

## Nuovi strumenti di Citizen Science per il monitoraggio delle acque dei laghi: il progetto SIMILE

Maria Antonia Brovelli<sup>1</sup>, Carlo Andrea Biraghi<sup>1</sup>, Gorica Bratic<sup>1</sup>, Daniela Carrion<sup>1</sup>,  
Edoardo Pessina<sup>1</sup>, Alberto Vavassori<sup>1</sup>, Giorgio Zamboni<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Polo Territoriale di Lecco (maria.brovelli; carloandrea.biraghi; gorica.bratic; daniela.carrion; edoardo.pessina; alberto.vavassori; giorgio.zamboni)@polimi.it

**Abstract.** SIMILE (Sistema di Monitoraggio Integrato per la conoscenza, tutela e valorizzazione dei Laghi subalpini e dei loro Ecosistemi) è un progetto Interreg Italia-Svizzera dedicato alla cooperazione transfrontaliera nella gestione degli strumenti di monitoraggio della qualità della risorsa idrica lacustre.

Al progetto collaborano sia di enti di ricerca (Politecnico di Milano, CNR IREA, Scuola Universitaria Superiore della Svizzera Italiana) che l'Unità Operativa Risorse Idriche della Direzione Generale Ambiente Energia e Sviluppo Sostenibile di Regione Lombardia e il Dipartimento del territorio / Divisione dell'ambiente del Canton Ticino.

Il progetto si propone di introdurre modelli e metodi di monitoraggio condivisi e basati su nuove tecniche geoinformatiche. Uno degli aspetti di interesse degli ultimi anni è stata la valorizzazione del contributo dei cittadini alla gestione della raccolta delle osservazioni per la valutazione dello stato dell'ambiente. Questa nuova disciplina, che prende il nome di Citizen Science (La Scienza dei Cittadini), viene applicata anche nel caso del progetto SIMILE.

L'articolo descrive gli strumenti che sono stati sviluppati dal gruppo di lavoro del Politecnico di Milano per applicare questa nuova modalità di monitoraggio al caso del progetto SIMILE.

**Parole chiave:** Monitoraggio, qualità acque interne, Citizen Science.

### 1 Introduzione

SIMILE (Sistema di Monitoraggio Integrato per la conoscenza, tutela e valorizzazione dei Laghi subalpini e dei loro Ecosistemi) è un progetto Interreg Italia-Svizzera che si prefigge di migliorare la collaborazione, il coordinamento e l'integrazione tra Amministrazioni e portatori di interesse per rafforzare la governance transfrontaliera dell'area e migliorare i processi di partecipazione degli stakeholders e della società civile nella gestione della qualità della risorsa idrica lacustre [1]. Il progetto è in linea con l'obiettivo generale della strategia europea per la Regione Alpina di promuovere lo sviluppo sostenibile e la prosperità sociale attraverso una crescita attenta alla tutela dell'ambiente e al mantenimento di ecosistemi sani ed in equilibrio e con i target dell'SDG 6 (Garantire la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi

igienico-sanitari per tutti), in particolare quelli che riguardano la cooperazione transfrontaliera (6.5) e la partecipazione delle comunità locali al miglioramento della gestione dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari (6.b).

Il progetto vede la partecipazione sia di enti di ricerca (Politecnico di Milano, CNR IREA, Scuola Universitaria Superiore della Svizzera Italiana) che di amministrazioni, rappresentate dalla Regione Lombardia e dal Canton Ticino. La qualità delle loro acque dei laghi insubrici e dei loro ecosistemi è un elemento chiave sia in termini di fruizione ricreativa e turistica che di utilizzo della risorsa per uso agricolo e domestico.

Lo sviluppo scientifico e tecnologico ha reso disponibile negli ultimi anni strumenti che consentono di monitorare lo stato delle acque in modo più efficiente. In quest'ambito la geomatica sta giocando un ruolo rilevante. SIMILE si propone di adottare diversi strumenti, integrando le loro osservazioni in una geoportale di business intelligence che consenta alle amministrazioni delle decisioni più consapevoli e basate sull'evidenza scientifica dello stato delle acque. Questi strumenti comprendono sensori low cost che misurano in continuo e sono gestiti mediante interfacce OGC SOS (Open Geospatial Consortium Sensor Observation Service), dati satellitari aperti e gratuiti (ad es. quelli dei satelliti Sentinel dell'Agenzia Spaziale Europea) e dati forniti dai cittadini con un approccio "Citizen Science".

