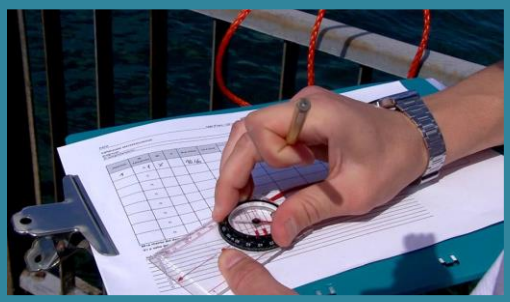
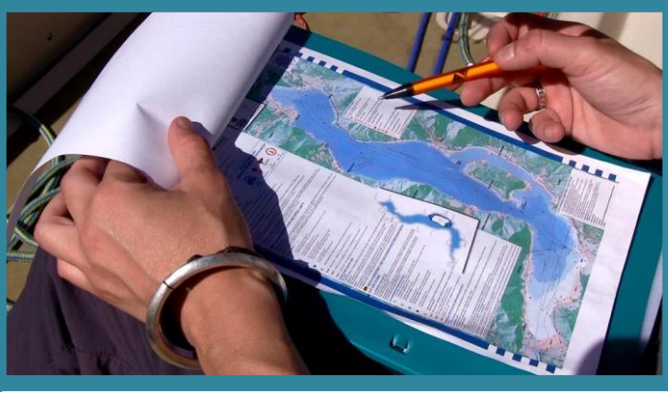
Microplastiche nelle acque interne italiane: le indagini della Goletta dei Laghi di Legambiente ed Enea





La Goletta dei laghi e le attività di monitoraggio

La Goletta dei Laghi è la campagna itinerante di Legambiente, di monitoraggio e informazione sullo stato di salute degli ecosistemi lacustri. Da dodici anni la Goletta dei Laghi rinnova il suo storico impegno nella mappatura dei problemi derivanti dalla cattiva o mancata depurazione nelle zone lacuali, potendo contare sul prezioso lavoro dei tecnici specializzati e il laboratorio mobile al seguito della campagna per le analisi microbiologiche.
Nell'edizione 2017 il tour ha riguardato 14 laghi italiani, da quelli prealpini sino a quelli dell'Italia centrale, con sei regioni toccate in circa un mese: Lombardia, Piemonte, Veneto, Umbria, Lazio e Trentino; oltre 50 iniziative organizzate in collaborazione con i circoli territoriali di Legambiente, i comitati e le amministrazioni locali. Un viaggio che ha visto protagonista un equipaggio di 10 persone impegnate su un ampio fronte di monitoraggio scientifico ed indagine territoriale alla ricerca delle criticità che investono i laghi italiani.

Dal 2016, grazie alla collaborazione con ENEA (l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile), il fronte di indagine è stato allargato anche alle **microplastiche**, ossia le particelle di plastica con dimensione inferiore ai 5 millimetri.
Le microplastiche sono sempre più presenti negli ecosistemi marini e terrestri, si tratta di un inquinamento di difficile quantificazione e impossibile da rimuovere totalmente. Pertanto lo studio della presenza e dell'identificazione di queste microparticelle risulta necessario per la conoscenza del fenomeno di diffusione nell'ambiente.
Molti studi infatti sono stati condotti sulla presenza e sulla dispersione delle microplastiche nell'ambiente marino (fin dagli anni '70) e negli ultimi anni sta crescendo la consapevolezza che anche le acque dolci non sono immuni da questo problema e che, trasportate da corsi d'acqua e scarichi, macro e microplastiche sono sempre più presenti anche nei laghi. Da questi presupposti nasce il monitoraggio con Goletta dei Laghi.

Le microplastiche derivano dalla disgregazione dei rifiuti dispersi nell'ambiente ma possono avere anche una diversa origine, di tipo primario, e raggiungere l'ambiente direttamente con tali dimensioni. Si tratta, ad esempio, di pellets da pre-produzione industriale, fibre tessili dalle lavatrici o microsfere utilizzate nella cosmesi. Le conseguenze della loro presenza negli ambienti acquatici sono diverse si possono riassumere considerando: ingestione, da parte degli organismi, la conseguente sensazione di falsa sazietà che porta a non nutrirsi, il bioaccumulo nella rete trofica, tossicità per adsorbimento delle sostanze inquinanti presenti nell'ambiente ma anche per gli additivi contenuti nella plastica, trasporto di specie aliene che viaggiano con i frammenti.

Lo studio effettuato da Legambiente ed Enea sulle microplastiche nei laghi italiani rappresenta **un monitoraggio unico, ad oggi, in Italia, il primo assoluto a livello nazionale** ed ha permesso di

ottenere un significativo database relativo al fenomeno delle microplastiche disperse nelle acque dei laghi Italiani.

