solo nella raccolta dei dati, ma anche in alcune fasi del progetto, come la definizione delle domande di ricerca, l'analisi dei dati, o la diffusione dei risultati. C'è maggiore interazione tra scienziati e partecipanti.

3. Progetti Co-creati: i cittadini sono coinvolti in tutte le fasi del progetto, dalla progettazione iniziale alla raccolta e analisi dei dati, fino alla pubblicazione e applicazione dei risultati. È un approccio altamente partecipativo e democratico, spesso orientato a questioni che riguardano direttamente le comunità coinvolte.



La Citizen Science in Europa e in Italia

La European Citizen Science Association (ECSA) con sede a Berlino e fondata nel 2013 (<https://ecsa.citizen-science.net>) è la principale rete europea per la Citizen Science. Riunisce ricercatori, cittadini, istituzioni e organizzazioni di tutta Europa per promuovere pratiche partecipative nella scienza. Ha elaborato i "10 principi della Citizen Science", un riferimento internazionale nel settore.

I Dieci Principi della Citizen Science, sviluppati da ECSA, delineano ciò che costituisce una buona pratica nella Citizen Science e sono: 1) Coinvolgimento attivo dei cittadini nella scienza. 2) Risultati scientifici autentici e concreti. 3) Benefici per tutti i soggetti coinvolti. 4) Partecipazione volontaria nel rispetto dei diritti e della privacy dei partecipanti. 5) Trasparenza e feedback. 6) I Citizen Scientist vengono riconosciuti nei risultati e nelle pubblicazioni dei progetti, in base al loro livello di partecipazione. 7) Dati e risultati sono resi pubblici ove possibile, nel rispetto della privacy e delle considerazioni etiche (dati aperti). 8) I progetti seguono gli standard etici e legali pertinenti, inclusi la protezione dei dati e l'etica della ricerca. 9) Qualità e convalida dei dati. 10) Valutazione e miglioramento.

ECSA svolge numerose attività tra le quali: conferenze, progetti di ricerca, policy advising, formazione, networking. Tra queste ECSA è anche uno dei coordinatori del progetto European Citizen Science (ECS) che ha l'obiettivo generale di ampliare e consolidare la comunità di Citizen Science in Europa attraverso attività di rafforzamento delle capacità e di sensibilizzazione, come la creazione di un'Accademia europea di CS e l'istituzione di una rete di 28 ambasciatori. ECS mira a creare una comunità di CS connessa a livello globale, inclusiva e consolidata per il cambiamento sociale in Europa. Negli ultimi anni, la CS è stata sempre più presa in considerazione nel quadro politico europeo (Robinson *et al.*, 2018, Shanley *et al.*, 2019), riconoscendo che può essere uno strumento prezioso non solo per la raccolta di dati, ma anche per promuovere l'inclusività e l'emancipazione della comunità e per trovare nuove soluzioni per affrontare le

sfide ambientali e sociali (Turbé *et al.*, 2019, Shanley *et al.*, 2019).

In Italia nel febbraio 2023 è nata la Citizen Science Italia ETS (CSI) (<https://www.citizen-science.it>), la prima associazione italiana interamente dedicata alla promozione e al coordinamento della CS nel nostro Paese i cui obiettivi principali sono: costruire una comunità nazionale in stretto contatto con la rete europea, valorizzare i progetti italiani, creare linee guida, supportare la formazione, promuovere l'interazione tra cittadini e ricercatori. L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) è un ente pubblico di ricerca che tra le molte attività promuove e coordina progetti di Citizen Science (CS), in particolare nei settori del monitoraggio ambientale, della biodiversità e della qualità dell'aria. Nel 2010, grazie a una collaborazione con il Ministero dell'Ambiente, ISPRA ha avviato il Network Nazionale della Biodiversità (NNB) (<https://www.nnb.isprambiente.it/it>), nato come strumento di supporto alla Strategia Nazionale per la Biodiversità 2030. Negli ultimi anni, l'infrastruttura del Network è stata progressivamente aperta anche a progetti di Citizen Science, offrendo una piattaforma per l'archiviazione e la condivisione dei dati raccolti dai cittadini. Il sistema, progettato per essere interoperabile, assicura l'accessibilità e la fruibilità delle informazioni da parte di ricercatori, enti gestori, decisori politici e cittadini interessati.

