

Comano, 6 settembre 2016

Rapporto di analisi

Analisi di microinquinanti su tre canali del Piano di Magadino mediante campionamento passivo



RESPONSABILI:

Dr Federico Tettamanti e Dr Davide Staedler

Dossier: MIC_0010816

I servizi e i prodotti TIBIO sono
riconosciuti da Swiss Label



TIBIO Sagl è rappresentante esclusivo di SCITEC Research SA, Losanna – Laboratorio certificato.



Sommario

1.	PREMESSA.....	2
2.	INTRODUZIONE	2
	I MICROINQUINANTI	2
	CAMPIONAMENTO PASSIVO.....	4
3.	METODI.....	5
	PREPARAZIONE E POSA DEI POCIS	5
	CALIBRAZIONE DEI POCIS	5
	ANALISI CHIMICHE	6
4.	RISULTATI.....	7
	INSTALLAZIONE DELLE POSTAZIONI DI MISURA CON I POCIS	7
	MISURA DELLA CONCENTRAZIONE MEDIA DI MICROINQUINANTI	10
5.	DISCUSSIONE.....	12
6.	REFERENZE.....	14

1. PREMESSA

Lo studio è stato eseguito su mandato della Fondazione Bolle di Magadino (FBM) e co-finanziato dall'Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico del Canton Ticino.

2. INTRODUZIONE

I corsi d'acqua ospitano una moltitudine di specie di insetti e di pesci, e offrono luoghi di nidificazione e abbeveramento per specie di uccelli e mammiferi, assumendo quindi un ruolo centrale nel mantenimento della biodiversità. Per questo esistono importanti norme di protezione delle acque, sia a livello federale che cantonale. Malgrado ciò, i corsi d'acqua sono soggetti all'esposizione di fonti di inquinamento di varia origine, il cui monitoraggio rappresenta un continua sfida tecnica e scientifica. Tra le minacce per gli ecosistemi acquatici e per l'uomo vi sono i microinquinanti, in particolare i residui di farmaci, i prodotti fitosanitari, i prodotti chimici e i metalli pesanti, che sono sempre più oggetto di studi e monitoraggio. I microinquinanti possono provocare danni agli organismi anche a basse concentrazioni, da qui la necessità di applicare un metodo di campionamento capace di monitorare questi prodotti in modo preciso e affidabile.

Lo scopo di questo lavoro è di impiegare un metodo di campionamento passivo dei microinquinanti e ottenere, tramite ciò, dati sulla concentrazione dell'inquinamento dei 3 corsi d'acqua presi in esame in questo studio. Lo studio si è concentrato sui tre corsi d'acqua in entrata nelle Bolle di Magadino, zona protetta che si trova sul piano di Magadino. Il piano di Magadino è l'ultima grande zona agricola sul territorio cantonale e ospita anche un numero elevato di industrie e di unità abitative.

Questo studio ha carattere essenzialmente esplorativo, essendo il primo studio svolto in Ticino, e soprattutto in questa zona, con l'utilizzo di sistemi di campionamento passivo per il monitoraggio di microinquinanti di diversa origine. In effetti, l'unico studio simile fu condotto tra il 2008 e il 2012 dalla Commissione internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere (CIPIAS), nel quale veniva monitorato mediante campionamento passivo il microinquinante DDT e alcuni suoi derivati, con una postazione di misura nel Lago Maggiore (Brissago).

I microinquinanti

Tra le attuali fonti di inquinamento e di minaccia degli ecosistemi acquatici vi sono i *microinquinanti*. I microinquinanti sono delle sostanze presenti nelle acque a concentrazioni molto basse, dell'ordine di un milionesimo fino a un milionesimo di grammi per litro. Prendono il nome di microinquinanti i composti chimici di sintesi, quali i prodotti fitosanitari, i biocidi, i farmaci, ma anche le sostanze organiche o inorganiche naturali come le tossine, gli ormoni e i metalli pesanti. Questi composti rappresentano una minaccia importante, infatti già a concentrazioni molto basse possono avere un effetto

nefasto sugli organismi acquatici, causando mortalità, problemi per la riproduzione – per esempio nel caso dei pesci - e al metabolismo [1, 2, 3]. Le fonti principali di microinquinanti sono le acque in uscita degli impianti di depurazione delle acque di scarico (IDA), e – tramite immissioni diffuse – l'agricoltura, il traffico stradale e le attività industriali [1]. Un recente studio condotto dall'Ufficio Federale dell'Ambiente [1] mette in evidenza come molti corsi d'acqua svizzeri sono contaminati da microinquinanti provenienti da immissioni diffuse. In questo studio, però, non sono stati utilizzati metodi di campionamento passivo e non sono stati inseriti dati relativi ai corsi d'acqua ticinesi. Questo conferma la necessità di recensire questo tipo di informazioni anche nel nostro Cantone.