Nel 2016 lo studio preliminare condotto da Legambiente ed Enea[1] ha **accertato la presenza di microplastiche in tutti i laghi monitorati e in tutti i campioni prelevati, con abbondanze medie comparabili a quelle rinvenute nei Grandi laghi dell'America Settentrionale e nei laghi Svizzeri.**
I laghi monitorati sono stati l'Iseo, il Garda, il Maggiore per le regioni del nord, Il Trasimeno in Umbria, Albano e Bolsena nel Lazio.

Uno studio preliminare che ha permesso di avere una prima conoscenza del fenomeno, grazie alla quale è stato possibile **progettare strategicamente i campionamenti dell'edizione 2017.**
La prima esigenza emersa è stata quella di replicare i campionamenti in alcuni dei laghi considerati nel 2016 (**Iseo, Garda, Maggiore e Trasimeno**), allargando il monitoraggio ad aree non coperte da dati; sono stati poi inclusi i laghi di **Como e di Bracciano**, che non era stato possibile campionare nel 2016 per problemi logistici.
La seconda esigenza nasce dall'evidenza che dai dati 2016 emerge una maggiore presenza di particelle nei transetti situati in prossimità di input fluviali e restringimenti dovuti alla morfologia del lago. Tralasciando quest'ultimo aspetto, è stato deciso di **allargare il fronte d'indagine ai principali corsi immissari ed emissari dei bacini,** aggiungendo così un altro elemento per una mappatura dettagliata del microlitter nei bacini italiani, utile per approfondire ulteriormente lo studio sulla dinamica delle microplastiche nelle acque interne. L'obiettivo è capire le fonti di immissione di questo inquinamento e il contributo che i laghi portano nei sistemi idrici a valle. Questo studio è importante anche per determinare le relazioni tra concentrazione e tipologia di microplastiche, con la presenza di differenti fattori di input, valutando il ruolo di serbatoio, ma anche di sorgente di detriti, del sistema fluviale-lacustre. Con l'occasione si è deciso poi di approfondire il **contributo degli impianti di depurazione** prelevando campioni a monte e a valle dei depuratori.
Sembra infatti che esista una forte correlazione tra questi ultimi e il rilascio di microplastiche. I depuratori, in particolare, ricevono tutto ciò che proviene direttamente dalle abitazioni, incluse le microplastiche primarie contenute nei cosmetici (stimato fino a 94mila particelle ogni singolo uso[2]) e gli scarichi delle lavatrici, responsabili secondo alcuni studi, del rilascio di oltre 700mila fibre ad ogni lavaggio (life-mermaids.eu).

Infine, durante la campagna 2017 sono state messe in campo azioni di ***citizen science*** con l'obiettivo di mappare la tipologia e il quantitativo dei rifiuti su spiagge e arenili, un'attività che ha permesso alla Goletta dei Laghi di realizzare un monitoraggio volto alla classificazione dei macro rifiuti arenati su 4 spiagge lacustri toccate durante la campagna. Ancora pochi dati per avere un quadro completo ma il monitoraggio per la caratterizzazione dei rifiuti di dimensioni maggiori di 2,5 centimetri è di fondamentale importanza, poiché solo conoscendone la tipologia è possibile attivare efficaci azione

[1] www.legambiente.it/sites/default/files/docs/microplastiche_nei_laghi_italiani_legambiente2016.pdf

[2] Napper, I.E., et al. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. Mar.Pollut. Bull. (2015)

di prevenzione per evitarne la dispersione nell'ambiente. Inoltre, una delle maggiori sorgenti di produzione delle microplastiche è proprio la disgregazione dei rifiuti. I tecnici di Legambiente hanno registrato la presenza di rifiuti spiaggiati, soprattutto plastica, nel 90% dei siti visitati per effettuare i prelievi per le analisi microbiologiche. Si tratta in larga parte di rifiuti urbani, che a causa di una non corretta gestione da parte delle amministrazioni oltre all'abbandono, arrivano sulle sponde o direttamente in acqua. A questo si aggiunge un inefficace servizio di depurazione dei reflui urbani che contribuisce al fenomeno della diffusione di rifiuti (i bastoncelli dei cotton fioc) (vedi Legambiente & Ogilvy Change, campagna www.norifiutinelwc.it).

Dettagli del monitoraggio: campionamento e analisi

Il monitoraggio delle microplastiche durante l'edizione 2017 ha visto impegnato l'equipaggio tecnico della Goletta per il secondo anno sui laghi di Iseo, Maggiore, Garda e Trasimeno, e per la prima volta sui laghi di Como e Bracciano. Dunque 6 laghi per i quali sono stati impiegati 10 giorni di campionamento tra prelievi da ponti e trainate sulla superficie lacustre. Quasi 50 i chilometri percorsi in totale dalla manta ai quali sono da aggiungere le 10 ore complessive di campionamento nei fiumi.