La presente comunicazione si concentra sugli strumenti che sono stati creati nell'ambito del progetto per il coinvolgimento dei cittadini nel monitoraggio e per la validazione dei dati acquisiti da parte delle amministrazioni. Ovviamente la Citizen Science ha una valenza molto più estesa, che qui non sarà affrontata, che non la semplice contribuzione nella raccolta dei dati e coinvolge aspetti educativi e di avvicinamento dei cittadini alle problematiche della gestione della risorsa affrontate dalla componente istituzionale [2,3,4,5,6].

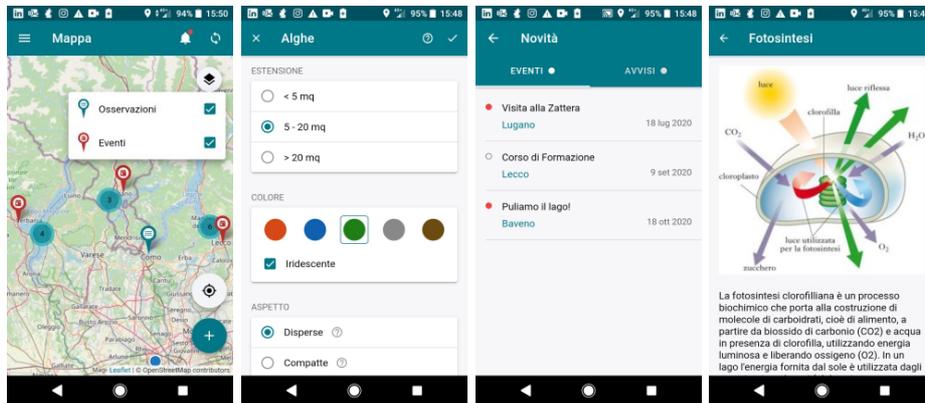
Un aspetto rilevante è ad esempio quello del coinvolgimento dei cittadini, per il quale si rimanda a [7,8].

## **2 L'applicazione mobile SIMILE**

Il primo strumento è un'applicazione mobile cross-platform open source chiamata "SIMILE – Monitoraggio Laghi". È stata sviluppata, dopo un'accurata analisi di strumenti esistenti [9], dal Politecnico di Milano con il supporto del Water Research Institute del CNR (IRSA), di Arpa Lombardia e dei futuri utilizzatori, i cittadini. L'applicazione è pensata per consentire ai cittadini di partecipare al monitoraggio del lago, per restare informati sullo stato delle sue acque e per sensibilizzare rispetto alle tematiche ambientali [10,11].

L'applicazione si apre su una mappa centrata sulla posizione dell'utente e mostra tutti i contenuti caricati da lui e dagli altri utenti (Figura 1A). Permette di condividere osservazioni sullo stato del lago (Alghe Figura 1B, schiume, chiazze oleose, rifiuti, odori, scarichi, fauna), misurare la qualità delle sue acque per aiutare la ricerca (trasparenza, temperatura, pH, ossigeno, batteri), partecipare a eventi di formazione e sensibilizzazione per assumere comportamenti consapevoli (come ad esempio clean-

up, seminari, workshop, etc. Figura 1C) e imparare a conoscere meglio l'ambiente del lago e gli organismi che lo abitano (attraverso un glossario, Figura 1D).



**Fig. 1** Schermate dell'applicazione mobile. A) Mappa e Home page; B) Pagina di dettaglio per l'inserimento di un'osservazione; C) Sezione Novità, Eventi e Avvisi; D) Voce del Glossario

Se si nota la presenza di qualcosa di insolito o si vuole misurare uno dei parametri che indica la qualità delle acque, si può aggiungere una nuova osservazione alla mappa. Un'osservazione è costituita da un'immagine georiferita accompagnata da una serie di attributi, selezionabili tra le voci in elenco. Ogni voce ha una pagina dedicata che consente di fornire informazioni più precise e un tasto di aiuto che guida l'utente alla scoperta dei concetti con cui potrebbe avere poca familiarità fornendo dettagli aggiuntivi. Questo tipo di contributo può essere creato da utenti senza alcun tipo di esperienza e non richiede strumenti aggiuntivi rispetto allo smartphone.

