

ACQUA CRITICITÀ E GESTIONE SOSTENIBILE

Una giornata di incontro tra mondo della
ricerca, quello della gestione delle risorse
idriche e società civile

21 GENNAIO 2020
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

Viale Guglielmo Marconi 446, Roma

Idrogeologia del delta del Tevere

Lucia Mastrorillo

*Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
e-mail: lucia.mastrorillo@uniroma3.it*

Il delta del Tevere è sede di un esteso acquifero costiero le cui originarie caratteristiche idrodinamiche e idrochimiche sono mutate nel corso del tempo, adeguandosi via via allo sviluppo di un uso multiforme del territorio. Le azioni antropiche che hanno condizionato e continuano ad interagire con la falda sotterranea sono multiformi:

- un'articolata rete di canali di bonifica e stazioni di pompaggio (idrovoce), in funzione da circa un secolo a seguito della bonifica di gran parte del territorio, interagisce con il deflusso sotterraneo della falda modificandone il naturale deflusso verso mare;
- la continua espansione delle aree urbane e residenziali (impermeabilizzazione del suolo) riduce progressivamente l'estensione dell'area di ricarica dell'acquifero che risultano attualmente preservate nelle riserve naturali presenti (Riserva Naturale del Litorale Romano e Tenuta Presidenziale di Castelfusano);
- lo sviluppo delle strutture e servizi turistici lungo il litorale entra in conflitto con il delicato equilibrio idrodinamico delle piccole falde di acqua dolce delle dune costiere favorendo il fenomeno dell'intrusione salina.

Uno dei principali temi di ricerca del Laboratorio di Idrogeologia del Dipartimento di Scienze dell'Università di Roma Tre è stato da sempre lo studio di questo acquifero e della sua evoluzione, indotta dalle pressioni antropiche descritte. Lo sviluppo della ricerca ha portato ad una dettagliata caratterizzazione del settore sinistro dell'acquifero del delta del Tevere (fig.1), in cui successivamente sono stati svolti studi di maggior dettaglio volti alla comprensione di specifiche situazioni locali.



Figura 1 Ubicazione dell'area di studio

Design di Nanomateriali per adsorbimento di inquinanti

Barbara Capone^{*}, Pietro Corsi, Elia Roma, Tecla Gasperi

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre

e-mail: barbara.capone@uniroma3.it

Se una soluzione liquida contiene elementi inquinanti alla nanoscala, è possibile sviluppare dei “*nanobot*” che siano in grado di adsorbirle selettivamente e rimuoverli?

In questo talk mostreremo il design teorico e la validazione sperimentale di particolari macromolecole polimeriche, chiamate stelle di diblocco polimeri, fatte di braccia polimeriche ancorate ad una nanoparticella centrale (ossido di ferro nella versione sperimentale), che sono in grado di riconoscere ed adsorbire selettivamente determinati target in soluzione. In particolare, verrà mostrato come attraverso pochi e semplici fattori, sia possibile predire – e dunque realizzare – l’assorbimento selettivo di metalli pesanti in soluzione.¹ Verrà inoltre mostrato come sia possibile – una volta compreso il meccanismo che guida la selettività – sfruttare la diversa geometria delle macromolecole nanoscopiche per indirizzare la selettività dell’assorbimento.²

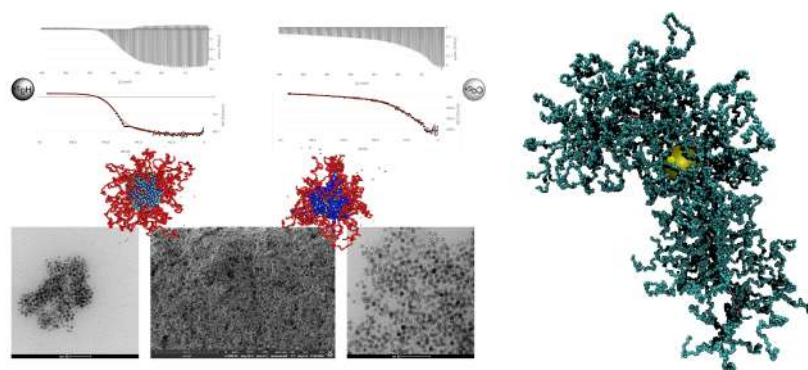


Figura 1 Macromolecole di diversa geometria e loro adsorbimento. A sinistra il paragone tra la previsione teorica e la realizzazione sperimentale di adsorbimento di metalli pesanti in acqua da parte di uno star polymer. A destra previsione di adsorbimento in una bottlebrush

¹ Roma E., Corsi P., Willinger M., Capone B., Zirbs R., Gasperi T., Reimhult E., **2020 submitted**

² Corsi P., Roma E., Bruni F., Gasperi T., Capone B., *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2019**, 21, 14873.

