

Microinquinanti idrosolubili nelle acque superficiali: studi specifici e valutazione della situazione in Ticino

Maggio 2017



Editore:

Dipartimento del territorio

Autore:

Dipartimento del territorio
Divisione dell'ambiente

Per ulteriori informazioni

Sezione della protezione dell'aria dell'acqua e del suolo
Ufficio della gestione dei rischi ambientali e del suolo
Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico
Via Franco Zorzi 13, 6501 Bellinzona
tel. +41 91 814 29 71
e-mail dt-spaas@ti.ch
www.ti.ch/spaas

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE ALLA PROBLEMATICHE DEI MICROINQUINANTI	4
2.	STUDI SPECIFICI EFFETTUATI NEGLI SCORSI ANNI IN TICINO	6
3.	DESCRIZIONE DEGLI STUDI SPECIFICI EFFETTUATI NEGLI SCORSI ANNI IN TICINO	7
	3.1 Fiumi immissari (prelievi 2013) e lago Ceresio (prelievi 2014)	7
	3.2 Canale Piano di Magadino (prelievi 2015)	9
4.	RISULTATI	11
	4.1 Fiumi immissari (prelievi 2013) e Lago Ceresio (prelievi 2014)	11
	4.2 Risultati Canale del Piano di Magadino (prelievi 2015)	16
5.	CONCLUSIONI GENERALI E PROSPETTIVE	22
6.	BIBLIOGRAFIA	23
	ALLEGATO I	24
	ALLEGATO 2	26

● INTRODUZIONE ALLA PROBLEMATICAI DEI MICROINQUINANTI

Nei paesi industrializzati vengono utilizzati giornalmente decine di migliaia di preparati chimici diversi. In Svizzera, viene stimato l'utilizzo giornaliero di oltre 30000 sostanze utilizzate come prodotti fitosanitari, biocidi, farmaci o componenti di beni di consumo (prodotti per il corpo, detersivi, ecc.), in applicazioni industriali, artigianali e domestiche specifiche.

Recenti studi dimostrano che diverse sostanze (o i loro prodotti di degradazione) possono essere presenti in concentrazioni molto basse (dell'ordine di microgrammi o nanogrammi per litro e per questo noti come "microinquinanti organici") nelle acque di fiumi e laghi. Sono ipotizzabili diverse conseguenze negative di questa situazione: per esempio, le sostanze in grado di agire come perturbatori endocrini possono promuovere anche in concentrazioni molto basse la femminizzazione dei pesci maschi.

Secondo le moderne conoscenze ecotossicologiche, peraltro in continua evoluzione, i possibili effetti negativi di diversi microinquinanti sugli organismi acquatici potrebbero manifestarsi a partire da poche decine di ng/l a diversi $\mu\text{g/l}$. D'altra parte, per molte possibili sostanze le valutazioni sui rischi ambientali, siano essi acuti o cronici, sono ancora insufficienti e incomplete.

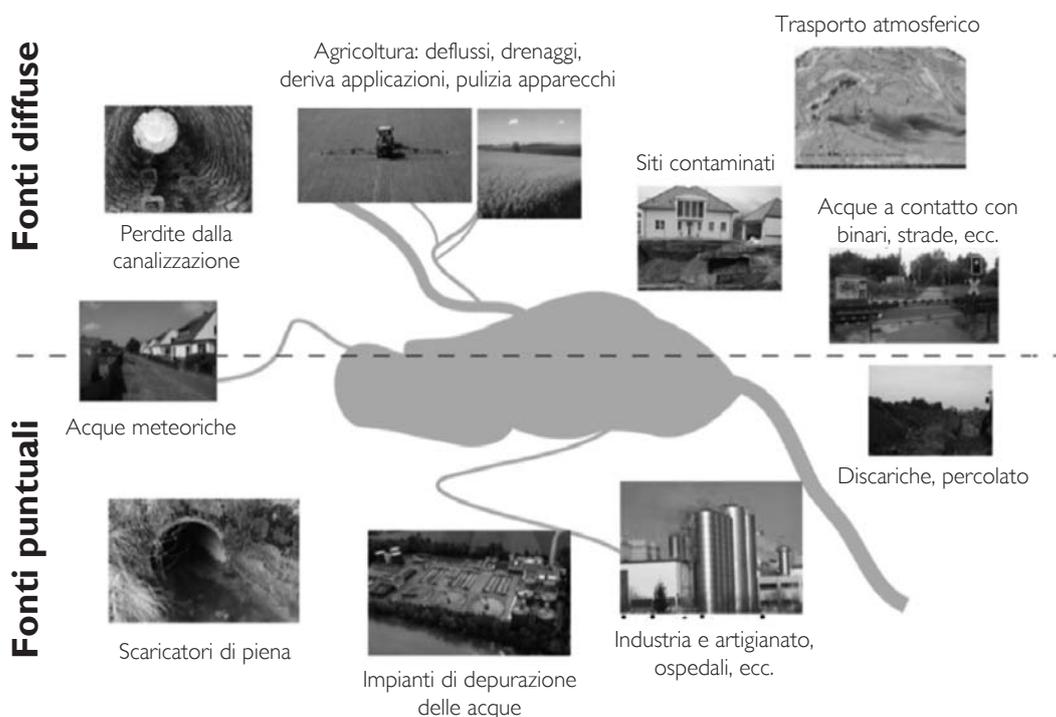


Figura 1: Visione d'insieme di possibili fonti di microinquinanti, suddivise in diffuse e puntuali.

La problematica dei microinquinanti idrosolubili rappresenta una sfida importante nell'ambito della protezione dell'ambiente. Le fonti di microinquinanti possono essere molteplici e vengono suddivise in puntuali o diffuse. Una visione d'insieme è rappresentata nella Figura 1. Le fonti puntuali sono caratterizzate da un'immissione nell'ambiente proveniente da un punto ben preciso e definito, come per esempio gli scarichi degli impianti di depurazione delle acque (IDA) preposti o gli scaricatori di piena. Nel caso delle fonti diffuse invece non è possibile o molto difficile determinare luoghi di immissione delimitati. In questa categoria figurano per esempio le attività agricole, il rilascio di sostanze da terreni o superfici inquinate o la dispersione e l'immissione per via secca o umida dall'atmosfera.^{1,2}

Un'altra possibile suddivisione dei diversi microinquinanti riguarda i meccanismi e le dinamiche con le quali avviene la diffusione nell'ambiente. Per esempio, diverse sostanze provengono dalle zone urbane a partire da prodotti chimici o medicinali utilizzati dalle economie domestiche (farmaci, cosmetici, prodotti per la pulizia, detersivi ecc) o all'esterno di edifici (biocidi e fitosanitari per la cura di superfici, prodotti per l'edilizia e per la protezione delle facciate, giardinaggio).

Diverse sostanze vengono evacuate attraverso le acque reflue praticamente in continuo e, nel caso in cui gli IDA consortili non siano efficaci nel trattenerle, vengono scaricate nei ricettori naturali. A questa categoria appartengono alcune componenti di prodotti per la pulizia o i farmaci, i cui principi attivi possono essere in parte espulsi attraverso le feci o l'urina. Per contro, altre sostanze vengono rilasciate in prevalenza durante momenti precisi e limitati nel tempo. Un esempio sono i biocidi per la protezione delle facciate dagli attacchi di muffe o alghe, dilavati principalmente in occasione delle precipitazioni. Evidentemente, le dinamiche possono includere anche delle variazioni stagionali, risultando nel rilascio di determinate sostanze limitatamente a dei periodi definiti. Questo caso si applica a molti prodotti fitosanitari, che vengono spesso impiegati esclusivamente in determinati momenti dell'anno (per esempio nelle fasi di sviluppo più critiche di un determinato organismo da combattere).²

Nonostante la complessità della tematica, diversi modelli di calcolo e i risultati di studi sperimentali mirati hanno permesso negli ultimi anni una migliore comprensione del problema, comprensione necessaria anche a mirare opportunamente le strategie necessarie per combatterlo. Oggi sappiamo che molti microinquinanti vengono osservati a valle degli scarichi degli IDA comunali o consortili, in quanto questi impianti non sono stati concepiti appositamente allo scopo di eliminarli.³ L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) stima che, tramite opportuno aggiornamento allo stato della tecnica di diversi IDA svizzeri, sarà possibile eliminare dai nostri corsi d'acqua il 50% dei microinquinanti. Nel caso delle fonti diffuse, come possono essere quelle legate all'utilizzo di fitosanitari in agricoltura, sono necessarie misure diverse. La Confederazione, riconosciuto il problema, ha recentemente posto in consultazione un piano d'azione specifico per la riduzione dei rischi legati ai prodotti fitosanitari che contempla misure differenziate (vedi anche capitolo 5).

2. STUDI SPECIFICI EFFETTUATI NEGLI SCORSI ANNI IN TICINO

Importanti sviluppi legati alle tecniche analitiche per la determinazione di sostanze organiche hanno permesso nel recente passato la misurazione di residui ai livelli di nanogrammi per litro d'acqua (10^{-9}). Tuttavia, a causa del loro costo relativamente elevato, tali analisi non vengono proposte nei monitoraggi di routine. Di conseguenza, gli studi analitici esaustivi sulla presenza di microinquinanti idrosolubili nelle acque superficiali sono ancora scarsi, sia in Ticino sia nel resto della Svizzera.

Questo rapporto riassume i risultati di tre indagini distinte, tutte realizzate con il contributo diretto della Sezione per la protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (SPAAS) e degli Uffici della gestione dei rischi ambientali e del suolo (UGRAS) e della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico (UPAAI). I primi due studi, promossi dalla Commissione per la protezione delle acque italo-svizzere (CIPAIS), hanno riguardato la determinazione puntuale di microinquinanti nelle acque del lago Ceresio e dei suoi principali immissari.