Il protocollo di campionamento, messo a punto nel 2016 da Legambiente ed Enea.
Le rilevazioni sono state effettuate mediante l'ausilio di un campionatore a strascico tipo "manta", con rete a maglia ultrafine da 300 micrometri, costruito appositamente per navigare nello strato superficiale della colonna d'acqua e per filtrare grandi volumi d'acqua, trattenendo il materiale d'interesse. La Manta (figura 1) è costituita da una bocca rettangolare metallica da cui si diparte il cono di rete e un bicchiere raccoglitore finale; due ali metalliche vuote, esterne alla bocca, la mantengono in galleggiamento sulla superficie.

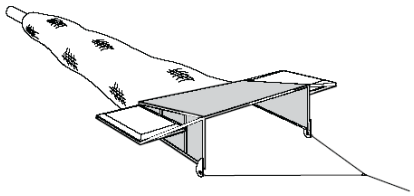


Figura 1 Rete Manta (swfsc.noaa.gov)

La Manta utilizzata ha ridotte dimensioni e peso rispetti al modello standard. Se ne riportano le caratteristiche di seguito.
il corpo, in acciaio inox, ha le seguenti dimensioni:
- Bocca di raccolta 400 x 200 mm. (anziché 500 x 250);
- lunghezza 500 mm. (anziché 600);
- Ali, ciascuna: 400 mm. di lunghezza (anziché 430) e 400 mm. di larghezza (anziché 600);
- Rete 1800 mm. di lunghezza (anziché 2500).

Peso in aria 22 Kg (anziché 35).
Resta invariato il bicchiere raccoglitore.

La manta è stata trainata lungo rotte prestabilite per transetti della durata di 20 minuti, percorsi ad una velocità media di 2,5 nodi. Per quanto riguarda i fiumi, invece, il campionatore è stato calato da ponti, a centro fiume, permettendo il filtraggio dell'acqua per un tempo standard di 20 minuti. Durante ogni campionamento sono stati registrati i dati della stazione e le condizioni climatiche e ambientali, utili dall'interpretazione dei risultati.

I campioni sono stati poi suddivisi in classi dimensionali mediante setaccia diversa maglia, lavati e, conservati in frigo, in acqua ossigenata 10 volumi in attesa della caratterizzazione chimica effettuata nei laboratori Enea Casaccia di Roma.

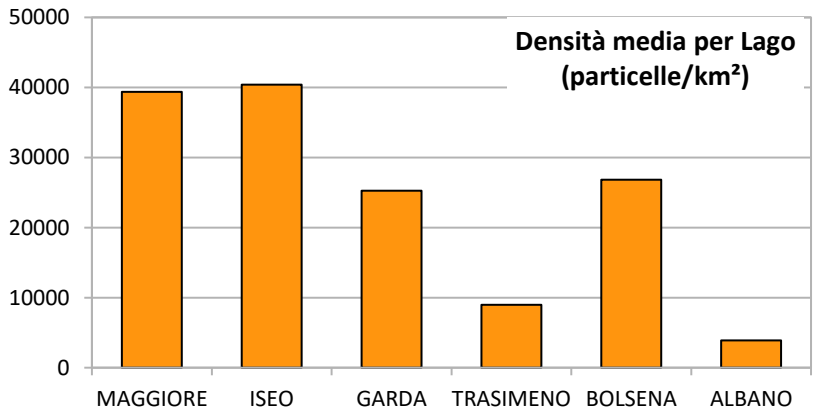
Nei laboratori Enea le microplastiche sono state separate dal materiale organico e contate grazie ad uno stereoscopio binoculare (20x). La fase successiva, i cui risultati sono ancora in corso di elaborazione per i campioni 2017, riguarda la raccolta dei dati su forma e colore delle particelle è poi la caratterizzazione chimica dei polimeri mediante spettrometria infrarossa (FT-IR).

I dati dello studio preliminare 2016

Densità media delle particelle per lago

Nel 2016 Iseo, Garda e Maggiore presentano rispettivamente valori medi di densità pari a 40.396, 25.259 e 39.368 microplastiche per chilometro quadrato di superficie campionata.