Stress abiotici e chiusura stomatica

Alessandra Cona

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre

e-mail: alessandra.cona@uniroma3.it

I cambiamenti climatici in atto espongono le piante a condizioni ambientali estreme ed imprevedibili, aumentando la loro vulnerabilità ad agenti patogeni ed infestanti. Si rende pertanto urgente lo sviluppo di una produzione agricola sostenibile e adeguata in quantità e qualità, la cui realizzazione necessita di un'accurata conoscenza dei meccanismi di resilienza delle piante in ambiente variabile. La siccità causa deficit idrico nelle piante con decremento di crescita e produttività e limitazione nella resa delle coltivazioni agricole. Situazioni identiche a quelle indotte dalla siccità vengono provocate da differenti tipologie di stress ambientali, fra cui eccessiva salinità, allagamento e ferita sia causata da danno meccanico sia da insetto erbivoro. Il flusso di traspirazione consente il movimento dell'acqua dal suolo all'atmosfera attraverso la pianta che assorbe l'acqua nelle regioni apicali delle radici e la trasporta nei vasi xilematici fino alle foglie, dove viene persa per evaporazione attraverso gli stomi. Strategie a breve e a lungo termine di incremento dell'efficienza di assorbimento radicale e limitazione della perdita per evaporazione rappresentano validi strumenti di acclimatazione al deficit idrico. Nel lungo termine la pianta si acclimata attraverso fenomeni di plasticità fenotipica che includono variazioni nella densità stomatica, lunghezza e numero delle radici, numero e diametro dei vasi xilematici mentre nel breve periodo la regolazione biologica del livello di apertura del poro stomatico garantisce una risposta efficace ed immediata a stress ambientali di varia natura. Fra questi, la ferita induce una rapida chiusura stomatica mediata dalla produzione di perossido di idrogeno in risposta ad eventi sia locali (ferita della foglia) sia distali (ferita della radice) segnalati attraverso vie di comunicazione sistemiche.

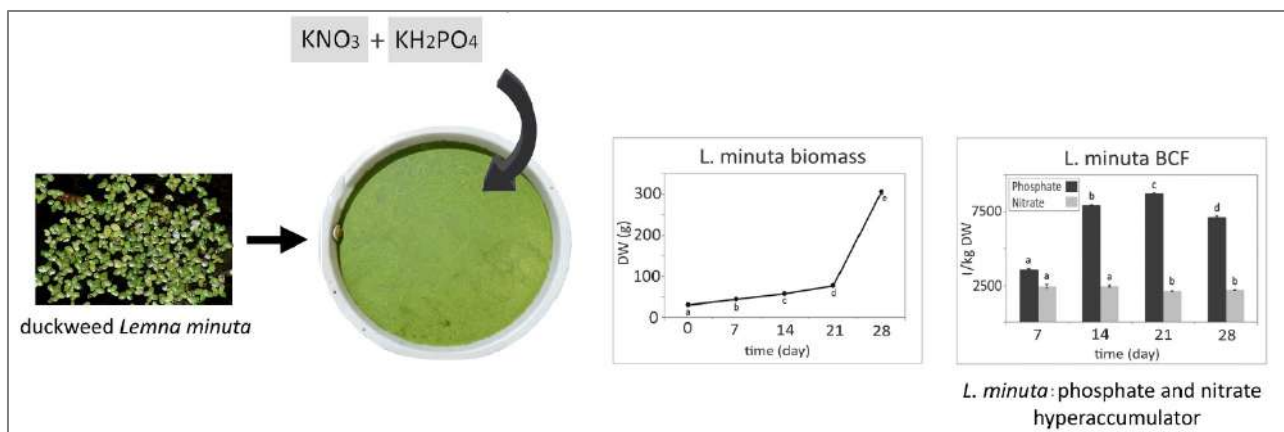
.