CS4RIVERS (<https://www.cs4rivers.unisi.it/>) è un progetto di citizen science in ecosistemi d'acqua dolce coordinato dall'Università di Siena responsabile dello Spoke 3 del National Biodiversity Future Center (<https://www.nbfc.it/>), un progetto finanziato dal PNRR che aggrega la ricerca scientifica nazionale di eccellenza e le moderne tecnologie per monitorare, preservare e ripristinare la biodiversità italiana e mediterranea al fine di contrastare l'impatto antropico, gli effetti dei cambiamenti climatici e di supportare i servizi ecosistemici in chiave sostenibile.

Infine, il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) (<https://www.cnr.it>) promuove la CS in diversi ambiti scientifici e organizza eventi e premi dedicati, come il Premio Nazionale di Citizen Science.



La Citizen Science negli ecosistemi acquatici

Nonostante i significativi progressi compiuti negli ultimi decenni, dati recenti indicano che circa il 45% dei fiumi europei è ancora soggetto a una combinazione di pressioni di origine antropica (Birk *et al.*, 2019). A ciò si aggiungono gli effetti dei cambiamenti climatici, che amplificano ulteriormente l'impatto delle attività umane, con conseguenze particolarmente gravi in aree vulnerabili come la regione mediterranea (Zaimes *et al.*, 2020).

Per migliorare lo stato ecologico dei corsi d'acqua europei e favorire una gestione sostenibile degli ecosistemi fluviali, è indispensabile un impegno condiviso da parte di istituzioni, decisori politici e società civile. In questo contesto, la Citizen Science rappresenta un campo in rapida crescita, capace di promuovere sinergie virtuose tra comunità scientifica, stakeholder e cittadini. Essa consente infatti di ampliare la scala e la portata dei programmi di monitoraggio ambientale, contribuendo a orientare le pratiche gestionali in modo più informato ed efficace (Newman *et al.*, 2012; Rubio-Iglesias *et al.*, 2020).

La Citizen Science può giocare un ruolo fondamentale nel supportare il raggiungimento degli obiettivi della Direttiva Quadro sulle Acque (WFD) dell'Unione Europea, così come degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) delle Nazioni Unite. Tra i suoi principali pun-

ti di forza vi è la capacità di colmare lacune informative nella gestione e nel monitoraggio degli ecosistemi acquatici, in particolare per quanto riguarda i corsi d'acqua minori, spesso esclusi dai programmi di sorveglianza ufficiali, e in ambienti marginali come le zone umide o i corridoi ripariali, frequentemente trascurati. Di seguito si riportano sinteticamente alcune delle metodologie sviluppate e/o utilizzate dagli autori in progetti di Citizen Science condotti in Italia in ambienti di acqua dolce (www.osservatoriocitizenscience.org).

La qualità delle acque: inquinamento inorganico. Il progetto FreshWater Watch

FreshWater Watch è un progetto di Citizen Science ideato nel 2012 da Earthwatch Europe nel Regno Unito, che coinvolge cittadini volontari nel monitoraggio della qualità delle acque dolci superficiali (fiumi, laghi e torrenti) su scala globale (<https://fww-earthw.hub.arcgis.com/>). Dopo un'adeguata formazione teorica e pratica condotta da esperti, i partecipanti utilizzano kit analitici a basso costo, testati e validati in laboratorio, per misurare parametri chiave come nitrati, fosfati e torbidità. Il metodo standardizzato adottato consente la comparabilità dei dati raccolti in contesti geografici e temporali differenti, favorendo analisi integrate (Bishop *et al.*, 2025). I nitrati e i

fosfati (azoto e fosforo) rientrano tra i parametri definiti dall'indicatore 6.3.2 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs), che misura la percentuale di corpi idrici superficiali con buona qualità ambientale. La raccolta dei dati avviene tramite l'app mobile *ArcGIS Survey123*, che guida l'utente nell'inserimento dei risultati, consente di caricare immagini del sito e rile-



Fig. 1 – A dx mappa dei siti di campionamento, nel bacino dell'Idice, con un riferimento qualitativo riferito al colore (rosso = scarsa; giallo = moderata; verde = buona). A sx numero di campioni, in ascissa, i cui valori di nitrati NO_3 in mg/l sono risultati compresi nei 7 intervalli riportati in ordinata.