Per inserire delle misure invece, servono alcuni strumenti come, ad esempio, il disco di secchi per la trasparenza o un termometro per la temperatura. Questa funzionalità, aperta a tutti, consente a chi già si occupa del monitoraggio di condividere in tempo reale i risultati del proprio lavoro attraverso uno strumento semplice e veloce. Una volta riempiti tutti i campi che riteniamo necessari possiamo inviare il tutto rendendo la nostra osservazione visibile sulla mappa a tutti gli altri utenti.

In caso di situazioni sia particolarmente gravi, l'app consente di contattare le autorità competenti attraverso i loro canali ufficiali e aiutarle nella valutazione del fenomeno accompagnando alla segnalazione ufficiale il contenuto dell'osservazione, comunque condivisa. Le informazioni fornite possono essere utili per una prevalutazione del problema.

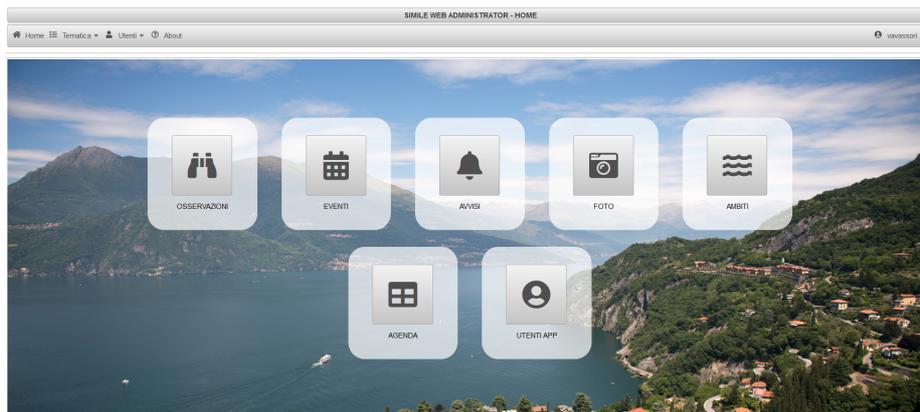
L'applicazione svolge anche il ruolo di aggregatore delle iniziative legate al Lago. Enti pubblici e privati, previa registrazione, possono infatti promuovere al suo interno eventi affini alle tematiche del progetto rivolgendosi in modo diretto a tutti gli utilizzatori dell'app. Gli eventi caricati sono visibili nell'omonima sezione, accessibile dal menu principale e da un'icona col simbolo di una campanella, ma anche sulla mappa stessa. Nella stessa sezione si trovano anche gli avvisi, comunicazioni importanti fornite dai partner di progetto o dalle autorità competenti di questioni ambientali.

Questa possibilità può essere molto utile in caso di allerte meteo o di altra natura in quanto rappresenta un mezzo di comunicazione estremamente rapido.

La copertura dell'app potrà essere ampliata in futuro per contribuire al monitoraggio di altri laghi.

### 3 L'interfaccia di Amministrazione

Le informazioni fornite dai cittadini attraverso l'App appena descritta vengono raccolte e gestite tramite un apposito applicativo Web sviluppato nell'ambito del progetto SIMILE. L'interfaccia di amministrazione dell'applicativo permette la visualizzazione, l'inserimento, la cancellazione e la modifica dei dati messi a disposizione da parte degli utenti in modo semplice e intuitivo. I due strumenti sono sincronizzati, pertanto le modifiche effettuate sulla banca dati attraverso l'interfaccia Web sono visibili anche attraverso l'App e viceversa le informazioni fornite attraverso l'App sono visibili (ed editabili) attraverso l'applicativo Web. La Figura 2 mostra la home page dell'interfaccia di amministrazione.



**Fig. 2** Home page dell'interfaccia di amministrazione. Ogni pulsante permette di accedere ad un ambito con funzionalità specifiche.

Attraverso la home page dell'interfaccia Web è possibile accedere rapidamente a tutte le funzionalità disponibili attraverso una serie di pulsanti, ciascuno dedicato a una tematica specifica. La caratteristica principale dell'applicativo consiste nel fatto che i dati di ciascuna tematica sono rappresentati sia in formato tabellare sia tramite una rappresentazione cartografica; pertanto è possibile visualizzare la localizzazione dei dati e delle informazioni di carattere geospaziale. In particolare, le osservazioni possono essere visualizzate singolarmente oppure raggruppate in cluster; inoltre, è possibile abilitare o disabilitare la visualizzazione degli strati informativi che compongono la mappa.