La terza indagine, promossa dall'Istituto federale per l'approvvigionamento, la depurazione e la protezione delle acque (Eawag) e dall'UFAM e i cui risultati sono stati recentemente pubblicati, ha focalizzato l'attenzione verso la determinazione in continuo di pesticidi nelle acque di uno dei maggiori canali del Piano di Magadino. La Figura 2 illustra i punti di prelievo considerati in occasione dei tre studi qui descritti. I risultati di dettaglio sono pubblicati nelle referenze originali.⁴⁻⁶

Sono state ricercate principalmente, anche se non esclusivamente, sostanze contenute nei farmaci per la medicina umana e/o veterinaria, così come di prodotti biocidi e fitosanitari. Questi prodotti contengono infatti dei principi attivi concepiti per avere degli effetti diretti su processi biochimici, rispettivamente su organismi come parassiti, virus, batteri, alghe, vegetali, insetti ecc.

A tutela di organismi non-target come quelli che possono essere presenti nell'ecosistema legato alle acque superficiali, la diffusione in natura di residui di tali principi attivi è indesiderabile ancor prima di altre categorie di microinquinanti. Per lo stesso motivo, benché le relative conoscenze siano ancora scarse, per le categorie citate vengono anche prioritariamente promosse delle valutazioni ecotossicologiche, pubblicate ed aggiornate online dal Centro Ecotossicologico dell'Eawag.⁷

Pertanto, i risultati delle misurazioni possono essere direttamente confrontati sia con eventuali valori di legge sia, laddove disponibili, con le valutazioni del Centro Ecotossicologico.

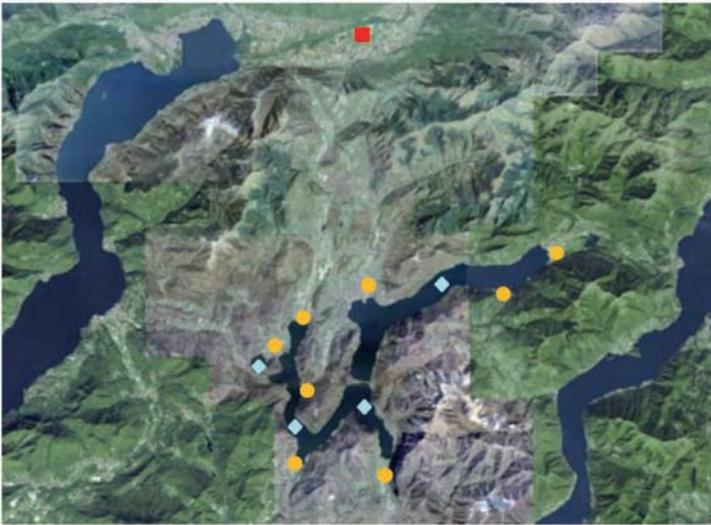


Figura 2: Visione d'insieme dei punti di prelievo delle acque considerati nei tre studi qui riassunti: campagna CIP AIS 2013 (cerchi arancio), campagna CIP AIS 2014 (rombi azzurri) e campagna UFAM / Eawag 2015 (quadrato rosso).

3. DESCRIZIONE DEGLI STUDI SPECIFICI EFFETTUATI NEGLI SCORSI ANNI IN TICINO

3.1. Fiumi immissari (prelievi 2013) e lago Ceresio (prelievi 2014)

Il primo dei due studi CIP AIS è incentrato sulla presenza di microinquinanti rilasciati puntualmente e con una dinamica continua dagli IDA consortili nei principali corsi d'acqua che alimentano il lago Ceresio (Bolletta, Cassarate, Cuccio, Laveggio, Livone, Magliasina, Scairolo e Vedeggio). Allo scopo, sono stati effettuati quattro prelievi puntuali di campioni in diversi momenti del 2013 (primavera, estate, autunno, inverno) raccogliendo l'acqua dei fiumi nei pressi della foce e comunque a valle dello scarico di eventuali impianti di depurazione delle acque reflue. La strategia di campionamento può venire giudicata come verifica minima ma sufficiente a determinare la contaminazione di base nei corsi d'acqua considerati. In effetti, dal profilo idrologico e confrontando le portate misurate al momento dei prelievi con il valore di deflusso di magra (Q347), i prelievi effettuati possono essere considerati come rappresentativi del regime di deflusso dei singoli tributari. Gli svantaggi dell'approccio adottato sono la difficoltà o l'impossibilità di verificare dinamiche d'immissione potenzialmente rilevanti a seguito di eventi puntuali, come le precipitazioni.^{1,8}

Il secondo studio della CIP AIS considera la quantificazione degli stessi microinquinanti idrosolubili nelle acque del lago di Lugano. A differenza dei corsi d'acqua, per le acque lacustri è possibile ipotizzare il ritrovamento in forma più diluita delle sostanze più persistenti. D'altra parte, viste le dinamiche più lente, è presumibile anche il ritrovamento di altri microinquinanti persistenti con dinamiche di immissione discontinue, sia attraverso i corsi d'acqua sia da altre fonti. I campioni d'acqua sono stati prelevati in quattro punti del Ceresio, lungo l'asse di deflusso delle acque: uno nel bacino nord (Gandria), due nel bacino sud (Melide e Figino), e uno nel bacino di Ponte Tresa (Ponte Tresa). I campionamenti sono avvenuti nel periodo vegetativo del lago, nei mesi di marzo, maggio, agosto e novembre. Tenuto conto della variabilità delle condizioni chimico-fisiche lungo la colonna d'acqua, in ogni stazione sono stati raccolti due campioni: uno nell'epilimnio ed uno nell'ipolimnio.

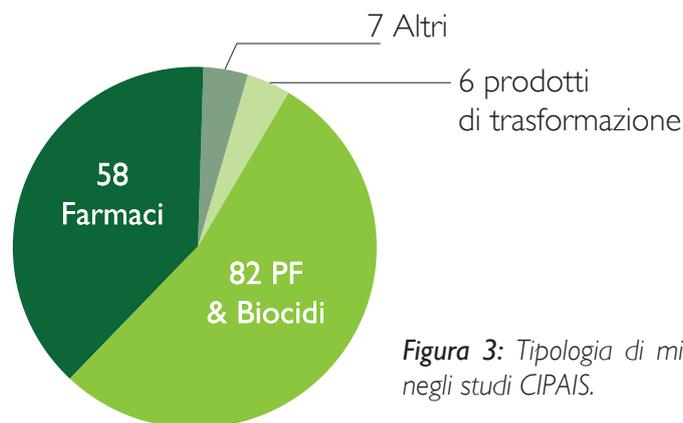


Figura 3: Tipologia di microinquinanti considerati negli studi CIP AIS.

In entrambe le indagini CIP AIS sono state ricercate complessivamente 153 sostanze diverse (Allegato I). La figura 3 riassume la loro categoria di appartenenza. Tra i farmaci figurano antibiotici, betabloccanti, fibrati, analgesici, anti-infiammatori o altri tipi di medicinali, mentre i fitosanitari (PF) e i biocidi includono prodotti erbicidi, fungicidi, insetticidi, algicidi e simili.

Le sette sostanze riunite nella la categoria "altri" includono tre Benzotriazoli (additivo anti-corrosivo presente in diversi prodotti chimici ad uso domestico) e quattro dolcificanti artificiali (Acesulfame, Ciclamato, Saccarina e Sucralosio). Da notare come all'interno della parametrizzazione siano anche state considerate le cinque sostanze indicatrici per la resa depurativa degli IDA e cioè il Benzotriazol, la Carbamazepin, il Diclofenac, il Mecoprop e il Sulfamethoxazol. La sensibilità della metodica analitica è variabile in funzione della sostanza con limiti di rivelazione per singoli analiti compresi tra 5 e 50 ng/l. Dettagli esaustivi sono disponibili direttamente nei rapporti CIP AIS originali.^{4,5}

3.2. Canale Piano di Magadino (prelievi 2015)

Il terzo studio, promosso dall'Eawag e dall'UFAM dopo una prima e analoga indagine su altri corsi d'acqua della Svizzera interna,⁸ è stato concepito per poter misurare pesticidi (prodotti fitosanitari e/o biocidi), oltre che con un'elevata sensibilità analitica, anche ad alta risoluzione temporale.

Come illustrato nella parte introduttiva, infatti, questi microinquinanti possono venire principalmente dilavati e contaminare le acque durante momenti precisi e limitati nel tempo.² Con questa impostazione, è stato preso in esame il canale principale sul Piano di Magadino (sponda sinistra), raffigurato nella figura 2 dal quadrato rosso.

I prelievi sono stati effettuati durante 26, tra il 4 marzo e il 2 settembre 2015. Sono stati raccolti per ogni giorno due campioni (campioni semigiornalieri), composti da 16 prelievi da 50 ml l'uno e ripartiti proporzionalmente su 12 ore. Per un breve periodo - a fine aprile e tra la fine di luglio e il mese di agosto - per la mancanza d'acqua nel canale, la raccolta di alcuni campioni semigiornalieri non è stata possibile.

Pertanto, il numero totale di campioni semigiornalieri è risultato leggermente minore rispetto al quantitativo teorico (368). I campioni sono stati spediti settimanalmente all'Eawag per i passi successivi.



Figura 4: Campionatore automatico impiegato per l'indagine dell'Eawag sul canale del Piano di Magadino.