Microinquinanti presi in esame nel progetto

Lo studio si focalizza su una serie di composti significativi utilizzati nell'agricoltura intensiva (Tabella 1). In accordo con la FBM, oltre a queste sostanze si è aggiunta la verifica della presenza di un larvicida utilizzato nei tombini per il controllo della zanzara tigre a livello comunale, il Diflubenzone. Sul Piano di Magadino, durante il periodo di analisi, i seguenti comuni hanno usato Diflubenzone: Gambarogno, Locarno (Piano di Magadino), Sementina, Monte Carasso, Lavertezzo e Bellinzona.

Microinquinante	Impiego / origine	Nome commerciale	Effetti e utilizzo in Svizzera
Atrazina	Diserbante (lotta contro le malerbe) nella coltivazione del mais		Inibisce la fotosintesi delle piante, una volta disperso nell'ambiente si degrada lentamente e può raggiungere le acque sotterranee. Vietato in Svizzera dal 2011
Deisopropilatrastina	Metabolita (prodotto di degradazione) delle triastine, in particolare dell'atrastina.		Tossico per l'ambiente, effetti simili ai composti di origine.
Desetilatrastina	Metabolita (prodotto di degradazione) delle triastine, in particolare dell'atrastina.		Tossico per l'ambiente, effetti simili ai composti di origine.
Diurone	Erbicida, utilizzato in particolare per le colture di frutta a semi e in viticoltura. Utilizzato pure nel campo della costruzione per la protezione delle facciate.	Diuron 80	Inibitore della fotosintesi. In uso.
Isoproturone	Erbicida nel campo agricolo, utilizzato in particolare per la coltivazione di grano, graminacee e segale.	Arelon S, Azur, Fitolon, Foxtar P, Isoguard, Isoproturon, Popular, Trump e altri	Inibitore della fotosintesi. In uso.

Linurone	Erbicida, utilizzato in diverse colture come cereali, patate, girasoli e soja.	Afalon, Linturon, Linuron, Linutop, Metilin e altri	Inibitore della fotosintesi. In uso.
Simazina	Erbicida della famiglia delle clorotriazine usato contro erbe e malerbe a foglie larghe, soprattutto nelle coltivazioni di granoturco.	Gesatop Quick, Simazin, Simazin 50 CTA, Simazin 50 S, Simazin-S, Simazine 50, Topuron, Méduron, Végépron e altri	Inibitore della fotosintesi. Vietato in Europa dal 2004 e in Svizzera dal 2011.
Diflubenzuron	Insetticida anti-ormone giovanile sintetico, inibitore di crescita per molti insetti, soprattutto dell'ordine dei Ditteri.	Dimilin SC, Dimilin SC 48	Insetticida antiormone giovanile, sintetico. In uso (in alcuni comuni usato contro larve di zanzare nei tombini).

Tabella 1: Microinquinanti selezionati per lo studio

I composti selezionati sono conosciuti per essere tossici per gli organismi acquatici e per avere effetti a lungo termine sugli ambienti acquatici [4, 5, 6]. La maggior parte di questi composti sono già stati rinvenuti nelle acque di superficie in Svizzera, anche a forti concentrazioni (> 100 ng/L), e l'atrazina, l'isoproturone e la simazina figurano tra i microinquinanti rinvenuti frequentemente [2, 1]. Il diurone è conosciuto per la sua forte tossicità specifica [2]. Il diflubenzuron è usato in grandi quantità per la lotta alla zanzara tigre. In considerazione degli effetti di questi microinquinanti sugli organismi viventi, è chiaro che una loro immissione nella zona protetta delle Bolle di Magadino può causare a lungo termine degli effetti nefasti sugli ecosistemi.