Fig. 2 – Esempio degli strumenti che compongono il kit per il monitoraggio dell'*E. coli*. In alto sono presenti tre diversi prototipi di incubatore. In basso le piastre Compact Dry dell'HyServe per le colture dell'*E. coli*.

va automaticamente la posizione geografica del campionamento. Una volta completato il questionario digitale, i dati vengono caricati su una piattaforma online open-access, disponibile anche come mappa interattiva globale. Il sistema fornisce un riscontro immediato al cittadino, classificando la qualità dell'acqua del sito analizzato in tre livelli: "scarsa", "moderata" o "buona".

Ad aprile 2025, il progetto ha superato i 53.000 campionamenti in oltre 60 Paesi, coinvolgendo più di 20.000 volontari. In Italia sono stati effettuati oltre 2.300 campionamenti, concentrati principalmente nelle regioni Lazio, Toscana, Emilia-Romagna e Veneto (Fig. 1). Il Sud Italia, invece, risulta ancora non coperto, evidenziando le potenzialità di un'espansione futura.

FreshWater Watch può integrare i monitoraggi istituzionali, ampliandone la copertura spaziotemporale e fornendo dati utili per lo sviluppo di politiche ambientali più mirate. Sebbene i dati raccolti dai cittadini non abbiano valore ufficiale in senso stretto, rappresentano una risorsa strategica, soprattutto in contesti dove i monitoraggi istituzionali sono assenti o

discontinui. In molti Paesi si registra un crescente interesse da parte degli enti pubblici verso l'inclusione dei dati partecipativi nelle valutazioni ambientali formali. Oltre al valore scientifico, il progetto ha una forte valenza educativa, promuovendo la partecipazione attiva dei cittadini nella tutela delle risorse idriche. Il coinvolgimento di scuole, università e organizzazioni locali contribuisce a sviluppare una cultura della sostenibilità fondata su evidenze concrete. Per il futuro, le principali sfide riguardano l'ampliamento della copertura territoriale, il rafforzamento delle comunità di *citizen science* nei Paesi del Sud globale, e l'integrazione di tecnologie emergenti come sensori in tempo reale e algoritmi di analisi predittiva. Nel bacino dell'Idice, tra il 2019 e l'aprile 2025, sono stati raccolti circa 700 campioni d'acqua, in cui sono stati misurati nitrati, fosfati e torbidità, oltre alla compilazione di schede descrittive dei siti di campionamento. I prelievi sono stati effettuati in circa 25 stazioni distribuite lungo i tre principali corsi d'acqua del bacino: Idice, Savena e Zena (Fig. 1).

La qualità delle acque: analisi microbiologiche (*Escherichia coli*)

In Italia, dall'abrogazione del D. Lgs. 152/1999, l'inquinamento fecale non è più incluso tra i parametri utilizzati per valutare lo stato ecologico dei corsi d'acqua. Ciò rende difficile ottenere un quadro completo della presenza di contaminazioni fecali nelle acque interne. In Emilia-Romagna, come nella maggior parte del territorio nazionale, le acque interne non sono generalmente sottoposte a certificazione per la balneazione, salvo specifiche richieste. Di conseguenza, nella maggior parte dei fiumi e dei laghi della regione non viene effettuato il monitoraggio destinato alla tutela della salute dei bagnanti, che include anche l'analisi per la presenza di *Escherichia coli* (ARPAE, 2018). *E. coli* è un batterio comunemente presente nell'intestino di esseri umani e animali. Sebbene la maggior parte dei ceppi sia innocua, la sua presenza nelle acque superficiali rappresenta un chiaro indicatore di contaminazione fecale e, quindi, di potenziale rischio sanitario. Per colmare le lacune informative sulle con-



centrazioni di patogeni nelle acque interne, sono state sviluppate e rafforzate metodologie di monitoraggio partecipativo, attraverso progetti di Citizen Science focalizzati sull'inquinamento da *E. coli*.