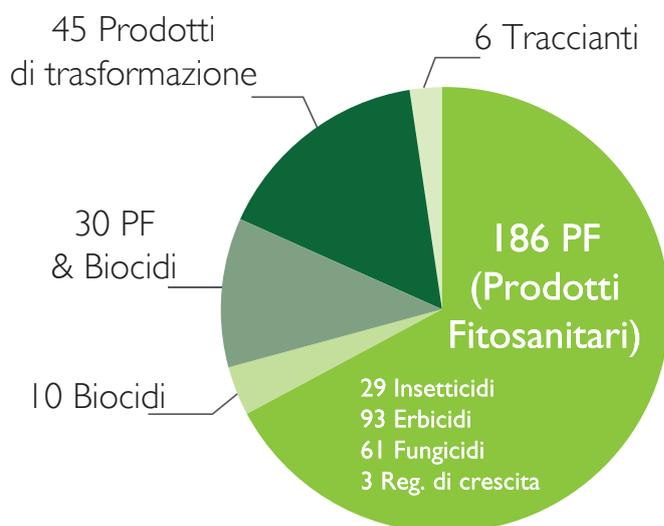


Figura 5: Tipologia di microinquinanti considerati nello studio promosso dall'Eawag e dall'UFAM.

Dopo la relativa valutazione, i singoli campioni semigiornalieri sono stati miscelati in diversi casi per creare dei campioni misti. Questa decisione è stata presa sulla base delle informazioni concernenti la portata e il deflusso del corso d'acqua, ipotizzando che in assenza di precipitazioni rilevanti anche le concentrazioni di microinquinanti nelle acque possano essere considerate in prima approssimazione costanti. Su questa base, sono stati creati e successivamente analizzati in laboratorio 49 campioni (27 semigiornalieri e 22 misti).

Sono state ricercate complessivamente 277 sostanze diverse (Allegato 2). La figura 5 riassume la loro categoria di appartenenza. La maggior parte dei principi attivi (PA) sono utilizzati come prodotti fitosanitari. Solo 10 delle sostanze ricercate trovano impiego esclusivo all'interno di biocidi, mentre 29 possono essere usate sia all'interno di prodotti fitosanitari che di biocidi (Figura 5).

La maggioranza dei PA ricercati riguarda sostanze ammesse nel 2015 per un utilizzo all'interno di prodotti omologati o omologabili dai competenti servizi della Confederazione: si tratta del 83% dei PA ricercati nei fitosanitari e del 82% di quelli relativi ai biocidi. La sensibilità della metodica analitica è variabile in funzione della sostanza ma in ogni caso molto elevata (LQ per singole sostanze: $0.5 \text{ ng/l} < \text{LQ} < 400 \text{ ng/l}$, per l'80% delle sostanze $< 5 \text{ ng/l}$, tipicamente 1 ng/l).

4. RISULTATI

4.1. Fiumi immissari (prelievi 2013) e Lago Ceresio (prelievi 2014)

Introduzione

Secondo un modello teorico sviluppato dall'UFAM, i quantitativi di singoli microinquinanti provenienti in continuo dagli IDA dipendono principalmente dalla pressione antropica (numero di abitanti equivalenti allacciati a un determinato IDA), dalla capacità di trattenimento dell'IDA (allo stato attuale, per le sostanze considerate nello studio, scadente) e dalla portata naturale del corso d'acqua al momento del prelievo (fattore di diluizione delle acque di scarico depurate nel ricettore).³ I risultati delle indagini della CIP AIS 2013 sui fiumi immissari del Lago di Lugano si sono rivelati in linea con tale modello.

Una volta immessi nel Lago Ceresio, gli inquinanti subiscono in prima battuta una forte diluizione, che a sua volta dipende anche dal luogo (dal bacino) in cui le acque vengono immesse. Il destino ambientale successivo viene determinato da molte variabili, quali le caratteristiche chimico-fisiche dei microinquinanti e le peculiarità dell'ecosistema lacustre, ed è di difficile valutazione teorica. Ad ogni modo, in grandi linee è possibile sottolineare la particolare struttura morfologica del Lago di Lugano, suddiviso in tre sottobacini, con diversi fiumi immissari e solo un emissario, il Tresa, situato nell'ultimo sottobacino di dimensioni ridotte. Il bacino nord (a nord del ponte-diga di Melide) è profondo (profondità massima 288 m) e possiede un volume importante (4.69 km³) rispetto al bacino imbrifero, implicando un tempo teorico di ricambio delle acque piuttosto lungo (12.3 anni). Il bacino sud per contro è meno profondo (profondità massima 95 m) e meno voluminoso (1.14 km³), con un ricambio delle acque più veloce (tempo teorico di ricambio 1.4 anni). Considerando queste caratteristiche e il fatto che le acque reflue della città di Lugano, benché appartenenti geograficamente al bacino nord, vengono trattate dall'IDA di Bioggio e scaricate nel bacino sud, è possibile prevedere un gradiente crescente di microinquinanti lungo l'asse di deflusso delle acque del lago fino al bacino di Ponte Tresa. Quanto emerso dalle indagini CIP AIS 2014 conferma queste aspettative.

Fiumi immissari

Nel corsi d'acqua, 42 microinquinanti diversi sono stati rilevati in almeno un'occasione, mentre le restanti 110 sostanze ricercate non sono state ritrovate in nessun campione. Il maggior numero di sostanze in un singolo campione, 28, è riconducibile al prelievo di ottobre dal fiume Vedeggio mentre un solo campione, proveniente dalla Magliasina, è risultato esente da tutti i contaminanti (Figura 6). La Magliasina è anche l'unico dei fiumi analizzati sul quale non gravita nessuno scarico di IDA e per questo motivo è risultato il corso d'acqua in assoluto meno soggetto alla presenza di microinquinanti.

In generale, la contaminazione di base è risultata diminuire nell'ordine: Veduggio \approx Scairolo \approx Laveggio > Bolletta > Cassarate \approx Livone > Cuccio > Magliasina. Escludendo la Magliasina, in tutti i corsi d'acqua sono stati misurati in maniera ubiquitaria e senza sorprese il Benzotriazol e diversi dolcificanti artificiali, sostanze che allo stato attuale non vengono trattenute dagli IDA. Con tenori medi compresi tra 120 e 1555 ng/l, le concentrazioni maggiori in assoluto sono risultate essere quelle dell'Acesulfam, un additivo edulcorante presente in diverse derrate alimentari (E950). Dal punto di vista ecotossicologico, la rilevanza in natura di questo inquinante è subordinata a quella di molecole concepite per influire sui processi biologici come i farmaci, i biocidi o i fitosanitari.

Nonostante l'ampia parametrizzazione, solo tre principi attivi della classe dei biocidi e/o dei fitosanitari sono risultati rivelabili in almeno un'occasione. Si tratta degli erbicidi Triclopyr e MCPA e del repellente per insetti DEET. Questa osservazione è spiegabile sia con la tipologia dello studio, non concepita per misurare efficacemente le emissioni limitate a livello temporale, sia con uno sfruttamento del territorio poco legato alle attività di produzione agricola.

L'andamento delle concentrazioni di farmaci e dei loro prodotti di trasformazione sono risultate analoghe alla contaminazione di base. La Figura 7 illustra il risultato per gli otto corsi d'acqua.

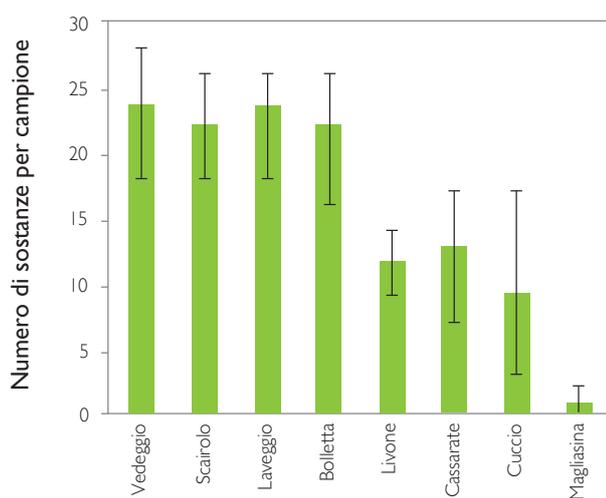


Figura 6: Numero di sostanze diverse mediamente rilevate nei campioni dei fiumi. Sono indicate media, minimo e massimo.

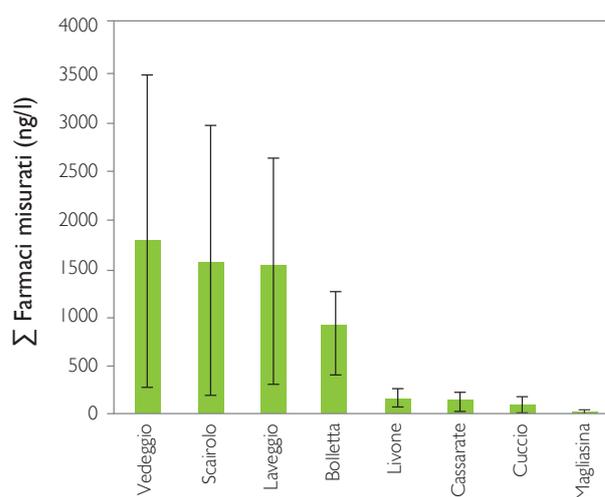


Figura 7: Somma delle concentrazioni di farmaci e dei loro prodotti di trasformazione rilevati in singoli campioni. Sono indicate media, minimo e massimo.