Campionamento passivo

Il *campionamento passivo* è una tecnica di prelievo piuttosto recente [7], sviluppata con lo scopo di sopperire ai limiti delle tecniche di campionamento classiche, in particolare prelievo di singoli volumi d'acqua in un momento definito e limitato. In effetti, le tecniche classiche offrono un risultato poco rappresentativo in quanto si limitano di fatto a fornire un risultato limitato all'istante in cui si è svolto il prelievo, con il rischio di sovrastimare o sottostimare la presenza di inquinanti [7, 6]. Inoltre, essendo i microinquinanti presenti a bassissime concentrazioni, è spesso necessario analizzare un grande volume di acqua, difficilmente prelevabile. Al contrario, il campionamento passivo permette di prelevare direttamente i composti *in situ* senza effetti per l'acqua e l'ambiente. Il principio del campionamento passivo si basa sulla diffusione passiva dei composti da analizzare (gli *analiti*, nel nostro caso i microinquinanti) dall'acqua a una matrice contenuta nel campionatore, detta *fase ricevente*, nella quale saranno "catturati" [6, 8]. Tra i vari campionatori utilizzati per i campionamenti passivi, per questo progetto si è deciso di optare per dei campionatori di tipo *POCIS* (*polar organic chemical integrative samples*). I

POCIS sono formati da un anello in acciaio che blocca due membrane di polietersulfone (PES) al cui interno è racchiusa la *fase ricevente* (Figura 1).

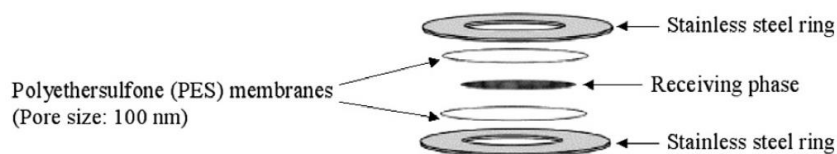


Figura 1: schema di assemblaggio di un POCIS. Tratto da [8].

Questo tipo di campionatori passivi ha dimostrato essere molto efficace per la ricerca di microinquinanti nell'acqua [6, 7, 8]. I microinquinanti raccolti nei POCIS sono estratti in laboratorio e analizzati mediante cromatografia liquida combinata con un spettrometro di massa triplo quadruplo (triple quadrupole mass spectrometer – LC-MS-TQ). Questo tipo di strumento è in grado di misurare e di identificare composti chimici a concentrazioni estremamente basse, dell'ordine di nanogrammi per litro (ng/L) o picogrammi per litro (pg/L). Attualmente, l'analisi mediante LC-MS-TQ è la migliore tecnica analitica esistente per l'analisi di microinquinanti di origine chimica [9].

3. METODI

Preparazione e posa dei POCIS

I POCIS sono stati costruiti basandosi sulle dimensioni indicate nella referenza [8]. La costruzione delle parti metalliche dei POCIS è stata eseguita da Poretti e Gaggini SA (Svizzera) su mandato di TIBIO. Le membrane dei POCIS sono costituite in polietersulfone (PES) con pori di 100 nm (fornite da Pall Corporation, Germania). La matrice assorbente contenuta nei POCIS è Oasis® HBL-100 (Waters Corporation, USA). I POCIS sono preparati con 200 mg di matrice assorbente. Ogni postazione di misura è costituita da un contenitore cilindrico in acciaio con pori di 4 mm di diametro su tutti i lati, al cui interno sono installati due POCIS in verticale. Il contenitore cilindrico è saldato a un'asta in acciaio in modo da poter essere conficcato nel terreno (il tutto prodotto da Poretti e Gaggini SA). Le postazioni di misura con i POCIS sono posate manualmente, conficcate sul fondo dei corsi d'acqua in esame, in modo che il contenitore con i POCIS sia completamente immerso ma non tocchi il fondo. Il flusso dell'acqua nei corsi d'acqua esaminati è stato misurato con un correntometro (Global Water - Flow Probe, Francia).