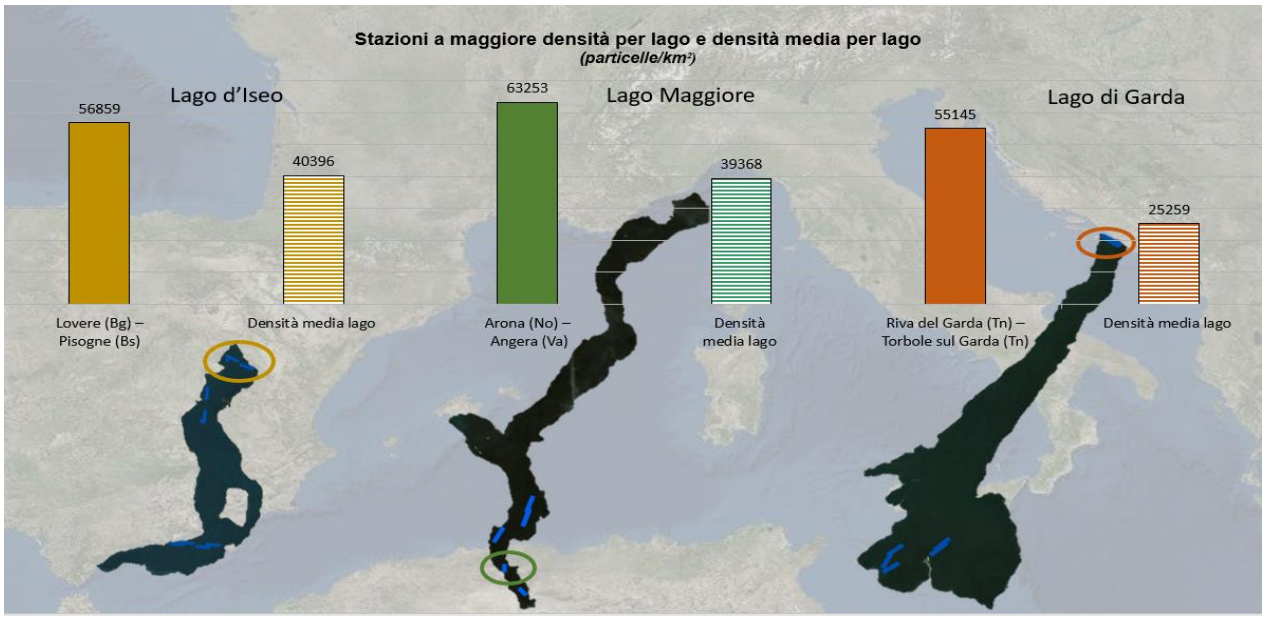
I laghi laziali di Bolsena e Albano, rispettivamente, densità medie pari a 26.829 e 3.892 particelle su chilometro quadrato mentre il lago Trasimeno, in Umbria, presenta una densità media di 8.974 particelle su chilometro quadrato.



dati Legambiente & Enea, 2016

Nella **valutazione delle zone di maggior presenza delle microplastiche,** è necessario considerare i molti e diversi fattori che influenzano il momento del campionamento, dalle condizioni meteo, anche dei giorni precedenti, all'idrodinamica, al vento e alla direzione di campionamento, alla presenza di fonti di inquinamento puntuale e tanti altri. Nonostante questo è stato possibile fare una correlazione tra la posizione dei transetti e le relative concentrazioni di microplastiche, in particolar modo per i laghi prealpini, non per Trasimeno e laghi laziali che presentano caratteristiche morfologiche e al contorno molto differenti.

Considerando dunque i laghi del Nord Italia, è possibile notare che i transetti con la maggiore densità media di particelle su chilometro quadrato sono localizzati nella porzione più stretta dei bacini. Per l'Iseo e il Garda le zone più strette combaciano anche con la presenza dei maggiori affluenti (57mila particelle per chilometro quadrato rilevate alla foce dell'Oglio, nell'Iseo, e 55mila dove sfocia il Sarca, nella parte trentina del Garda), mentre per il Maggiore i campionamenti si sono concentrati sulla porzione meridionale, più ampia fino a Lesa (No) e più stretta in seguito. La stazione a maggiore densità (63mila particelle per chilometro quadrato) è situata appunto nella parte del bacino lacustre che va da Arona (No) ad Angera (Va), zona in cui confluiscono le correnti verso l'uscita.



dati Legambiente & Enea, 2016

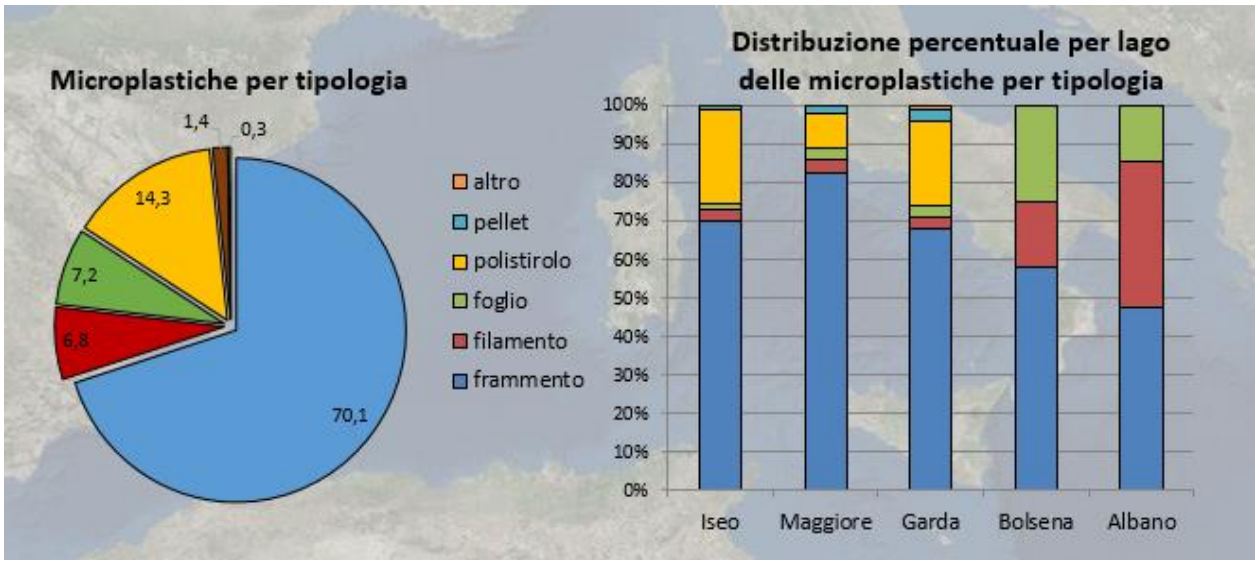
Tipologia delle forme e analisi dei polimeri