Singolarmente, l'antiinfiammatorio e analgesico Diclofenac è risultata la sostanza più presente nel Vedeggio e nello Scairolo. Altri analgesici si sono per contro rivelati dominanti del Laveggio (N-Acetyl-4-aminoantipyrin, metabolita del Metamizolo) e nei fiumi Bolletta e Livone (Paracetamolo). Infine, nel Cassarate la sostanza maggiormente individuata è stata un metabolita dell'antiepilettico Carbamazepim. Dai risultati, come ci si potrebbe aspettare a fronte di un maggiore utilizzo nella stagione fredda, è emerso che i residui di farmaci più elevati in assoluto sono stati osservati nei campioni raccolti in ottobre e dicembre.

Lago Ceresio

In considerazione degli effetti di diluizione nelle acque del Lago Ceresio, con un minimo di 4 a un massimo di 14 sostanze in ogni singolo campione, sono generalmente state rilevate meno sostanze e concentrazioni più basse rispetto a quelle dei fiumi immissari. In effetti, solo il 12% degli analiti (19 in totale) è stato rilevato almeno una volta nelle acque del lago, a fronte del 27% dei fiumi immissari. I dati indicano che sia il numero di microinquinanti che le loro quantità aumentano, come ipotizzabile, lungo l'asse di deflusso delle acque del lago da est verso ovest, mostrando una dipendenza solo marginale rispetto alla profondità di prelievo (Figure 8 e 9).

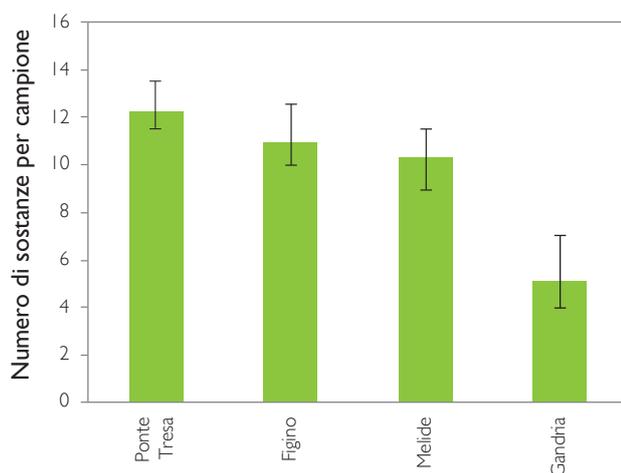


Figura 8: Numero di sostanze diverse mediamente rilevate nei campioni del Ceresio, mediate per i 2 campioni a diverse profondità. Sono indicate media, minimo e massimo di quattro prelievi.

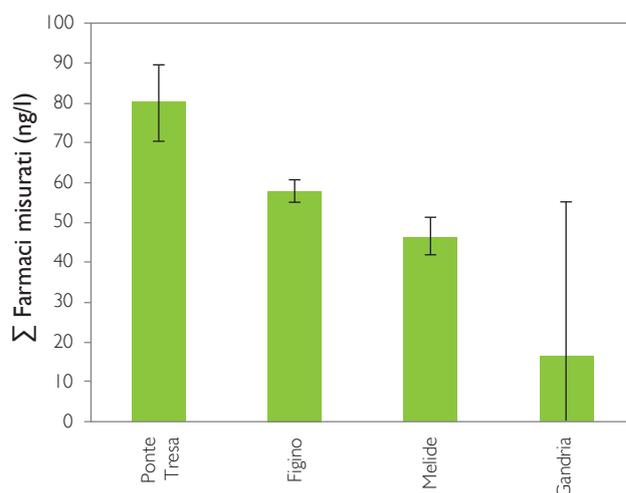


Figura 9: Somma delle concentrazioni di farmaci e dei loro prodotti di trasformazione, mediate per i 2 campioni a diverse profondità. Sono indicate media, minimo e massimo di quattro prelievi.

Diverse delle 19 sostanze ritrovate sono conosciute come molecole molto stabili nell'ambiente senza che, praticamente, avvengano processi di degradazione apprezzabili. Non è pertanto una sorpresa che tali sostanze siano state misurate nelle acque del lago. Tra queste rientrano i Benzotriazoloni, la Carbamazepin con il suo metabolita 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin e i quattro dolcificanti Acesulfam, Cyclamat, Saccharin e Sucralose.⁹ Per altri inquinanti misurabili, invece, sono conosciuti dei processi di degradazione più o meno lenti. È il caso del Diclofenac e del Sulfamethoxazol, che possono venire degradati abbastanza efficacemente per via fotolitica. La loro osservazione nelle acque del lago è spiegabile, accanto alla degradazione fotolitica, da un apporto relativamente regolare e rilevante alla fonte.

Tra le 19 sostanze rinvenute nel lago ne figurano solamente due mai misurate nei fiumi immissari. Si tratta degli erbicidi Simazina e Desethylterbutylazin (prodotto di trasformazione), appartenenti alla classe delle triazine. Queste molecole sono conosciute per essere direttamente o indirettamente (con riferimento ai loro prodotti di trasformazione) molto stabili nell'ambiente.

Con tutta probabilità, la dinamica di immissione da sedimenti inquinati, nei quali basse concentrazioni di questi inquinanti possono essere presenti, è all'origine di una immissione discontinua nelle acque del lago. L'unica altra sostanza della classe dei fitosanitari o dei biocidi misurabile almeno una volta è risultata essere il repellente per insetti DEET. Pertanto, i risultati indicano che biocidi e fitosanitari rappresentano un problema minore per la qualità delle acque del lago di Lugano.

L'effetto di maggiori residui lungo l'asse di deflusso delle acque del lago è ben riconoscibile per la categoria dei farmaci. La figura 9 illustra la crescente contaminazione delle acque da est (stazione di Gandria) verso ovest (stazione di Ponte Tresa). Mediamente, le acque del bacino nord sono apparse circa 5 volte meno contaminate se confrontate con quelle del bacino di Ponte Tresa. All'interno del bacino sud, le stazioni di Figino e Melide hanno fornito il quadro di una contaminazione comparabile.

Come nei fiumi, anche nel Lago Ceresio la sostanza presente nelle concentrazioni in assoluto più alte è risultata essere l'Acesulfam (mediamente e in funzione del luogo da circa 70 a 280 ng/l). I farmaci rilevati più frequentemente sono due metaboliti 10,11-Dihydro-10,11-dihydroxycarbamazepin e N-Acetyl-4-aminoantipyrin, seguiti dall'antibiotico Sulfamethoxazol. Confrontando i risultati con i dati disponibili per i laghi di Costanza e Lemano, i tenori di microinquinanti nel Ceresio possono essere giudicati come analoghi o leggermente superiori per le acque del bacino sud e chiaramente inferiori per quanto quelle del bacino nord.

Situazione generale il Lago Ceresio e conclusioni

In assenza di valori di legge per i residui di farmaci, le concentrazioni di microinquinanti rinvenute nelle acque dei fiumi immissari e del Lago Ceresio possono essere confrontate con i criteri ecotossicologici disponibili per valutare il possibile rischio nei confronti degli organismi acquatici. I criteri riconosciuti a livello svizzero vengono stabiliti e continuamente aggiornati dal Centro Ecotossicologico dell'Eawag e sono disponibili online.⁷ Vengono riportati dei valori soglia denominati MAC-EQS (concentrazione massima acuta) e AA-EQS (concentrazione media cronica). Se le concentrazioni nelle acque superano nell'immediato i valori MAC-EQS e/o ripetutamente i valori AA-EQS, non possono venire esclusi degli effetti negativi.

Sia in relazione ai fiumi immissari sia alle acque del lago, la sostanza più critica dal profilo ecotossicologico è risultata essere l'analgico Diclofenac, per il quale è stato fissato un valore valore AA-EQS di 50 ng/l. Considerando i residui medi riscontrati nei corsi d'acqua, la soglia è stata superata nei fiumi Vedeggio, Scairolo, Bolletta e Lavaggio. Assieme al Diclofenac, anche gli antibiotici Azithromycin e Clarithromycin hanno superato nei quattro fiumi citati una o più volte i rispettivi criteri di qualità AA-EQS o MAC-EQS, implicando possibili effetti negativi sugli organismi acquatici. In relazione a questa conclusione, va comunque sottolineato come i criteri di qualità siano conservativi e fissati con ampi margini di sicurezza. Per contro, le acque del lago non hanno mostrato nessun valore oltre le soglie definite dal Centro Ecotossicologico. In particolare, i residui di Diclofenac con concentrazioni medie di 14 ng/l (massimo 45 ng/l) a Ponte Tresa, 7 ng/l (massimo 14 ng/l) a Figino e <10 ng/l a Melide e Gandria, non hanno mai superato la soglia di 50 ng/l.