Calibrazione dei POCIS

I POCIS sono stati calibrati in accordo con la letteratura [6, 8]. La calibrazione è stata effettuata in laboratorio in condizioni di agitazione (agitatore magnetico). I POCIS sono stati immersi in 4 L di acqua distillata con l'aggiunta di KH_2PO_4 0.45 mg/L, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 1.0 mg/L, $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 0.5 mg/L e NaCl 50 mg/L a pH 6.8. Alla soluzione sono aggiunti i microinquinanti selezionati nello studio alla concentrazione di 1.0 µg/L per composto (tutti i

prodotti chimici sono stati acquistati da Sigma-Aldrich). La soluzione è stata rinnovata ogni 24h. I POCIS sono stati calibrati su 4 intervalli, dopo 7, 9, 13 e 21 giorni di incubazione. Il valore di calibrazione (valore Rs) per ogni microinquinante è stato calcolato usando l'equazione 1 [6]:

$$\text{Equazione (1):} \quad R_s = \frac{C_p M_p}{C_w t}$$

Dove:

Cw: concentrazione media del microinquinante (1.0 µg/L)

Cp: concentrazione nel microinquinante misurata nel POCIS

Mp: massa della matrice assorbente nel POCIS (0.2 g)

Rs: valore di calibrazione proprio a ogni microinquinante

t: tempo di esposizione dei POCIS nel corso d'acqua (in giorni)

I valori di Rs ottenuti mediante calibrazione sono raccolti nella Tabella 3:

Microinquinante	Valore Rs	SD Rs
Atrazina	0.174	3%
Deisopropilatrazina	0.128	5%
Desetilatrazina	0.076	10%
Diurone	0.191	5%
Isoproturone	0.168	7%
Linurone	0.188	4%
Simazina	0.163	3%
Diflubenzurone	0.162	2%

SD: deviazione standard tra le misure di ogni intervallo

Tabella 2: Valori Rs per ogni microinquinante

Analisi chimiche

Le analisi sono state svolte presso il laboratorio Scitec Research SA di Losanna (laboratorio certificato ISO 17025), di cui TIBIO è rappresentante esclusivo per il Ticino. Dopo il periodo di incubazione nei corsi d'acqua, i POCIS sono stati recuperati e trasportati immediatamente in laboratorio. Qui le membrane contenenti la matrice assorbente sono state recuperate e estratte con 20 mL di acetonitrile 100% in agitazione (vortex). Le soluzioni di acetonitrile sono state recuperate e centrifugate allo scopo di precipitare le parti solide. Per ogni campione è stato recuperato 1 mL di soluzione di acetonitrile a cui sono stati aggiunti 50 µg/L di trifetil fosfato (standard interno – SI). L'analisi si è svolta mediante iniezione diretta con uno spettrometro di massa triplo quadruplo (triple

quadrupole mass spectrometer – LC-MS-TQ) in modalità elettrospray (ESI+/ESI-). I dettagli del metodo di analisi LC-MS-TQ sono indicati nella tabella seguente.

Iniettore	HP Series 1200 Autosampler G1367C (per campioni concentrati) o SPO-online (per campioni diluiti). Volume di iniezione: 5-25 µl.
Metodo	Metodo standard Scitec Research per l'analisi dei microinquinanti: gradiente da 0 a 100% di soluzione d'eluizione A (H ₂ O : acetonitrile : acido formico (98 : 2 : 0.02)) in soluzione di eluizione B (H ₂ O : acetonitrile : acido formico (2 : 98 : 0.02)). Gradiente crescente da 30% a 100% da 0 a 9 minuti e decrescente da 100% a 30% da 9 a 18 minuti.
Flusso [mL/min]	0.6 mL/min
Finestra temporale	0 – 18 min

Tabella 3: dettagli dell'analisi per LC-MS-TQ.

4. RISULTATI

Installazione delle postazioni di misura con i POCIS

I POCIS sono stati piazzati nei canali in esame il 18 maggio 2016 e prelevati il 5 luglio 2016, la loro esposizione è stata quindi di 48 giorni. Sono state installate 6 postazioni di misura con POCIS nel canale sponda sinistra del piano di Magadino, 4 nel canale Pizzante e 2 nel canale Carcale (Figure 1, 2, 3 e 4). I canali in esame (e le postazioni) sono stati scelti in accordo con la FBM, interessata a monitorare l'acqua dei canali principali in arrivo nella zona protetta. Ciò ha permesso di coprire i principali canali secondari che arrivano nella zona protetta delle Bolle di Magadino. La scelta del numero di posizioni di misura per corso d'acqua è stata fatta basandosi sui dati di portata e sulle caratteristiche del canale (larghezza del canale, presenza di vegetazione, stato del fondale, eccetera).