Contestualmente alla densità di particelle, sono state fatte analisi sulla loro forma e ipotesi sulle fonti.

L'informazione sulla forma delle microparticelle rinvenute fornisce indicazioni sulla loro possibile fonte. Frammenti e fogli hanno soprattutto origine secondaria, provenendo con molta probabilità dalla disgregazione dei rifiuti di maggiori dimensioni. I fogli, in particolare, potrebbero derivare da oggetti già sottili in origine, come buste o film (packaging). I filamenti, oltre ad avere un'origine secondaria da cordame o tessuti sfilacciati, potrebbero essere fibre tessili sintetiche, dunque

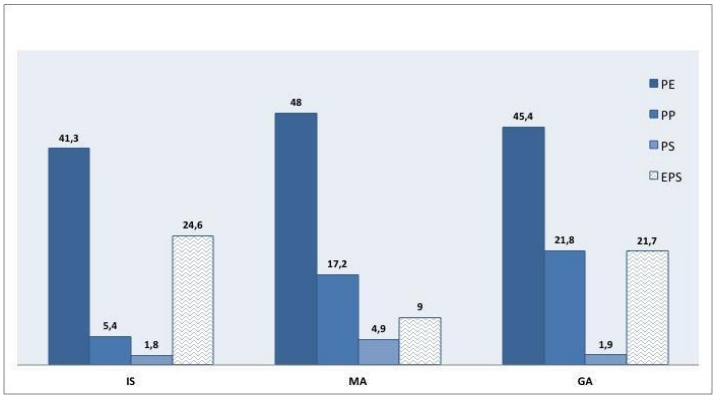
rilasciate dai vestiti durante il lavaggio e portate a lago tramite gli scarichi. (Le fibre sono talmente piccole da passare attraverso gli impianti di depurazione, sempre se presenti). Le palline di polistirolo, per le quali è stata fatta una categoria a parte, sono risultate abbondanti poiché riconducibili agli imballaggi domestici e industriali, ma anche alle attività di pesca (cassette e contenitori delle esche, ad esempio). I pellet, infine, sono microplastiche di forma sferica più probabilmente di origine primaria, dal momento che rappresentano la materia prima per tutte le aziende che producono oggetti di plastica.

Dai dati 2016 risulta che i frammenti costituiscono il 70% di tutte le particelle e sono presenti in tutti i laghi, così come i filamenti, ma in percentuali minori (6,8%). Le particelle di polistirolo (che costituiscono il 14% del totale) sono state rinvenute solo nei laghi subalpini mentre nei laghi laziali spicca la presenza dei frammenti a forma di foglio (7,2%).



dati Legambiente & Enea, 2016

La caratterizzazione chimica dei polimeri, effettuata nei laboratori Enea per i laghi subalpini Iseo, Maggiore e Garda ha evidenziato che il polimero maggiormente presente è il polietilene (PE), con una media percentuale del 45% nei tre laghi.



dati Legambiente & Enea, 2016

Il polistirene espanso (EPS) è maggiormente presente nell'Iseo e nel Garda, come emerso anche nell'analisi della forma delle particelle, mentre il polipropilene (PP) è maggiormente rappresentato nel Garda (21% dei polimeri) e nel Maggiore (17%), piuttosto che nell'Iseo (5%).