Le tematiche a cui è possibile accedere attraverso l'applicativo Web sono le medesime già descritte per l'App. In generale, l'autenticazione in qualità di

amministratore all'applicativo permette di effettuare alcune operazioni di editing sulla banca dati, ad esempio cancellare oppure modificare osservazioni già inserite, nonché migliorare la geolocalizzazione dei dati. I dati cancellati vengono in realtà “cestinati”, dunque sono sempre consultabili e possono essere recuperati in qualsiasi momento.

Innanzitutto, è possibile consultare, cancellare e modificare le osservazioni inviate dagli utenti e inserire nuove osservazioni (tematica “osservazioni”). È inoltre possibile visualizzare i grafici di alcune variabili numeriche (temperatura, ossigeno e pH) in funzione della profondità. L'interfaccia di inserimento è guidata e molto intuitiva, pertanto l'utente può selezionare le voci preimpostate in ciascuna sezione e aggiungere manualmente i valori delle variabili numeriche. La Figura 3 rappresenta l'interfaccia per la gestione delle osservazioni.

SIMILE WEB ADMINISTRATOR - OSSERVAZIONI												
+ NUOVO CESTINA												
MAPPA												
OSSERVAZIONI												
N	ID Chiamata	Posizione	AMBITO	Foto	Meteo	Misure	Dettagli	Altre informazioni	Creato	Aggiornato	Utente	Stato
1	x		Italia Piemonte Lago Maggiore	[1]	☁️ 16.8 °C	x	Fauna	x	11/06/2020 02:51 PM	20/12/2020 08:35 AM	x	✓
2	x		Italia Piemonte Lago Maggiore	[1]	☁️ 17.2 °C	x	Rifiuti	x	11/06/2020 02:56 PM	11/06/2020 02:56 PM	x	✓
3	x		Italia Lombardia Lago di Lugano	[7]	☁️ 24.9 °C	x	Rifiuti	Blu Pulito event - Collection of litter from the lake bottom	05/07/2020 08:58 AM	05/07/2020 08:58 AM	x	✓
4	x		Italia Lombardia Lago di Lugano	[7]	☁️ 25.8 °C	x	Rifiuti	Non decaying organic material - Animal bones Blu pulito event - collection of litter from the lake bottom	05/07/2020 09:30 AM	05/07/2020 09:30 AM	x	✓
5	x		Italia Lombardia Lago di Lugano	[5]	☁️ 25.0 °C	x	Rifiuti Odori	Blu pulito	05/07/2020 09:49 AM	05/07/2020 09:49 AM	x	✓

**Fig. 3** Interfaccia per la gestione delle osservazioni. Sulla sinistra è riportata la rappresentazione cartografica, sulla destra è riportata la lista delle osservazioni in formato tabellare. Per le restanti tematiche sono disponibili interfacce del tutto analoghe.

Analogamente è possibile consultare e modificare gli eventi, oppure aggiungere un nuovo evento (tematica “eventi”). La possibilità di modificare e creare un nuovo evento è disponibile solo tramite l'applicativo Web, poiché l'App consente solo di consultare eventi esistenti. Le stesse funzionalità sono disponibili anche per gli avvisi (tematica “avvisi”), con la differenza che un avviso è caratterizzato anche da una data di “scadenza” e non è associato ad un'informazione spaziale, pertanto non ha una corrispondente rappresentazione cartografica.

È possibile inoltre visualizzare, in ordine cronologico, tutte le fotografie caricate dagli utenti (tematica “foto”) insieme alle informazioni aggiuntive, come le condizioni meteorologiche, la presenza di rifiuti, di alghe, di fauna, ecc. Inoltre, l'interfaccia di amministrazione consente di consultare il perimetro dei diversi ambiti in cui è stata suddivisa l'area di interesse (tematica “ambiti”); l'amministratore può modificare la geometria di uno o più ambiti, importandola attraverso un file vettoriale esterno. Infine, è possibile visualizzare su un apposito calendario (a vista giornaliera, settimanale o

mensile) la cronologia di tutti gli avvisi, eventi e osservazioni caricate direttamente dall'App o dall'applicazione Web (tematica "agenda").

L'applicativo Web permetterà anche di gestire i profili degli utenti che utilizzano l'applicazione (tematica "Utenti App").