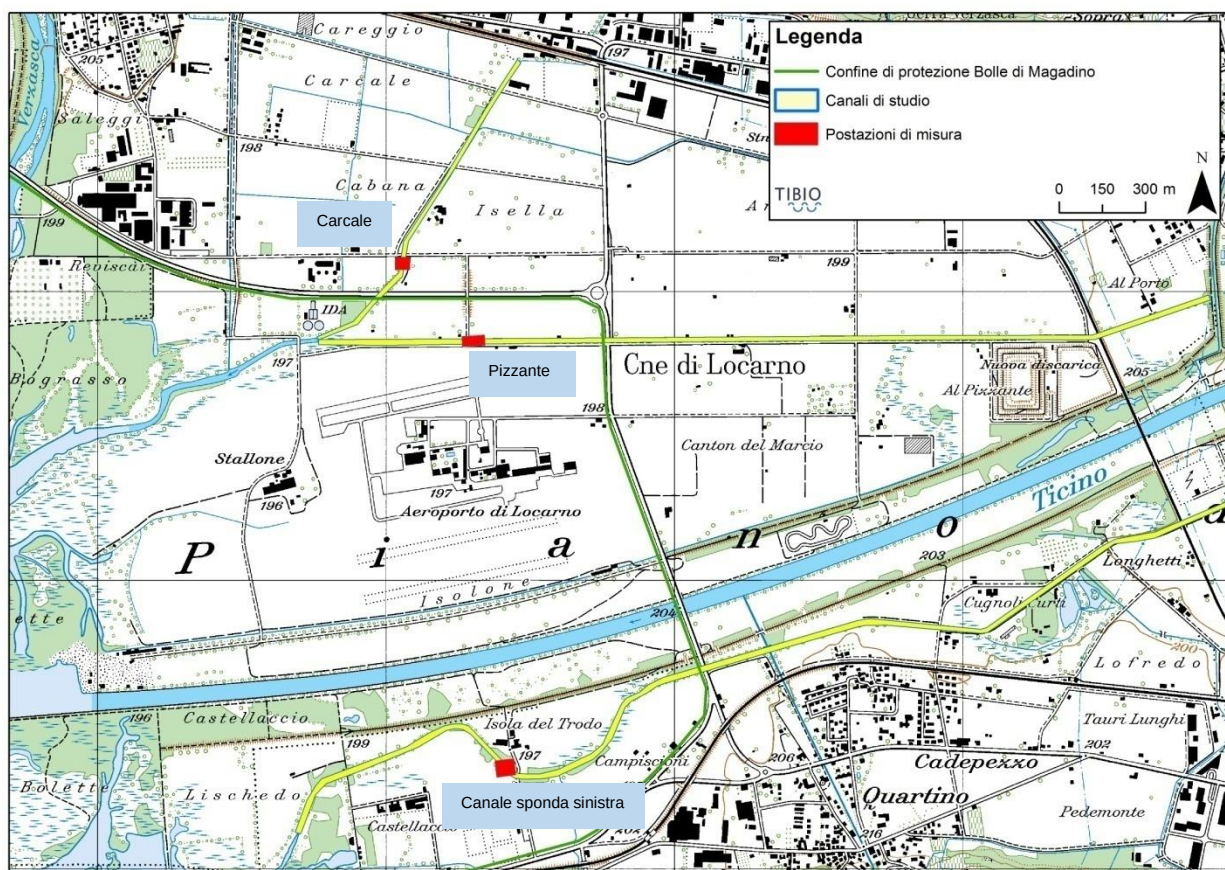


Figura 1. Postazioni del campionamento passivo tramite POCIS e area di studio.



Canale sponda sinistra



Figura 2. Posizione dei POCIS (punti gialli) nel canale sponda sinistra.



Figura 3. Posizione dei POCIS (punti gialli) nel canale Pizzante



Figura 4. Posizione dei POCIS (punti gialli) nel canale Carcale.

Nella Tabella 4 seguente sono indicate le coordinate delle postazioni di misura (una coordinata per set di posizioni).

Corso d'acqua	Coordinate		N° di postazioni
Carcale	46°10'09.831"N	8°52'36.301"E	2
Pizzante	46°10'00.158"N	8°52'46.267"E	4
Canale sponda sinistra	46°09'12.322"N	8°52'51.387"E	6

Tabella 4: posizioni e numero delle postazioni di misura con POCIS

Le postazioni di misura con i POCIS sono state controllate settimanalmente per verificare l'integrità e il buon posizionamento delle stesse. A titolo informativo, la portata dei canali in

esame è stata misurata con l'uso di un correntometro e utilizzata per calcolare il deflusso medio del corso d'acqua sull'arco del periodo di studio (Tabella 5).