Fitotrattamento di acque reflue: potenziale fitodepurante di *Lemna minuta* nella rimozione di nutrienti da acque trattate

Simona Ceschin

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
e-mail: simona.ceschina@uniroma3.it

Recentemente la Comunità Europea ha promosso lo sviluppo di tecnologie che utilizzano “soluzioni basate sulla natura”, per trasformare le problematiche ambientali più urgenti, quali l’inquinamento idrico, in opportunità di innovazione tecnologica ecocompatibile e biosostenibile. In tale contesto, si colloca la fitodepurazione, quale Green Technology a ridotto impatto ambientale e a basso costo, che prevede l'utilizzo di piante acquatiche e spondali per depurare acque contaminate. Le specie del genere *Lemna* possono occupare un posto importante nella fitodepurazione in quanto oltre ad essere specie comuni, perenni e tolleranti a vari inquinanti, presentano un elevato tasso di crescita a cui corrisponde un’elevata capacità di bioaccumulare diversi contaminanti (nutrienti, sostanze organiche, metalli pesanti). In una recente sperimentazione, l’esotica americana *L. minuta*, divenuta nell’ultimo decennio molto diffusa in Italia, è stata fatta crescere per 28 giorni in acque arricchite con nitrati e fosfati per simulare reflui civili e per analizzarne la capacità di rimozione di tali nutrienti. Sono state eseguite analisi chimico-fisiche delle acque (T, pH, conducibilità, O₂) e analisi fisiologiche e biochimiche vegetali (RGR, clorofilla, nutrienti, MDA, BCF-Bioconcentration Factor). Durante l’esperimento, la biomassa di *L. minuta* è incrementata di quasi 10 volte, comportando un RGR positivo. Il massimo contenuto di fosfati e nitrati nelle fronde vegetali è stato raggiunto al 21° (incremento del 165%) e al 7° giorno (10%), rispettivamente. Con valori di BCF sempre > 1000, *L. minuta* è risultata iperaccumulatrice per entrambe i nutrienti. Tali risultati evidenziano complessivamente l’efficacia della *Lemna* testata nel bioaccumulare e rimuovere nutrienti, dimostrando la specie anche una buona risposta fisiologica e biochimica alle condizioni sperimentali adottate.



Modelli mesoscopici per l'Idrodinamica Computazionale

Michele La Rocca

Dipartimento di Ingegneria Università degli studi Roma Tre
e-mail: michele.larocca@uniroma3.it

Recentemente l'Idrodinamica Computazionale si è arricchita di metodi basati su modelli formulati nell'ambito della Meccanica Statistica: i modelli mesoscopici.¹ L'idea alla base di tali modelli, dedotti per analogia con la teoria cinetica dei gas perfetti, consiste nel rappresentare il moto dei fluidi come il risultato macroscopico di innumerevoli sequenze di volo libero (streaming) e collisioni (collisions) di particelle fluide microscopiche. La scala spaziale mesoscopica è rappresentata dallo spazio percorso nel volo libero, ossia dall'intervallo spaziale percorso da una particella fluida tra una collisione e la successiva. La particella fluida è rappresentata tramite una funzione di densità di probabilità, la cui evoluzione è determinata dall'equazione cinetica di Boltzmann. Considerando un insieme di velocità particellari a dimensione finita (figura 1) e una opportuna semplificazione dell'operatore di collisione, l'equazione di Boltzmann diviene integrabile con algoritmi numerici di relativa semplicità. Le quantità idrodinamiche macroscopiche di interesse (velocità, pressione, temperatura, etc.) si ottengono tramite operazioni di media sulle funzioni di densità di probabilità delle particelle fluide e, in condizioni largamente soddisfatte dai flussi idrodinamici, convergono alle quantità idrodinamiche che si otterrebbero risolvendo le equazioni dell'Idrodinamica. L'aspetto più interessante dei metodi computazionali derivati dai modelli mesoscopici consiste nel fatto che il processo convettivo è lineare, mentre le nonlinearità, contenute nell'operatore di collisione, sono locali. La versatilità di tali metodi è altresì un aspetto di notevole interesse.