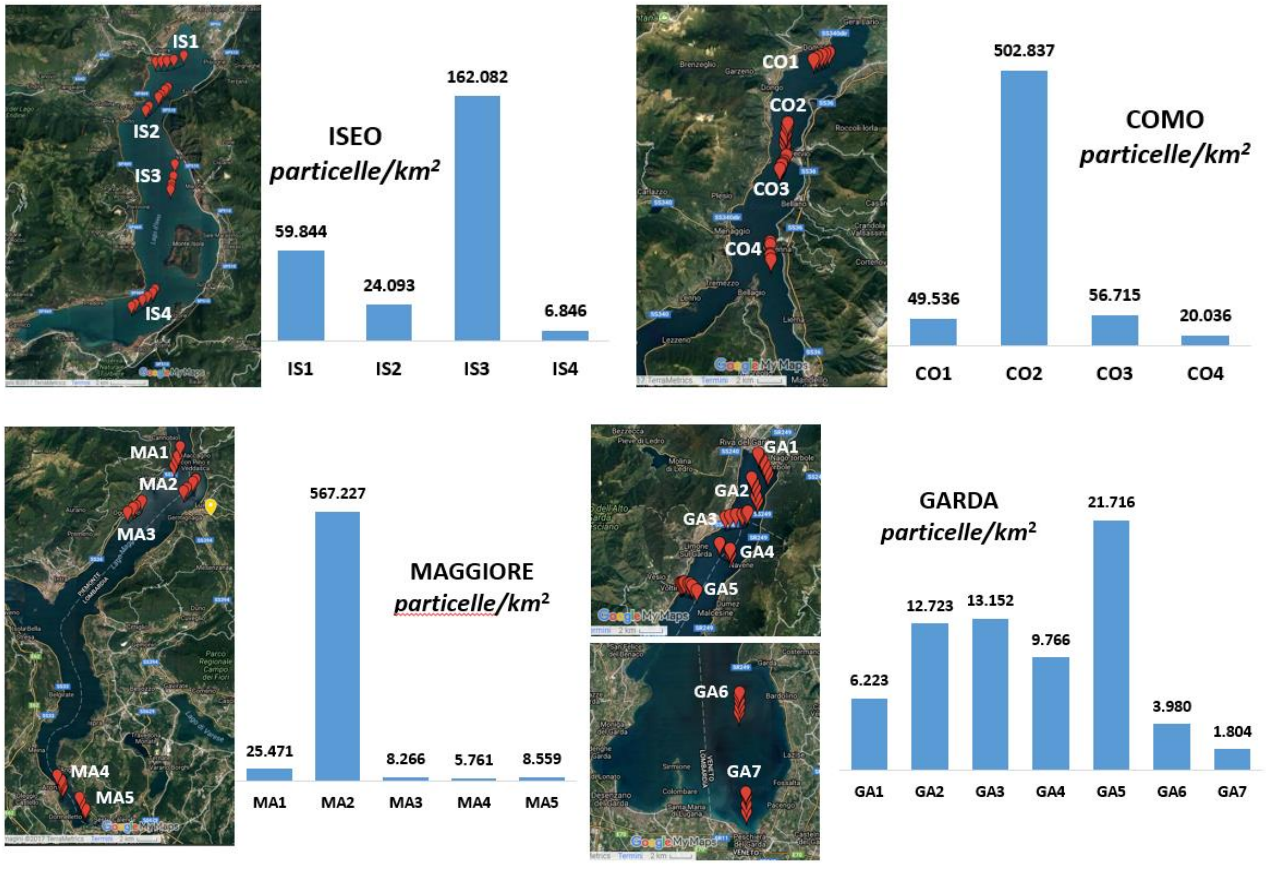
Le microplastiche nelle acque interne italiane: i dati 2017

I monitoraggi 2017 delle acque lacustri hanno riguardato il lago Maggiore, il lago di Como, l'Iseo e il Garda per i nord, il Trasimeno e Bracciano nel centro Italia.

I laghi prealpini

Il lago di **Como** è stato indagato solamente nella parte settentrionale del bacino e presenta una **densità media di 157mila particelle per chilometro quadrato**, con un picco di oltre 500mila particelle (CO2, nel grafico) nel secondo transetto collocato più a nord, in corrispondenza del restringimento tra Dervio (Lc) e Santa Maria Rezzonico (Co).

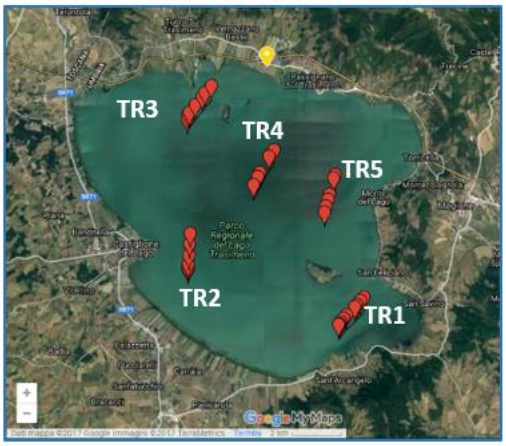
Il Garda presenta una densità media di quasi 10mila particelle per chilometro quadrato, in questo caso il transetto a maggiore densità (GA5) si trova dove si allarga il bacino, in corrispondenza della porzione veneta più antropizzata tra Bardolino e Lazise. Nel lago Maggiore la media di 123mila particelle per chilometro quadrato è fortemente deviata dalla concentrazione del transetto MA2, posizionato in corrispondenza della foce del fiume Tresa, tra Luino e Germignaga (Va), sul quale insiste il depuratore e campionato successivamente ad un evento temporalesco, che potrebbe aver aumentato l'apporto di particelle dal fiume. Per l'**Iseo presenta una densità media di oltre 63mila particelle per chilometro quadrato**, e il transetto con la maggiore densità è situato in una porzione centrale del lago, in corrispondenza di Marone (Bs) e a nord di Montisola.