Il kit utilizzato per il monitoraggio da parte dei cittadini (Fig. 2) impiega piastre Compact Dry EC della

HyServe, che utilizzano un terreno cromo-geno per la coltura delle colonie batteriche. Le piastre dopo essere state inoculate con 1 ml di campione, vengono quindi incubate per 24 ± 4 ore a 36 ± 2 °C. Per rendere il processo replicabile in modo semplice, è stato realizzato un incubatore artigianale utilizzando una scatola di cartone (o di polistirolo) rivestita internamente con pellicola di alluminio e dotata di una lampada riscaldante. Durante l'incubazione, eventuali colonie batteriche crescono assumendo un colore blu facilmente riconoscibile e possono essere contate a occhio nudo. Questa metodologia è nata da una richiesta di un'amministrazione comunale interessata a valutare l'impatto ambientale degli scolmatori fognari presenti nei corsi d'acqua del proprio territorio, con l'obiettivo parallelo di avviare un progetto partecipativo con la cittadinanza. I test e la validazione del metodo si sono svolti tra giugno 2019 e gennaio 2021 nell'ambito di due tesi magistrali del corso in Scienze e Gestione della Natura dell'Università di Bologna (Anna Kamila Jedrusiack, Alex Conti). Le analisi, coordinate dalla Dr.ssa Sandra Cristino nei laboratori di microbiologia ambientale e biologia molecolare dell'UNIBO, hanno messo a confronto il metodo semplificato di Citizen Science con quello ufficiale, evidenziando una correlazione dell'87% tra i risultati (Gumiero *et al.*, 2025, *submitted*).

Dal 2021, numerosi cittadini sono stati formati per effettuare il monitoraggio del torrente Idice, nei comuni di San Lazzaro di Savena e Budrio (BO). Il metodo, validato in Emilia-Romagna, è stato successivamente adotta-

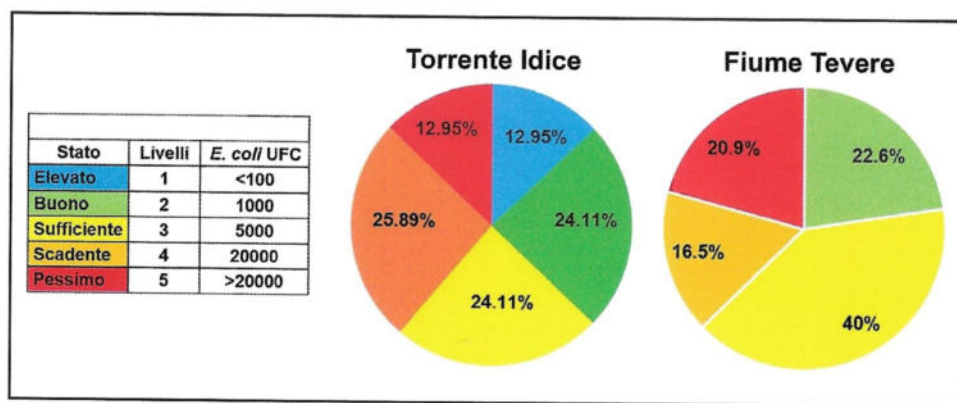


Fig. 3 – Distribuzione dei valori di *E. coli*, nelle 5 classi di qualità previste dal LIM, del torrente Idice a dx e del fiume Tevere a sx.

to anche in altre aree italiane, tra cui il fiume Marzenego in Veneto, il Tevere a Roma e i territori di Parma e Reggio Emilia.

Di seguito si riporta una sintesi dei dati raccolti in due di questi progetti, con i risultati classificati secondo le cinque classi di qualità utilizzate in passato per il calcolo del LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori) (Fig. 3). Attualmente, il limite per la balneabilità delle acque dolci è fissato a 1.000 UFC.

- **Torrente Idice (Emilia-Romagna):** tra ottobre 2021 e dicembre 2024 sono stati effettuati circa 224 campionamenti. Solo il 37% dei campioni rientra nei limiti previsti per la balneazione, mentre il 13% presenta concentrazioni superiori a 20.000 UFC e rientra nella classe di qualità V, definita "pessima".

- **Fiume Tevere (Roma):** nel 2022, l'associazione ASUD ha coordinato un monitoraggio su otto siti lungo il fiume Tevere, con circa 115 campioni analizzati. I risultati mostrano che solo il 22% dei campioni è conforme ai valori di balneabilità, mentre il 21% ricade nella classe di qualità V ("pessima").