Lo sviluppo dei modelli mesoscopici è stato assai rapido e tumultuoso a partire dalla loro introduzione, interessando rapidamente tutti i campi dell'Idrodinamica:² flussi laminari e turbolenti, flussi a superficie libera, flussi multifase (figura 2), flussi di acque basse, flussi in mezzi porosi, trasporto e diffusione di contaminanti reattivi, etc. In questa presentazione si intende fornire una rassegna delle principali applicazioni, con particolare riferimento all'attività di ricerca condotta dal gruppo di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi Roma TRE

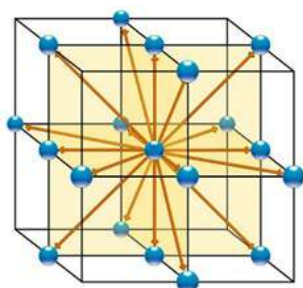


Figura 1 Insieme delle velocità particellari nello spazio 3D.

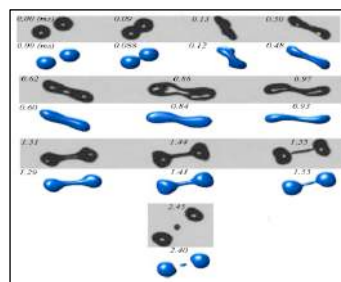


Figura 2 Interazione di due gocce liquide immerse in un aeriforme.

¹ Succi, S.. The lattice Boltzmann equation: for fluid dynamics and beyond. (2001) Oxford university press.

² (a) Eggels J. G. *International Journal of heat and fluid flow*, 1996, 17, 307; (b) Montessori A., Falcucci G. Lattice Boltzmann modeling of complex flows for engineering applications. (2018) Morgan & Claypool Publishers.

Nanomateriali per il monitoraggio di inquinanti chimici

Iole Venditti

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
e-mail: iole.venditti@uniroma3.it

I sensori chimici sono generalmente basati sulla presenza concomitante di due componenti, un componente di riconoscimento (materiale attivo) sensibile agli stimoli prodotti da vari composti chimici (analiti), e un componente di trasduzione, che produce un segnale la cui grandezza è correlata alla concentrazione dell'analita stesso.

L'uso di nanomateriali come componenti attivi nei sensori ambientali ha una storia recente, ma molto significativa e in particolare le nanoparticelle d'argento (AgNPs) stanno riscuotendo grande interesse.¹ Infatti, le AgNPs, rispetto ad esempio agli ossidi metallici nanostrutturati, presentano numerosi vantaggi come un'elevata sensibilità, un breve tempo di risposta, un funzionamento a temperatura ambiente, la possibilità di regolare le proprietà chimiche e fisiche utilizzando diversi agenti funzionalizzanti, oltre naturalmente alle nanodimensioni che consentono un'elevata superficie di interazione con gli analiti.

In questo contesto si presentano AgNPs innovative, sintetizzate in modo che, variando la funzionalizzazione superficiale, non solo si ottimizza la sensibilità e selettività del materiale, ma, soprattutto, ci si orienta verso materiali ecologicamente sicuri. Dei vari sistemi è stata studiata l'interazione con ioni di metalli pesanti, come Pb^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} , con concentrazioni nel range di 0.5-5 ppm. Le caratterizzazioni morfologiche e dimensionali delle AgNPs (dimensioni e forma medie) prima e dopo l'interazione con i metalli pesanti sono state ottenute dagli studi di Microscopia elettronica a trasmissione (TEM) e Dynamic Light Scattering (DLS). Inoltre, il sistema è stato studiato mediante simulazioni teoriche, spettroscopia Uv-vis e infrarossa a trasformata di Fourier (FTIR) e spettroscopia fotoelettronica a raggi X ad alta risoluzione (HR-XPS).² Tests di ecocitotossicità hanno mostrato, per alcuni sistemi in particolare, un'alta ecocompatibilità ambientale.

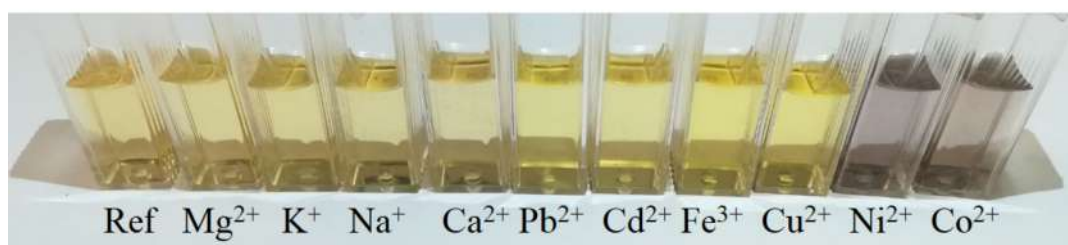


Figura 1 Immagine di soluzioni acquose con AgNPs in presenza di vari ioni metallici (concentrazione 1.0 ppm)