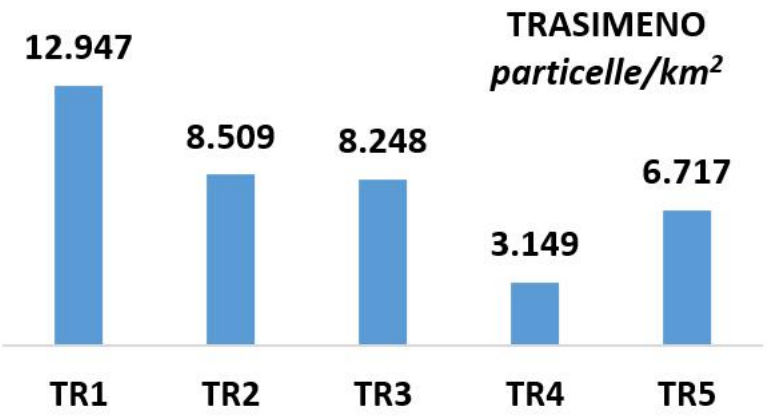


dati Legambiente & Enea, 2017

Il lago Trasimeno

Per il **Trasimeno** è stata allargata l'area di indagine, che lo scorso anno aveva riguardato solo la porzione a nord tra l'Isola Maggiore e Punta Navaccia e l'area davanti a Castiglione del Lago. Nel 2017 i transetti sono stati localizzati anche nell'area meridionale e centrale del lago e la densità media delle particelle rivenute è pari a 7.914 particelle su chilometro quadrato.

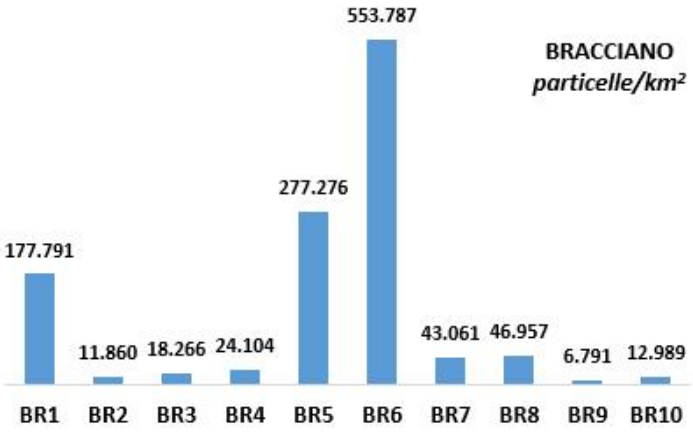




Trasimeno, dati Legambiente & Enea, 2017

Il lago di Bracciano

Nel 2017 l'attenzione per i laghi laziali si è spostata su **Bracciano**, in cui la siccità e l'eccessiva captazione hanno contribuito a creare condizioni ambientali particolarmente critiche. Pertanto sono stati eseguiti primi campionamenti su 10 transetti, sui quali sarà portato avanti un monitoraggio annuale con prelievi stagionali. La densità media di particelle su chilometro quadro, per Bracciano, risulta pari a 117mila. risulta Il maggiore accumulo è stato trovato nei transetti collocati a nord, in particolare BR6 (554mila particelle per chilometro quadrato.