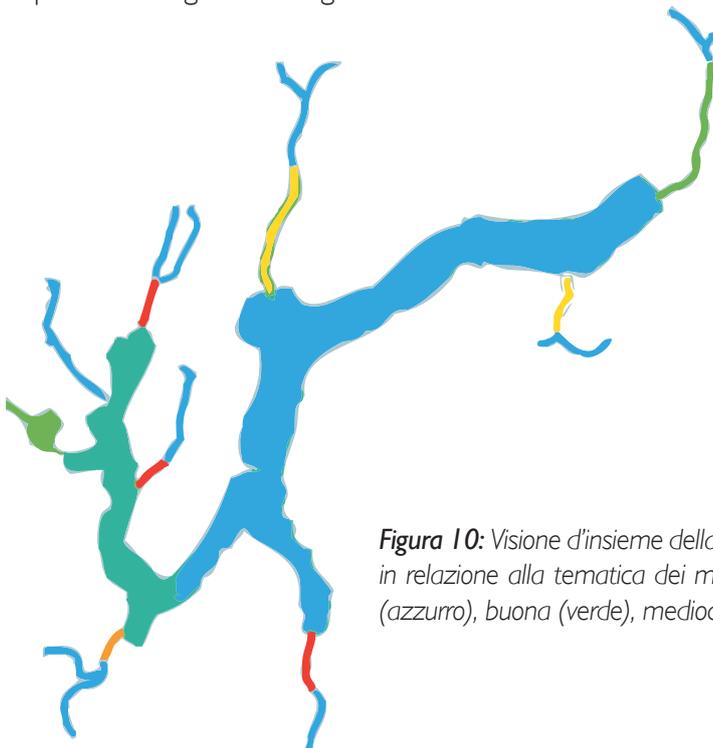


Figura 10: Visione d'insieme della qualità delle acque del Lago Ceresio e dei suoi immissari in relazione alla tematica dei microinquinanti. I colori indicano una qualità molto buona (azzurro), buona (verde), mediocre (giallo), insoddisfacente (arancio) e cattiva (rosso)

La Figura 10 fornisce un'immagine complessiva della qualità delle acque del Lago di Lugano e dei suoi principali immissari in relazione alla tematica dei microinquinanti. Il risultato è basato sulle concentrazioni medie di Diclofenac ottenute nell'ambito delle campagne CIPAIS. La scala adottata è stata ripresa dalla referenza 1, allestendo una classificazione (prudenziale) variabile da "Molto buono" a "Cattivo".

Nell'allestimento della figura, è stato ipotizzato che la contaminazione dei fiumi, misurata alla foce, derivi esclusivamente dall'immissione degli scarichi degli IDA presenti a monte e che la qualità delle acque sia la medesima nel percorso dal punto di immissione alla foce. Per le acque del lago è stato inoltre ipotizzato un gradiente crescente lungo l'asse di deflusso delle acque.

Mentre le acque del lago possono essere considerate di qualità da buona a molto buona, sussistono come già evidenziato delle necessità di miglioramento per le acque dei fiumi immissari, in particolare Vedeggio, Scairolo, Lavaggio e Bolletta a valle degli IDA.

4.2. Risultati Canale del Piano di Magadino (prelievi 2015)

Risultati

Le analisi dei 49 campioni di acqua raccolti dal canale sul Piano di Magadino hanno mostrato la presenza in uno o più campioni di 105 sostanze diverse sul totale di 277 ricercate. Di queste, 100 riguardano i pesticidi (prodotti fitosanitari e/o biocidi) e i loro prodotti di trasformazione. Considerate singolarmente, le concentrazioni sono risultate di norma contenute: nell'88% dei casi ≤ 50 ng/l e nel 6% dei casi comprese tra 50 e 100 ng/l. Solo nel restante 6% dei casi sono state misurate concentrazioni di singole sostanze superiori a 100 ng/l. D'altra parte, la presenza simultanea di molti principi attivi - mediamente 27 e fino a 50 - in tutti i campioni, implica delle concentrazioni complessive di microinquinanti elevate (Figura 11). In 8 campioni, corrispondenti all'8% del tempo considerato nell'ambito dello studio, il tenore complessivo di pesticidi è risultato superiore a 1 mg/l.

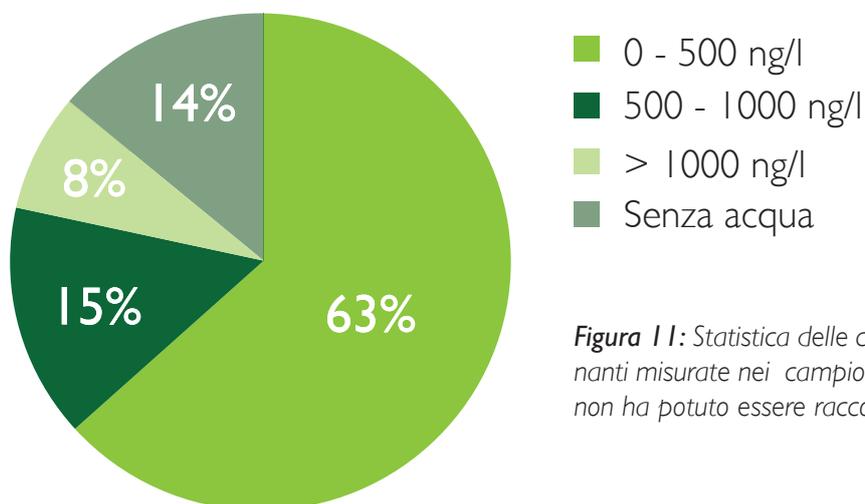


Figura 11: Statistica delle concentrazioni complessive di microinquinanti misurate nei campioni semigiornalieri. Il 14% di tali campioni non ha potuto essere raccolto per mancanza d'acqua nel canale.

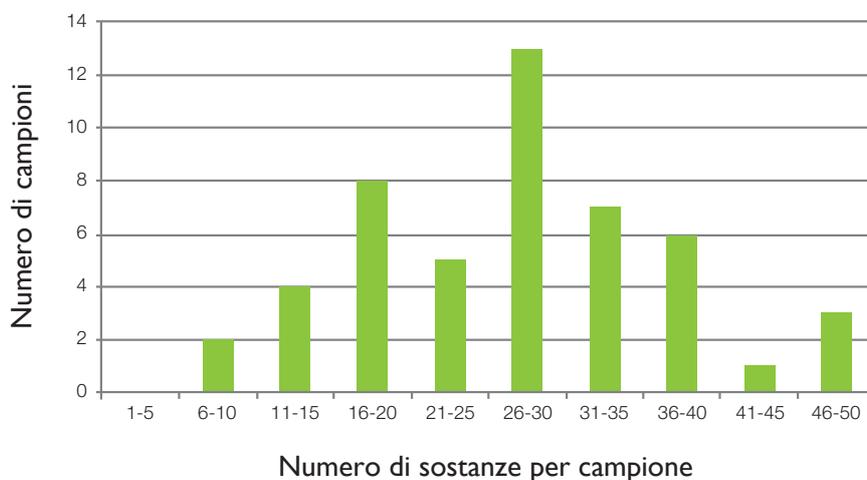


Figura 12: Numero di sostanze rinvenute all'interno dei 49 campioni semigiornalieri analizzati (media: 27; minimo: 9; massimo: 50). Campioni singoli, raccolti durante eventi di precipitazioni meteoriche, contengono mediamente più sostanze rispetto ai campioni misti.

I pesticidi rilevati più frequentemente (35 o più volte) sono gli erbicidi Linuron e Metolachlor, i fungicidi Metalaxyl-M, Azoxystrobin, Difenoconazole, Propamocarb e Penconazole, il biocida DEET, i prodotti di trasformazione Terbutylazin-desethyl, Atrazin-2-Hydroxy e Azoxystrobin - acido e l'erbicida & biocida Mecoprop.

Sono stati individuati solo due principi attivi non ammessi per l'utilizzo all'interno di prodotti fitosanitari o biocidi nel 2015: Atrazina (in 8 campioni) e Diazinon (in 10 campioni). L'Atrazina, non più impiegata in agricoltura da diversi anni, è presente in maniera ubiquitaria nell'ambiente a seguito del vasto utilizzo nel passato e dell'elevata persistenza ambientale. I residui di Atrazina e dei suoi prodotti di trasformazione nelle acque sono spiegabili con il dilavamento di tracce ancora presenti nei terreni. Il ritrovamento di Diazinon, proibito quale principio attivo nei PF o nei biocidi dal 2013, può essere invece spiegabile con l'uso di prodotti obsoleti oppure, più probabilmente, a seguito di un impiego in ambiti differenti, quale il settore veterinario. Complessivamente, è possibile concludere come i risultati non abbiano mostrato un'evidenza diretta di un utilizzo di prodotti fitosanitari o biocidi vietati.

Tranne qualche eccezione, è possibile notare, in linea con le aspettative, una forte correlazione tra il carico di microinquinanti e le precipitazioni. Per effetto del dilavamento, sia le concentrazioni di pesticidi sia numero delle sostanze rilevabili nei campioni sono risultate aumentare in corrispondenza di eventi di pioggia significativi (Figura 13).