Questi dati dimostrano come la Citizen Science possa rappresentare uno strumento efficace per colmare le lacune informative nei monitoraggi ufficiali e contribuire alla valutazione del rischio sanitario legato alla balneazione nei corsi d'acqua. Il coinvolgimento attivo dei cittadini ha già prodotto risultati significativi e offre prospettive concrete per una gestione più partecipata delle risorse idriche. Sono in corso iniziative per avviare collaborazioni dirette con le agenzie ambientali, con l'obiettivo di integrare stabilmente queste pratiche nei

sistemi di controllo dell'inquinamento fecale con il monitoraggio dell'*E. coli*.

La Vegetazione Riparia: il progetto RiVe

Il Progetto RiVe, sviluppato nell'ambito del Network Nazionale della Biodiversità e dell'Osservatorio di Citizen Science, mira al monitoraggio partecipato del bosco ripario, coinvolgendo direttamente i cittadini nella raccolta di dati sulla vegetazione (Gumiero *et al.* 2024).

L'obiettivo è sensibilizzare la comunità sull'importanza ecologica di questi ambienti e sul loro ruolo nella conservazione degli ecosistemi fluviali. Grazie all'esperienza accumulata e alla crescente partecipazione, il progetto ha portato allo sviluppo di una metodologia standardizzata utile per una gestione sostenibile del territorio. La vegetazione riparia è fondamentale per la stabilità degli ecosistemi fluviali: stabilizza le sponde, depura le acque, modula i regimi idraulici e fornisce habitat a numerose specie. Tuttavia, questi ambienti sono sempre più minacciati da attività umane, cambiamenti climatici e specie invasive, rendendo essenziale un monitoraggio costante.

RiVe adotta un protocollo operativo semplice ma rigoroso, articolato in tre fasi: formazione, raccolta dati e analisi. I volontari ricevono nozioni sull'importanza ecologica del bosco ripario e istruzioni per identificare dodici specie vegetali "target", scelte per rappresentare diverse condizioni ecologiche, tra cui specie igrofile, mesofile e invasive. La raccolta avviene delimitando un'area ("plot") in cui si rilevano dati sulla naturalità delle sponde, presenza di alberi morti, altezza e struttura della vegetazione, oltre alla copertura delle specie target. Le informazioni vengono registrate su schede cartacee o tramite l'app RiVe, basata su ODK Collect, che funziona anche offline.

I dati raccolti permettono di calcolare l'Indice RiVe, un indicatore sintetico dello stato ecologico del bosco ripario basato su sei parametri, tra cui naturalità dell'alveo, complessità strutturale e livello di invasività, analizzati su due strati vegetativi (sopra i 3 m e tra 1 e 3 m). Il parametro relativo alle specie invasive, oltre a contribuire all'indice complessivo, è utile per valutazioni specifiche sulla loro diffusione. Il valore finale dell'indice consente di classificare il bosco ripario in cinque classi di qualità ecologica, aiutando a individuare le aree che necessitano di interventi di conservazione o

riqualificazione.

Nonostante la sua importanza, la vegetazione riparia è spesso trascurata nei monitoraggi istituzionali, che privilegiano altri parametri. In questo contesto, RiVe si propone come uno strumento strategico per colmare questa lacuna, integrando partecipazione pubblica e rigore scientifico.

Un esempio applicativo è rappresentato da un monitoraggio condotto lungo il torrente Idice, in due tesi magistrali (Francesco De Mat-