¹ Proposito P., Mochi F., Ciotta E., Casalboni M., Venditti I., Fontana L., Testa G., Fratoddi I.; *Beilstein J. Nanotechnol.*, **2016**, 7, 1654; (b) Sharma P., Mourya M., Choudhary D., Goswami M., Kundu I., Dobhal M.P., Tripathi C.S.P., Guin D. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, **2018**, 268, 310; (c) Nalbandian M.J., Zhang M., Sanchez J., Kim S., Cho Y.-H., Cwiertny D.M., Myung N.V., *J. Hazard. Mater.*, **2015**, 299, 141.

² (a) Corsi P., Venditti I., Battocchio C., Meneghini C., Bruni F., Proposito P., Mochi F., Capone B. *J. Phys. Chem. C* **2019**, 123, 3855; (b) Proposito P., Buratti L., Bellingeri A., Protano G., Falerid C., Corsi I., Battocchio C., Iucci G., Tortora L., Secchi V., Franchi S., Venditti I. *Nanomaterials*, **2019**, 9, 1353.

Un metodo innovativo per l'analisi microbiologica delle acque superficiali nel Lazio e nei Paesi in Via di Sviluppo

Giovanni Antonini

*Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
Consorzio Interuniversitario Istituto Nazionale Biostrutture e Biosistemi
e-mail: giovanni.antonini@uniroma3.it*

Il metodo MBS (Micro Biological Survey) è un metodo colorimetrico di analisi microbiologica ideato, sviluppato e brevettato in tutto il mondo dall'Università Roma Tre, prodotto e commercializzato dalla MBS srl, primo spin-off costituito dall'Università Roma Tre. Tale metodo di analisi è quantitativo e selettivo (determina con precisione la quantità di una determinata tipologia di batteri presenti nel campione in esame), utilizza fiale monouso e pronte all'uso (già sterilizzate e contenenti tutti i reattivi necessari per l'analisi). È sufficiente inserire il campione e, in presenza di batteri, in poche ore si ha un cambiamento di colore in tempi inversamente proporzionali alla concentrazione di batteri nel campione. Attualmente per il controllo "in campo" della sicurezza microbiologica delle acque esistono solo metodi indiretti, questo è l'unico metodo "in campo" esistente al mondo che può veramente contare (a basso costo) i batteri presenti in un campione e che è utilizzabile da chiunque ed ovunque, in assenza di una qualunque struttura, strumentazione o alimentazione elettrica. Utilizzando per confronto i metodi di riferimento ufficiali, è stato dimostrato che questo metodo può realmente controllare con grande accuratezza l'inquinamento microbiologico delle acque in corsi d'acqua nel Lazio.¹ Inoltre, le fiale sono state utilizzate con successo in tre differenti sperimentazioni condotte direttamente in tre differenti località in Africa, con il contributo del Consorzio Interuniversitario INBB, per il controllo delle sorgenti idriche in Cameroon,² Eritrea³ e Tanzania.⁴ Le sperimentazioni hanno permesso agli abitanti delle città e dei villaggi di identificare le fonti idriche sicure per distinguerle da quelle contaminate, permettendo quindi di utilizzare solo acque microbiologicamente sicure per l'uso alimentare (bere e cucinare).

¹ Traversetti L. *et al.*, *PLoS ONE*, **2017**, 12: e0185156.

² (a) Arienzo A. *et al.*, *Int. J. Environ. Res. Public Health*. **2015**, 12:10314; (b) Sanou S.M., *et al*, *Sanita Pubbl.* **2015**, 71, 21.

³ Losito F. *et al.* *Journal of Public Health in Africa*, **2017**, 8, 23.

⁴ Gionfriddo E. *et al.*, *Journal of Public Health in Africa* **2018**; 9, 905.