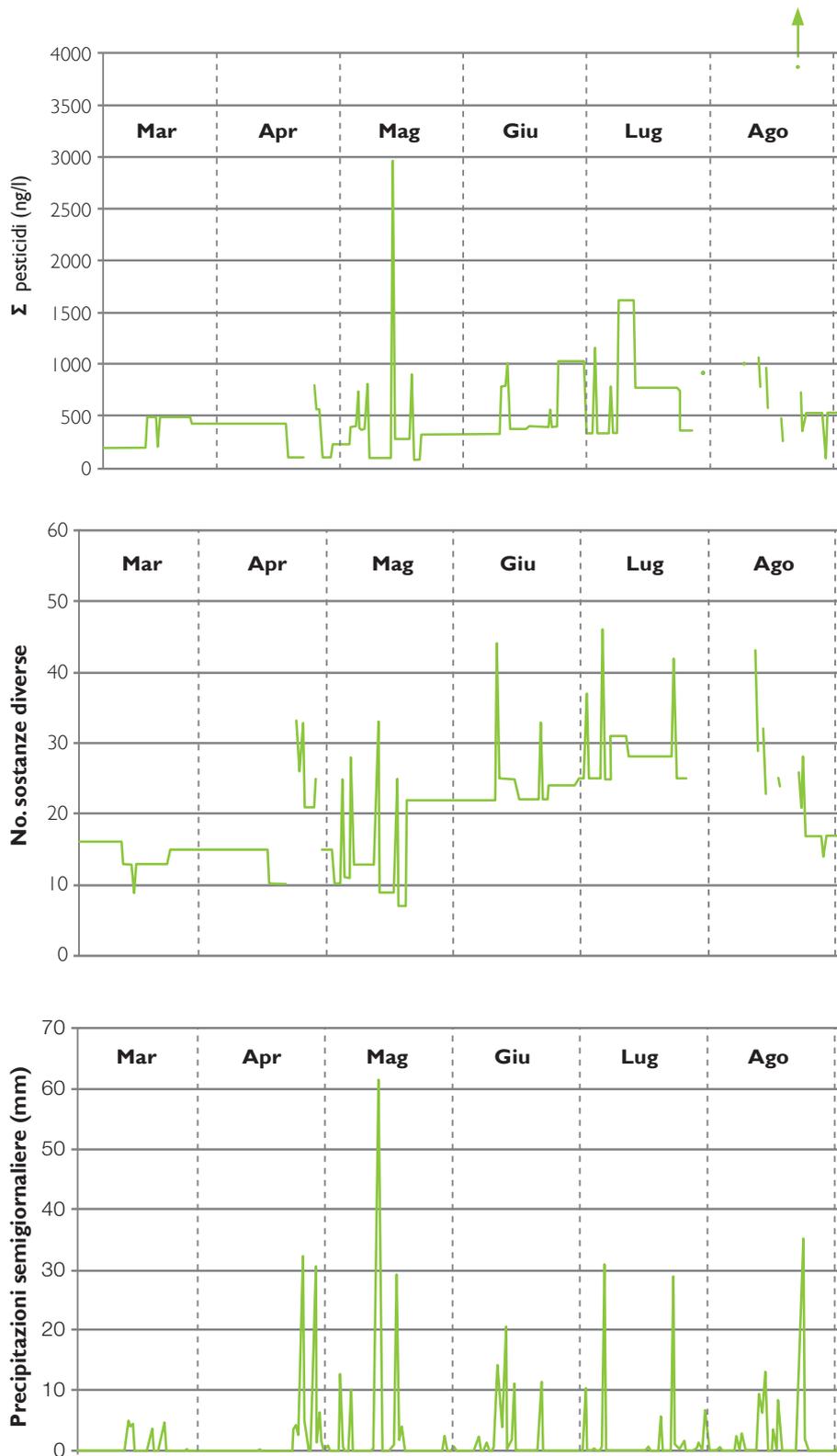


Figura 13: Concentrazioni complessive di pesticidi (grafico in alto), numero di sostanze rilevate (grafico al centro) e precipitazioni semigiornaliere (grafico in basso, stazione Meteosuisse di Magadino) durante il periodo di studio (marzo – inizio settembre 2015). L'elevata concentrazione di pesticidi nel campione semigiornaliero del 22 di agosto, 11.8 $\mu\text{g/l}$ e fuori scala, è indicata nel grafico in alto con la freccia.

I dati permettono di determinare sostanza per sostanza la presenza nel tempo di residui nel canale, allo scopo di verificare la corrispondenza in rapporto ai tipici, talvolta ben definiti, periodi di applicazione. La figura 14 riporta a titolo di esempio i valori ottenuti per l'erbicida Oryzalin, l'insetticida Buprofezin e il biocida DEET. L'Oryzalin è un PA residuale, omologato in diversi ambiti per la lotta ad alcune erbe annuali. In qualità di antigermogliante, viene applicato esclusivamente nel periodo primaverile per prevenire la germinazione delle infestanti, che avviene proprio in questo periodo. Il ritrovamento di residui puntuali di Oryzalin nel canale dalla seconda metà di aprile a metà maggio è in linea con i tipici periodi di applicazione. La Buprofezin è un PA di contatto che inibisce la crescita di alcuni insetti negli stadi giovanili. È contenuto nel prodotto Applaud, prescritto per la lotta obbligatoria indiretta contro la flavescenza dorata, un organismo di quarantena. Per promuovere una lotta efficace e coordinata, da diversi anni la Sezione dell'agricoltura ordina ai viticoltori l'utilizzo di Applaud contro l'insetto vettore, lo *Scaphoideus titanus*, in due precisi momenti dell'anno. Nel corso del 2015 sono stati indicati il primo trattamento tra l'8 e il 14 giugno e un secondo trattamento a 15 giorni di distanza. La dinamica osservata per i residui di Buprofezin nel canale è coerente con le istruzioni descritte. Da ultimo, il DEET trova vasto impiego all'interno di biocidi concepiti quali repellenti agli insetti in generale e alle zanzare in particolare. Nel 2015 i fastidi dovuti alle zanzare hanno raggiunto il punto massimo nel mese di agosto durante il quale, per esempio, il numero di uova recensito dal monitoraggio per la presenza della Zanzara tigre sul territorio è risultato massimo.¹⁰ È pertanto comprensibile un maggiore impiego di repellenti per zanzare proprio durante il mese di agosto.

È istruttivo infine evidenziare e discutere i dati ottenuti per il campione semigiornaliero prelevato il 22.8.2015 e risultato, con una somma di pesticidi di 11.8 µg/l (11800 ng/l), chiaramente più contaminato rispetto ai restanti 48 campioni (Figura 13). L'anomala contaminazione in questo campione è principalmente dovuta a quattro principi attivi fitosanitari ben precisi: il Fenamidone con 650 ng/l e l'Iproualicarb con 1000 ng/l, due fungicidi contro peronospora, il Fluopyram con 1000 ng/l, un fungicida antibotritico o utile contro altre malattie e il Propyzamide con 8000 ng/l, un erbicida residuale. L'ambito d'uso omologato che accomuna tutti questi principi attivi è quello della viticoltura. Il ritrovamento nella seconda metà del mese di agosto non è tuttavia spiegabile né con tutti i periodi di applicazione previsti né con un effetto particolare delle precipitazioni. Di conseguenza, è plausibile che l'anomalia sia da ricondurre a una gestione e/o ad uno smaltimento scorretto di prodotti fitosanitari o dei loro residui da parte di un viticoltore. Visto il tempo trascorso dal prelievo alla disponibilità dei risultati analitici, è estremamente difficile ipotizzare l'esecuzione di indagini mirate per risalire ad eventuali responsabilità. Questi risultati confermano l'importanza di una corretta gestione e di un corretto smaltimento dei prodotti fitosanitari.

Qualità delle acque e conclusioni

L'Allegato 2 dell'Ordinanza sulla Protezione delle Acque (OPAc) stabilisce le esigenze generali relative alla qualità delle acque superficiali, indicando tra i requisiti la presenza massima di 0.1 µg/l di singoli pesticidi appartenenti alle classi dei biocidi e dei fitosanitari. I risultati ottenuti mostrano che solo 16 campioni su 49 (33%) hanno rispettato tale requisito, mentre i restanti 33 campioni contenevano al loro interno uno o più pesticidi in concentrazioni superiori al limite di 0.1 µg/l (100 ng/l). Si tratta prevalentemente, ma non solo, dei campioni semigiornalieri non miscelati, raccolti in concomitanza con i periodi di pioggia. Rapportato sul periodo dell'indagine ed esclusi i giorni in cui il canale è risultato in secca, si può desumere che nei 113 giorni (il 72% del tempo) il requisito di qualità definito dall'OPAc non è stato rispettato.