Corso d'acqua	Deflusso medio (m ³ al giorno)
Carcale	14'400
Pizzante	43'000
Canale sponda sinistra	44'700

Tabella 5: deflusso medio dei corsi d'acqua presi in esame

Misura della concentrazione media di microinquinanti

La concentrazione media dei microinquinanti nell'acqua analizzata è stata calcolata sulla base della calibrazione (valore Rs), della quantità di matrice assorbente e del numero di giorni di esposizione [6], utilizzando l'equazione seguente (equazione 2):

$$\text{Equazione (2): } C_w = \frac{C_p M_p}{R_s t}$$

Dove:

C_w: concentrazione media del microinquinante nel corso d'acqua

C_p: concentrazione nel microinquinante misurata nel POCIS

M_p: massa della matrice assorbente nel POCIS (0.2 g)

R_s: valore di calibrazione proprio a ogni microinquinante

t: tempo di esposizione dei POCIS nel corso d'acqua (in giorni)

La concentrazione media di ogni microinquinante nei corsi d'acqua presi in esame è descritta nella tabella seguente (Tabella 6):

Microinquinante	Carcale	Pizzante	Canale sponda sinistra	Referenza secondo OPAC
Atrazina	0,01 µg/L ± 26%	0,03 µg/L ± 7%	0,06 µg/L ± 8%	0.1 µg/L
Deisopropilatraxina	0,02 µg/L ± 10%	0,07 µg/L ± 9%	0,11 µg/L ± 8%	0.1 µg/L
Desetilatraxina	0,04 µg/L ± 12%	0,07 µg/L ± 8%	0,11 µg/L ± 10%	0.1 µg/L
Diurone	0,15 µg/L ± 22%	0,03 µg/L ± 10%	0,19 µg/L ± 7%	0.1 µg/L
Isoproturone	0,02 µg/L ± 23%	0,01 µg/L ± 2%	0,03 µg/L ± 7%	0.1 µg/L
Linurone	0,28 µg/L ± 11%	0,40 µg/L ± 8%	0,54 µg/L ± 6%	0.1 µg/L
Simazina	0,13 µg/L ± 5%	0,06 µg/L ± 10%	0,10 µg/L ± 8%	0.1 µg/L
Diflubenzurone	0,03 µg/L ± 21%	0,01 µg/L ± * %	0,01 µg/L ± * %	0.1 µg/L
Somma	0.68 µg/L	0.68 µg/L	1.15 µg/L	

Tabella 6: Concentrazione media (± deviazione standard in %) di ogni microinquinante nei corsi d'acqua presi in esame.

* per i valori di deviazione standard del diflubenzurone nei canali Pizzante e Sponda sinistra (vedere il commenti a seguire); Evidenziati in giallo e in grassetto i valori che superano il limite fissato dall'Allegato 2, OPAC, di 0.1 µg/L per singola sostanza (vedere la discussione).

I valori di diflubenzurone variano in modo importante all'interno delle serie di postazione di misura del canale Pizzante e Sponda sinistra. Ciò è dovuto al fatto che in alcuni POCIS non è stato rinvenuto diflubenzurone (valore < limite di misura), mentre negli altri della stessa serie lo stesso è stato rinvenuto. Ciò causa delle deviazioni standard importanti. Supponiamo che per questi due canali si sia confrontati a delle concentrazioni prossime al limite di assorbimento e quantificazione mediante POCIS. Laddove il diflubenzurone è stato quantificato, le concentrazioni variano tra 15 e 30 ng/L.

5. DISCUSSIONE

I microinquinanti analizzati in questo studio sono conosciuti per essere tossici per gli organismi acquatici e per avere effetti a lungo termine sull'ambiente [4, 5, 6]. Secondo l'Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc, 814.201), e più precisamente all'Allegato 2 ("Esigenze relative alla qualità delle acque; Acque superficiali"), l'esigenza per i pesticidi organici (biocidi e prodotti fitosanitari) in acque superficiali è di 0.1 µg/L per ogni singola sostanza. Il presente studio indica che questo valore è superato per 5 degli 8 microinquinanti analizzati. Il linurone supera il limite fissato dall'OPAc in tutti e tre i corsi d'acqua monitorati, mentre il canale con la più alta concentrazione di microinquinanti risulta essere il canale Sponda sinistra. Come è noto, la presenza di microinquinanti nelle acque superficiali riflette le attività agricole e industriali che hanno luogo lungo i corsi d'acqua in esame.