#### **4 Conclusioni**

L'articolo presenta gli strumenti predisposti nell'ambito del progetto SIMILE per permettere il monitoraggio della qualità delle acque dei laghi da parte dei cittadini e per la gestione del dato da parte delle Amministrazioni Pubbliche deputate al monitoraggio stesso. Gli strumenti sono in fase finale di testing e saranno rilasciati come software a codice aperto. L'applicazione mobile per Android è attualmente già disponibile su Google Play per i dispositivi Android e sarà rilasciata a breve anche per iOS.

Il progetto prevede per la raccolta dati l'interazione con associazioni e enti del territorio e con le scuole. Le campagne di misura, in lieve ritardo a causa dell'emergenza Covid, saranno attivate nella primavera del 2021. Parallelamente al proseguimento della ricerca per quanto riguarda la componente legata ai cittadini, saranno apportate delle modifiche al software di gestione dei dati, introducendo ad esempio degli algoritmi di machine learning che permettano di fare uno screening delle immagini per una prima verifica della conformità dei contributi rispetto a quanto atteso.

Il progetto si concluderà a gennaio 2022 e quindi il prossimo anno sarà dedicato alla raccolta dei dati e alla messa a regime del sistema, che diventerà pienamente operativo a fine progetto.

#### **5 Ringraziamenti**

Questo lavoro descrive parte delle attività di SIMILE, un progetto Interreg italo-svizzero finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR) ID: 523544. Vogliamo ringraziare gli altri partner di progetto: Regione Lombardia, Canton Ticino, Fondazione Politecnico di Milano, oltre a IREA CNR e l'Agenzia per la Protezione Ambientale (ARPA) della Lombardia Regione per gli utili suggerimenti nello sviluppo delle applicazioni.

#### **Riferimenti bibliografici**

1. Brovelli, M. A., Cannata, M., and Rogora, M.: SIMILE, A GEOSPATIAL ENABLER OF THE MONITORING OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6 (ENSURE AVAILABILITY AND SUSTAINABILITY OF WATER FOR ALL), *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-4/W20, 3–10, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W20-3-2019> (2019).

2. Haklay, M. *Interacting with geospatial technologies*. John Wiley, Hoboken, New Jersey, USA (2010)
3. Connors, J.P.; Lei, S.; Kelly, M. *Citizen Science in the Age of Neogeography: Utilizing Volunteered Geographic Information for Environmental Monitoring*. *Annals of the Association of American Geographers*. doi.org/10.1080/00045608.2011.627058 (2012).
4. Fienen, M. N.; Lowry, C. S. *Social. Water—A crowdsourcing tool for environmental data acquisition*. *Computers & Geosciences*, 49, 164-169 (2012).
5. Lowry, C. S.; Fienen, M. N. *CrowdHydrology: crowdsourcing hydrologic data and engaging citizen scientists*. *GroundWater*, 51(1), 151-156 (2013).
6. Jollymore, A.; Haines, M.J.; Satterfield, T.; Johnson, M.S. *Citizen science for water quality monitoring: Data implications of citizen perspectives*. *Journal of Environmental Management* 200(June), 456–467. doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.083 (2017).
7. Fritz, S.; See, L.; Brovelli, M. *Motivating and Sustaining Participation in VGI*. In Foody, G.; See, L.; Fritz, S.; Mooney, P.; Olteanu-Raimond, A.-M.; Fonte, C.C.; Antoniou, V. (Eds.), *Mapping and Citizen Sensor* (pp. 93-117). London: Ubiquity Press. doi:10.5334/bbf.e (2017).
8. Lotfian, M.; Ingensand, J.; Brovelli, M.A. *A Framework for Classifying Participant Motivation that Considers the Typology of Citizen Science Projects*. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2020, 9, 704 (2020).
9. Jovanovic, S.; Carrion, D.; Brovelli, M. A. *Citizen Science for Water Quality Monitoring applying FOSS*, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-4/W14, 119–126, doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W14-119-2019 (2019).
10. Biraghi, C. A., Pessina, E., Carrion, D., and Brovelli, M. A. *VGI Visualisation to Support Participatory Lake Monitoring: The Case Study of SIMILE Project*. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B4-2020, 237–244. doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-237-2020 (2020)
11. Carrion, D.; Pessina, E.; Biraghi, C.A.; Bratic, G. *Crowdsourcing Water Quality with the SIMILE App*. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLIII-B4-2020, 245–251. doi:10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2020-245-2020 (2020).

**#AsitaAcademy2021**