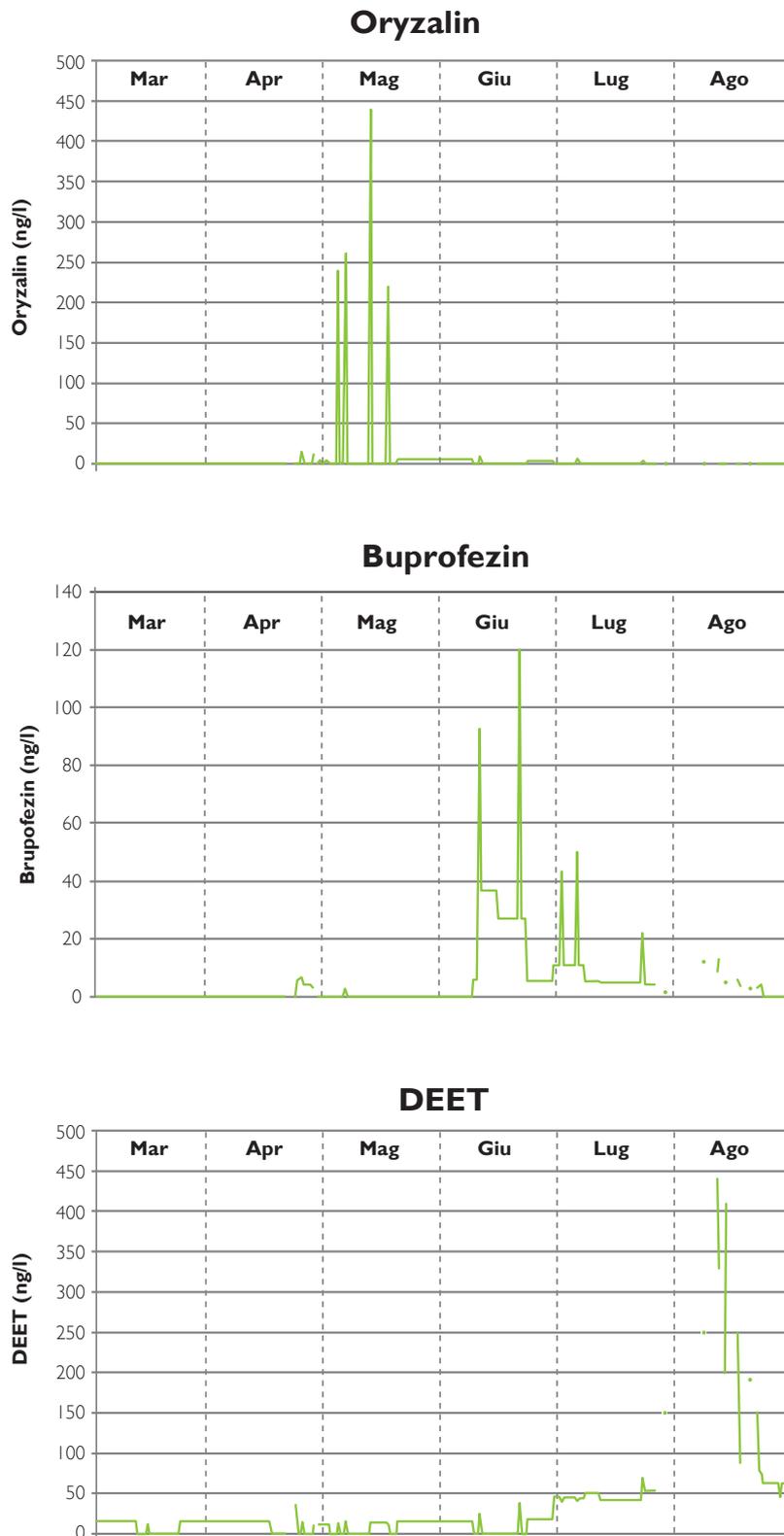


Figura 14: Concentrazioni di tre pesticidi rilevati durante il periodo di studio sul canale del Piano di Magadino (marzo - inizio settembre 2015). I residui maggiori di Oryzalin, Buprofezin e DEET sono osservati nei rispettivi periodi durante i quali è lecito attendersi i rispettivi picchi di impiego (vedi testo).

All'origine dei superamenti si possono individuare questi inquinanti: 6 fungicidi (Azoxystrobin, Difenocnazole, Fenamidone, Fluopyram, Iprovalicarb, Propamocarb), 6 erbicidi (Dicamba, Linuron, Metazachlor, Metolachlor, Oryzalin, Propyzamide), un insetticida (Buprofezin), un insetticida & biocida (Mecoprop) e un biocida (DEET).

Per le 105 sostanze rinvenute almeno una volta nelle acque del canale, attualmente sono disponibili 35 valutazioni del Centro Ecotossicologico dell'Eawag con i relativi riferimenti MAC-EQS e AA-EQS.⁷ Complessivamente, i risultati hanno mostrato in 12 dei 49 campioni uno o più superamenti dei valori AA-EQS, corrispondenti a 43 giorni di superamento durante il periodo di indagine. In nessun caso sono invece state superate le soglie dei MAC-EQS. Le 7 sostanze oltre i criteri AA-EQS sono prevalentemente erbicidi (Linuron, Metazachlor, Metolachlor, Metribuzin, Nicosulfuron), accompagnate da un fungicida (l'Azoxystrobin) e da un insetticida & biocida (Thiacloprid). La sostanza che ha superato con maggiore frequenza il rispettivo valore AA-EQS, l'erbicida Metazachlor, ha anche presentato un valore massimo (270 ng/l) prossimo al rispettivo limite MAC-EQS (280 ng/l).

In conclusione, considerando i riferimenti disponibili, dal profilo ecotossicologico i risultati non sono né soddisfacenti né allarmanti, visto che i superamenti dei valori AA-EQS non sono stati continui. Va sottolineato come gli erbicidi siano emersi quale categoria di sostanze più problematica per i possibili effetti a lungo termine sulle acque del canale.

Il superamento dei criteri per l'ecotossicità cronica è avvenuto in particolare nelle prime due settimane di luglio per le piante acquatiche, particolarmente sensibili agli erbicidi. L'insorgere di possibili effetti negativi è stato anche dimostrato sulla base di test ecotossicologici, promossi ad-hoc. Per contro, durante tutto il periodo di analisi il rischio cronico per gli invertebrati ed i vertebrati (pesci) è risultato sopportabile.⁶

Il frequente superamento dei requisiti di qualità fissati dall'OPAc impone in ogni caso di ridurre la presenza dei residui di fitosanitari e di biocidi nel corso d'acqua anche perché, per molti principi attivi, non sono ancora disponibili dei valori di riferimento consolidati e utili a una valutazione esaustiva del rischio. Infine, benché tutt'altro che soddisfacente, la qualità delle acque del canale del Piano di Magadino è risultata migliore rispetto a quella degli altri quattro corsi d'acqua indagati nell'ambito dello studio promosso dall'Eawag e dall'UFAM, probabilmente perché il relativo bacino imbrifero presenta un'intensità di sfruttamento agricolo minore.⁶

5. CONCLUSIONI GENERALI E PROSPETTIVE

I risultati degli studi discussi confermano che, come nel resto della Svizzera,^{1,2} anche in Ticino è necessario agire per ridurre la presenza di microinquinanti idrosolubili nelle acque superficiali e in particolare nei corsi d'acqua.

Allo scopo di ridurre le emissioni continue dagli IDA, nel 2014 il Parlamento ha approvato la proposta del Consiglio federale di un finanziamento su scala nazionale di CHF 1.2 miliardi di franchi per potenziare circa 120 impianti. La legge sulla protezione delle acque è stata modificata di conseguenza e, in base al principio di causalità, è stata introdotta a partire dal 2016 una tassa nazionale di 9 CHF per abitante allacciato permanente, limitata fino al 2040. Sulla base di criteri federali e cantonali, sono stati individuati gli impianti da potenziare in Ticino: IDA di Bioggio (scarico nel Vedeggio), Mendrisio-Rancate (scarico nel Laveggio), Barbengo (scarico nello Scairolo) e Vacallo (scarico nel Breggia).¹¹ Grazie all'adozione di trattamenti mirati alla gestione dei microinquinanti, il potenziamento degli impianti citati rappresenta un passo decisivo verso la risoluzione delle criticità ambientali per i fiumi Vedeggio, Laveggio e Scairolo.

Per contrastare l'emissione di microinquinanti provenienti da fonti diffuse, particolarmente impattanti su corsi d'acqua di piccole dimensioni come il canale del Piano di Magadino, sono invece previste misure differenziate e tutt'ora in discussione a diversi livelli. In relazione ai prodotti fitosanitari è stato recentemente posto in consultazione uno specifico piano d'azione federale che prevede la riduzione del 50 per cento dei rischi connessi a questi prodotti.¹² Le diverse misure proposte includono la diminuzione dell'impiego alla fonte e la limitazione degli impatti, in particolare quelli sulle acque superficiali, al di fuori delle particelle trattate. Il piano prevede inoltre lo sviluppo di nuove misure per ridurre ulteriormente l'utilizzo e gli effetti dei fitosanitari. Tra le azioni da promuovere figurano anche la divulgazione dei dati e la sensibilizzazione di tutti gli attori coinvolti.

Ringraziamenti

Si ringraziano gli enti (in particolare la CIP AIS, l'Eawag e la piattaforma "qualità dell'acqua" di VSA) e le persone che, tramite il sostegno finanziario e rispettivamente l'esecuzione delle indagini, hanno permesso la realizzazione degli studi riassunti e discussi nel presente rapporto.

6. BIBLIOGRAFIA

- 1 Götz C.W., Kase R. e Hollender, J. 2010. Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf
- 2 Braun Ch., Gälli R., Leu Ch., Munz N., Schindler Wildhaber Y., Strahm I. e Wittmer I. 2015. Micropolluants dans les cours d'eau provenant d'apports diffus. Analyse de la situation. Office fédéral de l'environnement, Berne. Etat de l'environnement No. 1514.
- 3 Abegglen C. e Siegrist, H. 2012. Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundeasamt für Umwelt, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 1-210.
- 4 Solcà N., Pessina A., Ranieri G., Simona M. 2014. Microinquinanti in otto immissari del Lago di Lugano. Lago di Lugano, indagine sulle sostanze pericolose: Rapporto annuale 2013. Ed. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: 1-34.
- 5 Solcà N., Pessina A., Ranieri G., Simona M. 2015. Microinquinanti nelle acque del Lago di Lugano. Lago di Lugano, indagine sulle sostanze pericolose: Rapporto annuale 2014. Ed. Commissione Internazionale per la protezione delle acque italo-svizzere: 1-29.
- 6 Doppler T., Mangold S., Wittmer I.K., Spycher S., Comte R., Stamm C., Singer H., Junghans M. 2017. NAWA-Spez Kampagne untersucht Bäche in Gebieten intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Aqua & Gas, 4: 46-56. Langer M., Junghans M. Spycher S., Koster M., Baumgartner C., Vermeirssen E., Werner I. 2017. Hohe Oekotoxikologische Risiken in Bächen. Aqua & Gas, 4: 58-67.
- 7 Oekotoxzentrum. 2016. L'elenco di MAQ-EQS e AA-EQS viene aggiornato alla pagina web dell'Oekotoxzentrum: www.oekotoxzentrum.ch/qualitaetskriterien.
- 8 Wittmer I.K., Moschert Ch., Simovic J., Singer H., Stamm C., Hollender, J., Junghans, M. 2014. Ueber 100 Pestizide in Fließgewässern - Programm NAWA Spez zeigt die hohe Pestizid-Belastung der Schweizer Fließgewässer auf. Aqua & Gas, 3: 32-43.
- 9 Longrée P., Singer H., Moschet C., Götz C., Schärer M., Keusen M. 2011. Organische Mikroverunreinigungen im Bodensee - Analyse und Bewertung der Situation in See und Einzugsgebiet. GWA. 7: 495-505.
- 10 Gruppo lavoro zanzare (GLZ). 2016. Sorveglianza e controllo della zanzara tigre, Aedes albopictus (Stegomyia albopicta), in Ticino. Rapporto di attività 2015.
- 11 Ufficio della protezione delle acque e dell'approvvigionamento idrico (UPAAI). 2015. Impianti di depurazione (IDA) - Pianificazione e progettazione - Strategia microinquinanti. Disponibile online al sito: www.ti.ch/acqua → Impianti di depurazione → Pianificazione e progettazione → Prospettive - Microinquinanti.
- 12 Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG). Bozza del 4 luglio 2016. Piano d'azione per la riduzione del rischio e l'utilizzo sostenibile dei prodotti fitosanitari. Disponibile online al sito: www.ufag.admin.ch → Produzione sostenibile → Protezione dei vegetali → Prodotti fitosanitari → Piano d'azione dei prodotti fitosanitari.