Atrazina – Deisopropilatrastina – Desetilatrastina:

Il contenuto di atrazina nei corsi d'acqua esaminati si mantiene molto basso, ben al disotto del limite fissato dall'OPAc. Si nota invece un superamento del limite per due metaboliti dell'atrazina nel canale sponda sinistra. La presenza di atrazina e dei suoi metaboliti è dovuta a un uso massiccio avvenuto in passato e alla loro bassa biodegradabilità. Il basso contenuto di atrazina e la quantità più elevata dei suoi metaboliti indica che il processo di degradazione della molecola è in corso, malgrado rappresenti ancora un inquinante per le acque di superficie a causa della degradazione in metaboliti con effetti simili (deisopropilatrastina e desetilatrastina).

Diurone:

Le concentrazioni rilevate di diurone suggeriscono un suo impiego eccessivo sia come erbicida (il diurone è un erbicida totale) sia, probabilmente, in ambito edilizio quale protezione dei materiali (per esempio per facciate in legno). Da evidenziare come la presenza di diurone è più importante nei due fiumi che provengono da zone densamente abitate.

Isoproturone:

Oltre che nell'agricoltura come erbicida, l'isoproturone è pure utilizzato nell'industria e nell'artigianato come agente protettore per rivestimenti e opere murarie. La sua presenza minima nelle acque dei tre canali indica che il suo impiego non è fonte di inquinamento.

Linurone:

La presenza importante di linurone in tutti corsi d'acqua analizzati si può spiegare con il suo massiccio impiego nel controllo degli infestanti annuali in colture intensive e orticole. Questo prodotto viene principalmente utilizzato per le colture di cereali. Elevate concentrazioni di questo prodotto possono essere dovute sia a un suo uso massiccio, come pure a un dosaggio errato durante il suo utilizzo.

Simazina:

La presenza di simazina, diserbante contro erbe e malerbe a foglie larghe, nel canale Carcale potrebbe far supporre che il prodotto sia ancora utilizzato, malgrado il divieto di uso in Svizzera entrato in vigore dal 2011, oppure che il massiccio impiego di questo prodotto in passato sia ancora fonte di inquinamento. Anche la concentrazione rilevata nel canale sponda sinistra indica che la simazina gioca ancora un ruolo di inquinante.

Diflubenfurone:

I valori di diflubenfurone misurati sono molto bassi e inferiori a quanto descritto nella letteratura [10, 11], ciò rappresenta un risultato incoraggiante e indica che l'utilizzo di questa sostanza avviene verosimilmente in condizioni e a dosi corrette.

Le concentrazioni di microinquinanti rinvenuti nei tre canali di Piano di Magadino sono comparabili a quando misurato in Svizzera [1, 12]. Ciò indica che anche per questi corsi d'acqua vi è una situazione di inquinamento dovuta alla presenza di microinquinanti e la zona protetta delle Bolle di Magadino non è quindi esente da questo tipo di contaminazioni.

Le sostanze analizzate non solo sono tossiche individualmente, ma sempre più studi suggeriscono effetti tossici sinergici tra queste sostanze, come pure in combinazione con altri inquinanti, quali gli idrocarburi [13, 14]. Inoltre molti altri microinquinanti impiegati in Svizzera e non analizzati in questo studio hanno effetti nefasti sugli ambienti acquatici.

È quindi importante agire per risanare la situazione riscontrata, in modo da evitare effetti negativi sull'ecosistema delle Bolle di Magadino. Inoltre sarebbe opportuno valutare l'attuazione di un monitoraggio costante, sia dal punto di vista chimico che biologico, per valutare l'impatto a lungo termine di queste sostanze in entrata nella zona protetta.