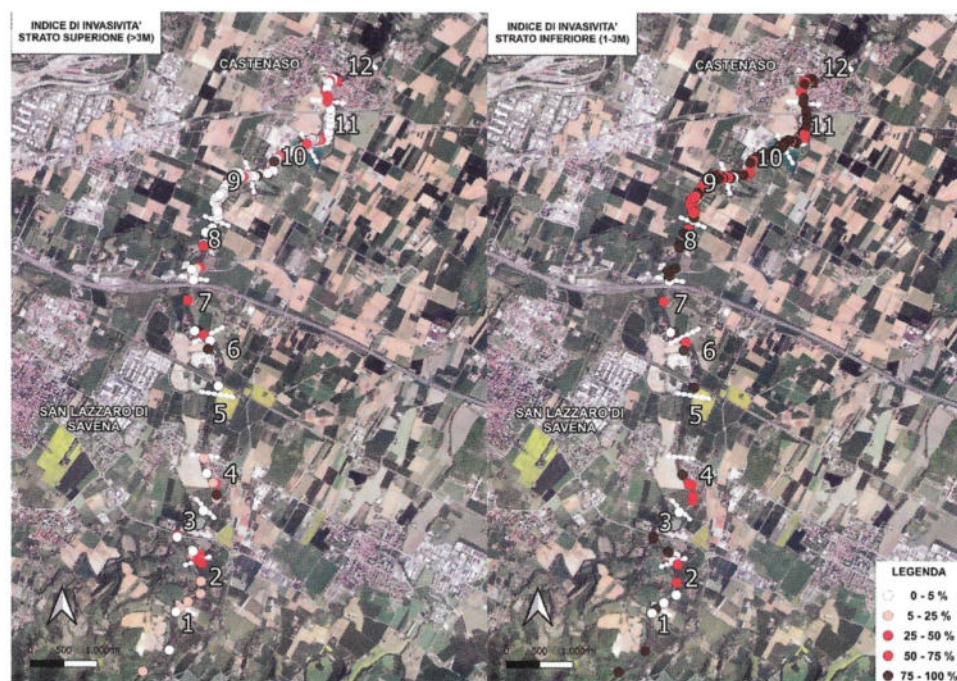


Fig. 4 – Indice di invasività suddiviso in 4 classi a sx calcolato nello strato superiore e a 3 metri a dx nello strato compreso tra 1 e 3 m.



teis - BIGEA-UNIBO; Marco Cossu - UNIPR) in collaborazione con i cittadini locali. I risultati del calcolo dell'Indice di Invasività mostrano significative differenze tra i due strati vegetativi che possono essere attribuite a vari fattori: abbassamento della falda per incisione dell'alveo, gestione inadeguata e uso agricolo intensivo del suolo circostante, che favorisce le specie invasive. Queste dinamiche confermano la complessità dell'equilibrio ecologico lungo il torrente Idice e l'importanza di strategie gestionali mirate a favorire le specie igrofile, contenere le invasive e promuovere un mosaico vegetativo funzionale alla biodiversità e alla resilienza degli ecosistemi.

Monitorare i fiumi grazie agli invertebrati: la scienza partecipata al servizio dell'ambiente

Il biomonitoraggio è una tecnica utilizzata per valutare lo stato di salute di un corpo idrico attraverso l'osservazione diretta degli organismi che vi abitano. Tra questi, i più utilizzati sono gli invertebrati acquatici, in particolare i macroinvertebrati bentonici, ovvero quegli organismi che vivono sul fondo dei corsi d'acqua. La loro presenza o assenza, così come la distribuzione dei diversi gruppi tassonomici, offre preziose informazioni sulla qualità ambientale del fiume. I macroinvertebrati rappresentano eccellenti bioindicatori: sono sensibili ai cambiamenti delle condizioni ambientali e reagiscono a vari fattori come le alterazioni fisiche degli alvei e all'inquinamento delle acque. Inoltre, svolgono un ruolo chiave nei processi ecologici dei fiumi, come la decomposizione della materia organica e la regolazione delle reti trofiche.

Fin dal 1992, questi organismi sono stati inseriti nella normativa italiana sul monitoraggio ambientale attraverso l'Indice Biotico Esteso (IBE), un metodo qualitativo che classifica i corpi idrici sulla base della composizione delle comunità di macroinvertebrati. Sebbene oggi la Direttiva Quadro Europea sulle Acque impieghi metodi quantitativi come lo STAR_ICMi, l'IBE resta uno strumento fondamentale in contesti di monitoraggio ambientale, esterni al monitoraggio ufficiale, come ad esem-

pio nella VIA.

All'interno del progetto CS4RIVERS, promosso da NBFC (National Biodiversity Future Center), si sta sviluppando una metodologia adatta alla Citizen Science, basata proprio sull'Indice Biotico semplificato IBS. L'obiettivo è coinvolgere cittadini volontari nel monitoraggio dei macroinvertebrati fluviali, fornendo strumenti accessibili e formazione adeguata a garantire l'affidabilità dei dati raccolti.

Una fase cruciale del progetto è dedicata alla validazione scientifica: esperti e volontari collaborano strettamente per garantire la qualità dei dati attraverso l'analisi fotografica dei gruppi tassonomici identificati.