Allegato I - Sostanze ricercate negli studi CIP AIS con prelievi nel 2013 e nel 2014. Sono indicate le classi di appartenenza: Prodotti fitosanitari e biocidi (BF), Farmaci (Fa), Prodotti di trasformazione (PT) e Altri (Al). Le sostanze rinvenute almeno una volta nelle acque dei fiumi immissari sono sottolineate, quelle rinvenute almeno una volta nelle acque del lago sono indicate in grassetto.

Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza
BF	Ametryn	BF	Metoxuron	BF	Pentachlorphenol
BF	Atrazin	BF	Monolinuron	BF	Clodinafop-propargylester
BF	Azinphos-methyl	BF	Monuron	BF	Flufenacet
BF	Azinphos-ethyl	BF	Napropamid	BF	Flurtamone
BF	Azoxystrobin	BF	Parathion-methyl	Fa	Benzafibrat
BF	Bitertanol	BF	Parathion-ethyl	Fa	<u>Carbamazepin</u>
BF	Bromacil	BF	Propiconazol	Fa	<u>Clofibrinsäure</u>
BF	Carbetamid	BF	Prosulfocarb	Fa	<u>Diazepam</u>
BF	Carbofuran	BF	Penconazol	Fa	<u>Diclofenac</u>
BF	Chloridazon	BF	Phenmedipham	Fa	Etofibrat
BF	Chloroxuron	BF	Prometryn	Fa	Fenofibrat
BF	Chlortoluron	BF	Procymidon	Fa	<u>Fenofibrinsäure</u>
BF	Cyanazin	BF	Propazin	Fa	Fenoprofen
BF	Cyproconazol	BF	<u>Simazin</u>	Fa	<u>Gemfibrozil</u>
BF	Desmetryn	BF	Tebuconazol	Fa	<u>Ibuprofen</u>
BF	Dichlofluanid	BF	Terbutryn	Fa	Indomethacin
BF	Difenoconazol	BF	Terbutylazin	Fa	<u>Ketoprofen</u>
BF	Diflubenzuron	BF	Triadimefon	Fa	<u>Naproxen</u>
				Fa	Oleandomycin
				Fa	<u>Roxithromycin</u>
				Fa	Spiramycin
				Fa	Tylosin
				Fa	Sulfadiazin
				Fa	Sulfadimidin
				Fa	Sulfamerazin
				Fa	<u>Sulfamethoxazol</u>
				Fa	<u>Sulfapyridin</u>
				Fa	Amoxicillin
				Fa	Cloxacillin
				Fa	Dicloxacillin
				Fa	Virginiamycin
				Fa	Nafcillin
				Fa	Oxacillin
				Fa	Penicillin G
				Fa	Penicillin V
				Fa	<u>Chloramphenicol</u>

Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza
BF	Diflufenican	BF	Triadimenol	Fa	Paracetamol	Fa	Dapson
BF	Dimefuron	BF	Vinclozolin	Fa	Pentoxifyllin	Fa	Furazolidon
BF	Diuron	BF	2,4-Dinitrophenol	Fa	<u>Atenolol</u>	Fa	<u>Metronidazol</u>
BF	Epiconazol	BF	2,4-D	Fa	Betaxolol	Fa	Ronidazol
BF	Epoxiconazol	BF	2,4-DB	Fa	<u>Bisoprolol</u>	Fa	<u>Trimethoprim</u>
BF	Ethidimuron	BF	2,4-DP (Dichlorprop)	Fa	Clenbuterol	PT	Desethylatrazin
BF	Ethofumesat	BF	2,4,5-T	Fa	Cyclophosphamid	PT	Desethylsimazin
BF	Fenarimol	BF	2,4,5-TP (Fenoprop)	Fa	Dimethylaminophenazon	PT	Desethylterbutylazin
BF	Fenbuconazol	BF	<u>MCPA</u>	Fa	Ifosfamid	PT	N-Acetyl-4-aminoantipyrin
BF	Fenuron	BF	MCPB	Fa	<u>Metoprolol</u>	PT	<u>N-Formyl-4-aminoantipyrin</u>
BF	Hexazinon	BF	<u>MCPP (Mecoprop)</u>	Fa	<u>Phenazon</u>	PT	10.1.1-Dihydro-10.1.1-di
BF	Isoproturon	BF	Bentazon	Fa	Pindolol		hydroxycarbamazepin
BF	Lenacil	BF	Bromoxynil	Fa	<u>Propranolol</u>	AI	Benzotriazol
BF	Linuron	BF	Clopyralid	Fa	Propyphenazon	AI	4-Methylbenzotriazol
BF	Metalaxyl	BF	DEET	Fa	Salbutamol	AI	5-Methylbenzotriazol
BF	Metamitron	BF	Dicamba	Fa	Simvastatin	AI	Acesulfam
BF	Metconazol	BF	Dinoseb	Fa	<u>Sotalol</u>	AI	Cyclamat
BF	Methabenzthiazuron	BF	DNOC	Fa	Terbutalin	AI	Saccharin
BF	Metobromuron	BF	Fluroxypr	Fa	<u>Azithromycin</u>	AI	Sucralose
BF	Metolachlor	BF	loxynil	Fa	<u>Clarithromycin</u>		
BF	Metribuzin	BF	Triclopyr	Fa	<u>Dehydrato-Erythromycin A</u>		

Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza	Cat.	Sostanza
PF-F	Fenhexamid	PF-E	Ethofumesate	PF-I	Carbofuran
PF-F	Fenpropidin	PF-E	Florasulam	PF-I	Chlorantraniliprole
PF-F	Fluazinam	PF-E	Elufenacet	PF-I	Chlorfenvinphos
PF-F	Eludioxonil	PF-E	Flumioxazin	PF-I	Clofentezine
PF-F	Eluopicolide	PF-E	Flupyrulfuron-methyl-sodium	PF-I	Diafenthiuron
PF-F	Eluopyram	PF-E	Flurochloridon	PF-I	Dimethoate
PF-F	Fluoxastrobin	PF-E	Eluroxpyr	PF-I	Fenazaquin
PF-F	Fluquinconazole	PF-E	Foramsulfuron	PF-I	Fenoxycarb
PF-F	Elusilazole	PF-E	Haloxifop	PF-I	Fenpyroximate
PF-F	Flutolanil	PF-E	Hexazinon	PF-I	Flonicamid
PF-F	Fubendazole	PF-E	Imazamox	PF-I	Hexythiazox
PF-F	Iprovalicarb	PF-E	Iodosulfuron-methyl-Natrium	PF-I	Methidathion
PF-F	Kresoxim-methyl	PF-E	loxynil	PF-I	Methiocarb
PF-F	Mandipropamid	PF-E	Isoxadifen-ethyl	PF-I	Methoxyfenozide
PF-F	Mepanipyrim	PF-E	Isoxaflutole	PF-I	Mevinphos
PF-F	Mepronil	PF-E	Lenacil	PF-I	Novaluron
PF-F	Metalaxyl-M	PF-E	Linuron	PF-I	Phosmet
PF-F	Metconazole	PF-E	MCPA	PF-I	Primicarb
PF-F	Metrafenone	PF-E	MCPB	PF-I	Primiphos-methyl
PF-F	Myclobutanil	PF-E	Mefenpyr-Diethyl	PF-I	Pymetrozine
PF-F	Penconazole	PF-E	Mesosulfuron-methyl	PF-I	Spirodiclofen
PF-F	Pencycuron	PF-E	Mesotrione	PF-I	Spirotetramat
PF-F	Picoxystrobin	PF-E	Metamitron	PF-I	Tebufenozide
PF-F	Prochloraz	PF-E	Metazachlor	PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion
				PF-I	Methiocarb
				PF-I	Methoxyfenozide
				PF-I	Mevinphos
				PF-I	Novaluron
				PF-I	Phosmet
				PF-I	Primicarb
				PF-I	Primiphos-methyl
				PF-I	Pymetrozine
				PF-I	Spirodiclofen
				PF-I	Spirotetramat
				PF-I	Tebufenozide
				PF-I	Tebufenpyrad
				PF-I	Fenazaquin
				PF-I	Fenoxycarb
				PF-I	Fenpyroximate
				PF-I	Flonicamid
				PF-I	Hexythiazox
				PF-I	Methidathion



Editore

Divisione dell'ambiente,
Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo

Concetto grafico

Stamperia del Dipartimento del territorio

Impaginazione

Stamperia del Dipartimento del territorio

Fotografie

Divisione dell'ambiente,
Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo

© Dipartimento del territorio, 2017
www.ti.ch