A nostra conoscenza, questo è il primo studio di monitoraggio di corsi d'acqua mediante POCIS svolto in Ticino. Questo sistema di misura ha dimostrato di essere robusto e affidabile, sia dal punto di vista tecnico (resistenza delle postazioni di misura alle intemperie), sia da quello analitico. Nessun corso d'acqua ticinese è stato preso in considerazione nella valutazione della presenza di microinquinanti nei corsi d'acqua da parte dello studio effettuato dall'Ufficio Federale dell'Ambiente [1]. Riteniamo che questo approccio di monitoraggio potrebbe e dovrebbe essere esteso ad altri corsi d'acqua ticinesi per incrementare la conoscenza dello stato delle acque superficiali in Ticino. I POCIS sono anche un valido strumento per identificare con precisione le fonti di inquinamento lungo un corso d'acqua, permettendo di definire con precisione da dove avvengono le immissioni.

Dr Federico Tettamanti



Dr Davide Städler



6. REFERENZE

- [1] C. Braun, R. Gaelli, C. M. N. Leu, Y. Schindler Wildhaber, I. Strahm e I. Wittmer, «Micropolluants dans les cours d'eau provenant d'apports diffus,» Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Berne, 2015.
- [2] C. Goetz, J. Hollender e R. Kase, «Micropolluants - Schéma d'évaluation de la qualité des eaux au vu des composés traces organiques issus de l'assainissement communal,» Eawag, Duebendorf, 2013.
- [3] R. Kase, R. Eggen, M. Junghans, C. Götz e J. Hollender, «Assessment of Micropollutants from Municipal Wastewater- Combination of Exposure and Ecotoxicological Effect Data for Switzerland,» InTech, Rijeka, 2011.
- [4] R. B. Schäfer, V. Pettigroves, G. Rose, G. Allinson, A. Wightwick, P. C. von der Ohe, J. Shimeta, R. Kühne e B. J. Kefford, «Effects of Pesticides Monitored with Three Sampling Methods in 24 Sites on Macroinvertebrates and Microorganisms,» Environ. Sci. Technol., vol. 4, n. 45, p. 1665–1672, 2011.
- [5] M. E. De Lorenzo e G. I. R. P. E. Scott, «Toxicity of pesticides to aquatic microorganisms: a review,» Environ. Toxicol. Chem., vol. 20, n. 1, pp. 84-98, 2001.
- [6] N. Mazzella, J.-F. Dubernet e F. Delmas, «Determination of kinetic and equilibrium regimes in the operation of polar organic chemical integrative samplers Application to the passive sampling of the polar herbicides in aquatic environments,» J. Chromatogr. A, n. 1154, pp. 42-51, 2007.
- [7] B. Vrana, G. A. Mills, I. J. Allan, E. Dominiak, K. Svensson, J. Knutsson, G. Morrison e R. Greenwood, «Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water,» Trends Anal. Chem., vol. 43, n. 10, pp. 845-867, 2005.
- [8] N. Morin, C. Miège e J. C. M. Randon, «Chemical calibration, performance, validation and applications of the polar organic chemical integrative sampler (POCIS) in aquatic environments,» Trends Anal. Chem., vol. 36, pp. 144-173, 2012.
- [9] R. Rosen, «Mass spectrometry for monitoring micropollutants in water,» Curr. Opin. Biotech., vol. 18, pp. 246-251, 2007.
- [10] P.A. Cunningham e L.E. Myer, «Dynamics of diflufenzuron (dimilin®) concentrations in water and sediment of a supratidal saltmarsh site following repetitive aerial applications for mosquito control. » Environ Pollut A, vol. 41, pp. 63-88, 1986.
- [11] E. Terzopoulou e D. Voutsas, «Active and passive sampling for the assessment of hydrophilic organic contaminants in a river basin-ecotoxicological risk assessment. » Environ Sci Pollut Res Int, vol. 23, pp. 5577-91, 2016.
- [12] P. Vioget e A. Strawczynski, «Pesticides dans les cours d'eau vaudois en 2002, 2003 et 2004. » Etat de Vaud, Département de la sécurité et de l'environnement, services des eaux, sols et assainissement (SESA), 2005.
- [13] M.D. Hernando, M. Ejerhoon, A.R. Fernandez-Alba, Y. Chisti «Combined toxicity effects of MTBE and pesticides measured with *Vibrio fischeri* and *Daphnia magna* bioassays. » Water Research, vol. 37, pp. 4091–4098, 2003.
- [14] R.P. Schwarzenbach, B.I. Escher, K. Fenner, T. B. Hofstetter, C. A. Johnson, U.von Gunten, B. Wehrli «The challenge of micropollutants in aquatic systems. » Science, vol. 313, pp. 1072-1077, 2006.