Le attività di controllo della qualità dei dati sono attualmente in corso nei bacini dell'Ombro-ne (nell'ambito della tesi di dottorato di Chiara Vitillo, Università di Siena) e dell'Idice (tirocini di Lola Neuert e Alessandro Rustignoli del BIGEA), rappresentando un esempio concreto di come la collaborazione tra scienza e cittadinanza possa favorire la tutela dei nostri ecosistemi fluviali.

Lecture

- BIRK S., BONNE W., BORJA Á., BRUCET S., COURRAT A., POIKANE S., ... & HERING D. (2019). *Impacts of multiple stressors on freshwater biota across spatial scales and ecosystems*. "Nature Ecology & Evolution", 4(8), 1060-1068. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0901-1>
- BISHOP I., BOLDRINI A., CLYMANS W., HALL C., MOORHOUSE H., PARKINSON S., SCOTT-SOMME K., THORNHILL I. & LOISELLE S. (2025). *FreshWater Watch: Investigating the Health of Freshwater Ecosystems, from the Bottom Up*. "Citizen Science: Theory and Practice", 10(1), 2.
- BONNEY R., SHIRK J.L., PHILLIPS T.B., WIGGINS A., BALLARD H.L., MILLER-RUSHING A.J., PARRISH J.K. (2014). *Next steps for citizen science*. "Science", 343(6178), 1436-1437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- EUROPEAN CITIZEN SCIENCE ASSOCIATION (ECSA). (2015). *Ten Principles of Citizen Science*. Retrieved from <https://ecsacitizen-science.net>
- GUMIERO B., COSSU M., DI GRAZIA F., CASALI A., DI STEFANO C. (2024). *Remote Sensing and Citizen Science: possible combination for monitoring the riparian forest*. "Reticula". ISSN 2283-9232
- GUMIERO B., DE MATTEIS F.M., DI STEFANO C., RODRIGUEZ-



- GONZÁLEZ P.M., DUFOUR S., DI GRAZIA F., ... & GONZALES DEL TANAGO M. *Monitoring Riparian Vegetation: Toward a Citizen Science Approach*. Available at SSRN 4663192.
- JOHNSON M.F., HANNAH C., ACTON L., POPOVICI R., KARANTH K.K., WEINTHAL E. (2021). *From science to action: principles for undertaking environmental citizen science*. "Global Environmental Change", 66, 102200. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102200>
- NEWMAN G., WIGGINS A., CRALL A., GRAHAM E., NEWMAN S., CROWSTON K. (2012). *The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms*. "Frontiers in Ecology and the Environment", 10(6), 298–304. <https://doi.org/10.1890/110294>
- ROBINSON L.D., CAWTHRAY J.L., WEST S.E., BONN A., ANSINE J. (2018). *Ten principles of citizen science*. In K. Vohland et al. (Eds.), *In The Science of Citizen Science*. Springer.
- RUBIO-IGLESIAS A., LOBERA J., GÓMEZ A. (2020). *Bringing science closer to society: the role of citizen science*. *Sustainability*, 12(19), 8059. <https://doi.org/10.3390/su12198059>
- SHANLEY L.A., LÓPEZ B.C. (2019). *Policy perspectives on citizen science and public participation in science*. In *The Science of Citizen Science* (pp. 465–482). Springer.
- TURBÉ A., BARBA J., PELACHO M., MUGDAL S., ROBINSON L.D., SERRANO-SANZ F., ... & GARCIA C. (2019). *Understanding the citizen science landscape in Europe*. European Commission, EUR 29810 EN. <https://doi.org/10.2760/049253>
- WEHN U., AJATES R., MANDEVILLE C., SOMERWILL L., KRAGH G., HAKLAY M. (2024). *Opening Science To Society: How To Progress Societal Engagement Into (Open) Science Policies*. "Royal Society Open Science", 11(5), 231309.
- ZAIMES G.N., GOINARI S., IAKOVOGLOU V., EMMANOULOUDIS D., ZOUMIDES C. (2020). *Climate change impacts on the Mediterranean river ecosystems: A review*. "Water", 12(11), 3135. <https://doi.org/10.3390/w12113135>

Contatto autori: bruna.gumiero@unibo.it