La Geotermia di bassa entalpia nell'area romana: una risorsa sostenibile

Guido Giordano

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre

e-mail: guido.giordano@uniroma3.it

Le risorse geotermiche di bassa entalpia sono definite per legge associate ad acque e a rocce con temperature inferiori ai 90 °C. Questo tipo di risorse sono largamente disponibili nell'area laziale nel primo chilometro di crosta e dunque facilmente accessibili per usi diretti del calore. Vanno distinte però le risorse legate a fluidi con temperature di molto superiori alla media annua, usualmente presenti a profondità maggiori di 400 m che possono essere utilizzate per teleriscaldamento, in agricoltura o in processi industriali, da quelle di bassissima entalpia che mediante scambiatori di calore sono in grado di climatizzare strutture abitative a bassissimi costi e con grandi vantaggi in termini di abbattimento di emissioni di CO₂. Queste ultime risorse investono principalmente gli acquiferi superficiali e dunque il loro utilizzo richiede una conoscenza approfondita delle caratteristiche, delle potenzialità e delle criticità ad esse legate.

.

Idrogeologia di un acquifero mineralizzato: dal bilancio alla modellazione numerica

Stefano Viaroli

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
e-mail: stefano.viaroli@uniroma3.it

Lo studio e il monitoraggio degli acquiferi captati per uso potabile è uno strumento fondamentale per comprenderne le dinamiche e valutarne sia la vulnerabilità agli agenti inquinanti sia il rischio di sovrasfruttamento. Queste considerazioni valgono anche per gli acquiferi mineralizzati che, date le loro peculiarità chimiche, organolettiche e terapeutiche, sono spesso oggetto di sfruttamento ad opera di società per imbottigliamento di acque minerali e attività balneo-terapiche.

La presenza e la formazione di acque mineralizzate è frutto di condizioni geologiche/idrogeologiche molto particolari e spesso molto complesse, la cui comprensione però è molto spesso limitata dalla scarsità di informazioni sulle dinamiche che avvengono in profondità nel sottosuolo.

Negli ultimi anni, le attività di ricerca del Laboratorio di Idrogeologia si sono concentrate nell'area del Vulcano di Roccamonfina e della Piana di Riardo dove si trovano le sorgenti di acqua minerale "Ferrarelle". La prima fase della ricerca è consistita nella raccolta dati in campo, che hanno permesso la definizione del bilancio idrogeologico dell'acquifero. Dai risultati è emerso come il sistema sia più complesso rispetto a quanto ipotizzato in precedenti studi, con la possibilità di travasi sotterranei dalle limitrofe strutture carbonatiche. Questa ipotesi è difficilmente validabile da osservazioni di campo per cui è stato realizzato un modello di simulazione numerico basandosi su stratigrafie, dati termo pluviometrici e misure di livello piezometrico raccolti negli ultimi 30 anni nello stabilimento di imbottigliamento. I risultati hanno confermato il modello concettuale elaborato con il bilancio idrogeologico e hanno permesso di stimare con minore incertezza la quantità dell'afflusso dalle strutture carbonatiche. Questa ricarica aggiuntiva svolge anche il ruolo di mitigatore degli effetti delle variazioni climatiche durante il periodo analizzato.

Studio delle risorse idriche in ambiente alpino

Giorgia Lucianetti

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre

e-mail: giorgia.lucianetti@uniroma3.it

Le Alpi sono definite il “Serbatoio d’acqua dell’Europa” in quanto forniscono approvvigionamento idrico a città collocate anche a diversi chilometri dai rilievi stessi. L’acqua è l’elemento caratterizzante del paesaggio e costituisce una delle risorse fondamentali per la vita dei paesi e delle piccole comunità rurali, in quanto viene utilizzata per scopi potabili e per produrre energia elettrica. A partire dall’anno 2014 il gruppo montuoso delle Pale di San Martino è oggetto di un progetto di ricerca sviluppato dal laboratorio di Idrogeologia dell’Università degli Studi “Roma Tre. Tale progetto ha lo scopo di studiare la distribuzione territoriale e la quantificazione delle risorse idriche sotterranee al fine di fornire una base scientifica per il loro sfruttamento sostenibile. La gestione sostenibile delle risorse idriche richiede una conoscenza adeguata del funzionamento del sistema idrogeologico e un modello concettuale di riferimento su cui impostare specifici monitoraggi. Per definire il modello concettuale si è partiti dalla rilettura delle formazioni geologiche in termini di attitudini idrodinamiche, valutando a scala regionale quali fossero i principali complessi idrogeologici e i rapporti stratigrafici e strutturali tra di essi. Sono stati inoltre effettuati dei monitoraggi periodici delle principali sorgenti presenti nel territorio che hanno incluso analisi chimico-fisiche e misure delle portate in alveo. Tale approccio di campagna è servito per individuare l’ubicazione dei principali punti di emergenza sul territorio e valutare la variazione delle loro caratteristiche nel tempo in modo da avere indicazioni indirette sul funzionamento del sistema idrogeologico. Nel corso delle attività di ricerca sono stati effettuati mensilmente dei monitoraggi degli isotopi stabili nelle acque meteoriche e nelle sorgenti per supportare le ipotesi relative ai percorsi dell’acqua nel sottosuolo. Sono stati eseguiti inoltre dei test con traccianti artificiali che hanno interessato tutto il gruppo montuoso delle Pale di San Martino. L’attività di ricerca è ancora in corso ed è focalizzata attualmente sul monitoraggio in continuo delle portate delle sorgenti per la costruzione degli idrogrammi.

.

Monitoraggio degli habitat acquatici mediante telerilevamento

Massimiliano Scalici* e Michela Perrone

Dipartimento di Scienze Università degli studi Roma Tre
e-mail: massimiliano.scalici@uniroma3.it

Gli effetti del cambiamento climatico e delle pressioni antropiche, uniti al depauperamento delle risorse idriche, determinano l'esigenza di proteggere gli ecosistemi acquatici su scala globale. Al fine di valutare sistematicamente lo stato ecologico delle acque, i metodi di monitoraggio convenzionali possono essere integrati con le tecniche di telerilevamento, le quali offrono notevoli vantaggi per lo studio dei corpi idrici. L'impiego sinergico di immagini acquisite dai satelliti attualmente in orbita e da droni utilizzati in situ assicura elevate quantità di dati, in modo pressoché continuo e con elevata risoluzione spaziale. I dati telerilevati consentono di individuare le componenti presenti in acqua e di stimarne la concentrazione, basandosi sulle proprietà ottiche che queste presentano. Tra le opportunità offerte dal telerilevamento, vi è la possibilità di valutare lo stato trofico dei corpi lacustri, grazie alla capacità di rilevare e quantificare la clorofilla-*a*, ampiamente utilizzata come indicatore di biomassa fitoplanctonica.¹ Per mezzo del monitoraggio satellitare del fitoplancton è inoltre possibile disporre di uno strumento per l'individuazione dell'insorgenza di fioriture tossiche di cianobatteri, la cui frequenza tende ad intensificarsi con i cambiamenti climatici.² Un ulteriore impiego del telerilevamento nell'idroecologia è la localizzazione di habitat acquatici e l'analisi delle relative dinamiche spazio-temporali, attraverso la fotointerpretazione delle immagini. Di particolare interesse si rivela il monitoraggio di corpi idrici di natura instabile, come le pozze temporanee, inserite nella Direttiva Habitat in quanto hotspot di biodiversità e importanti corridoi biologici.³ Inoltre, sulla base di risultati ottenuti da recenti studi condotti in ambiente marino, l'utilizzo di immagini telerilevate consentirebbe di individuare le macroplastiche galleggianti.⁴ Questa recente applicazione del telerilevamento potrebbe essere trasposta anche nel monitoraggio ambientale delle plastiche acque interne, stanno acquisendo sempre più rilevanza, permettendo di individuare ambienti acquatici compromessi al fine di effettuare interventi di ripristino mirati.

¹ Bresciani M., Cazzaniga I., Austoni M., Sforzi T., Buzzi F., Morabito G., Giardino C. *Hydrobiologia*, **2018**, 824, 197.

² Matthews M.W., Bernard S., Winter K. *Remote Sensing of Environment*, **2010**, 114, 2070.

³ Soti V., Tran A., Bailly J.S., Puech C., Seen D.L., Bégué A. *Int. J. Appl. Earth Obs.*, **2009**, 11, 344.

⁴ Topouzelis K., Papakonstantinos A., Garaba S.P. *Int. J. Appl. Earth Obs.*, **2019**, 79, 175.

ACQUA CRITICITÀ E GESTIONE SOSTENIBILE

Comitato Organizzatore

Barbara Capone
Tecla Gasperi
Francesco Imperi
Roberto Mazza
Massimo Scalici
Leonardo Vignoli



SCIENZE
Dipartimento di Eccellenza

<https://web.scienze.uniroma3.it/ws-acqua2019/>