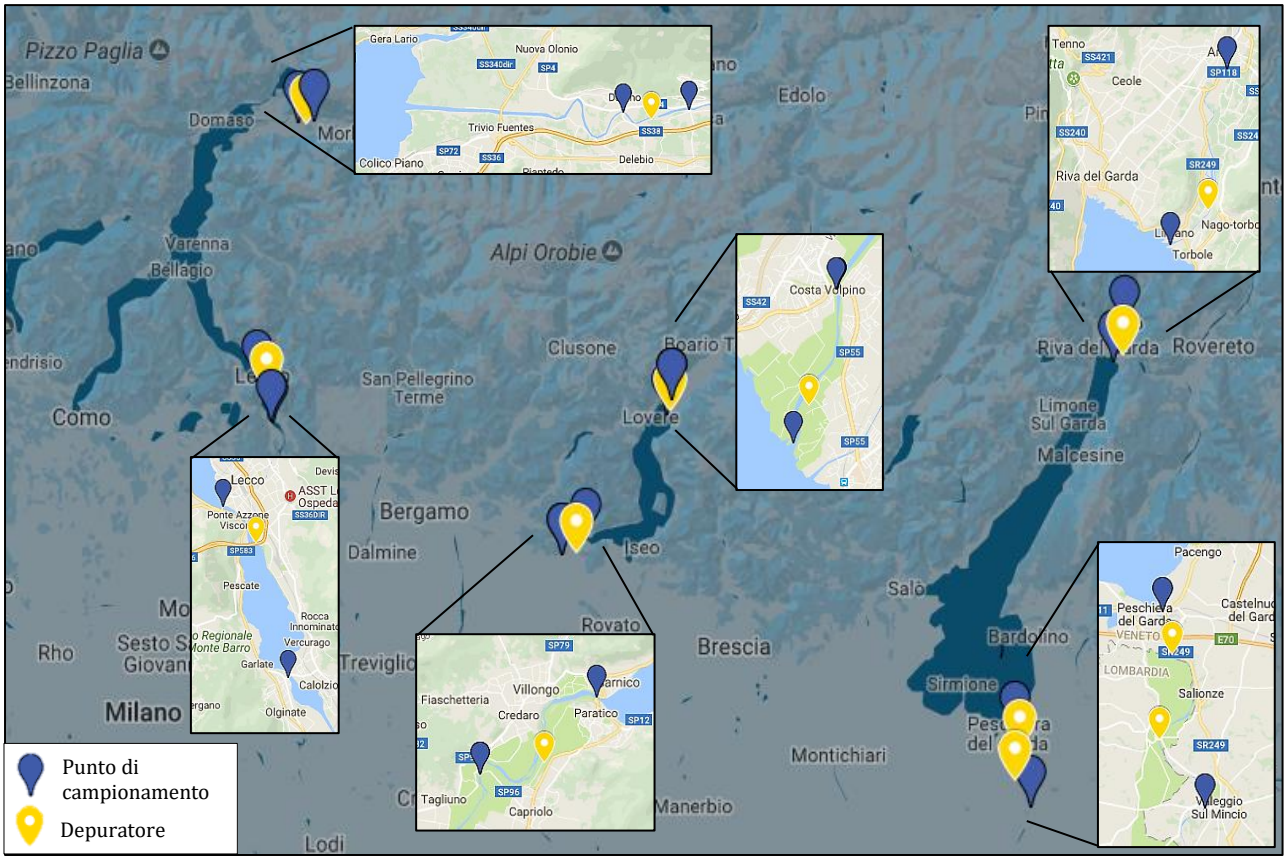
Bracciano, dati Legambiente & Enea, 2017

Lo studio dei corsi d'acqua immissari ed emissari dei bacini lacustri

La novità del monitoraggio 2017 è proprio l'indagine effettuata nei punti di immissione ed emissione dei bacini lacustri, affiancata ad uno studio sull'influenza dei depuratori.

Questo tema è stato approfondito monitorando, prima e dopo gli impianti di trattamento delle acque, il fiume Oglio per l'Iseo, in entrata e in uscita dal lago, l'Adda, per il Lago di Como, il Sarca in entrata nella parte trentina del Garda e il Mincio come emissario. La mappa in questa pagina mostra il posizionamento dei punti di campionamento e degli impianti di depurazione relativamente anche ai bacini lacustri.

I dati espressi in numero di particelle per metro cubo di acqua filtrata, perché in questo caso si è trattato di un campionamento statico (eseguito calando la manta da ponte, quindi un punto fermo, e non trainandola come a centro lago tramite una imbarcazione), sono riportati nelle tabelle e confermano la tendenza alla maggiore presenza di particelle a valle degli impianti di depurazione.



dati Legambiente & Enea, 2017

Ad esempio, il campione prelevato nel fiume Oglio immissario, a monte del depuratore, presenta una media di particelle pari a 0,16 ogni metro cubo di acqua filtrata dalla manta, mentre a valle dello scarico dell'impianto la media delle particelle è pari a 0,85 per metro cubo: in questo caso la quantità di particelle dopo l'impianto subisce un incremento dell'81%. Il dato di 0,85 particelle al metro cubo, dell'Oglio in entrata nel lago d'Iseo rappresenta il contributo stimato che questo fiume porta a lago. D'altra parte, il fiume Oglio, all'uscita dal lago di Iseo, presenta una media di 0,54 particelle per metro cubo di acqua filtrata dalla manta. Nell'Oglio emissario è 0,54 la media delle particelle per metro cubo a monte del depuratore, mentre a valle è 0,62: l'incremento è del 13%.

CAMPIONAMENTO	*Media di particelle/m³*
Oglio in entrata, prima del depuratore	0,16
Depuratore	
Oglio in entrata, dopo il depuratore	0,85
Lago d'ISEO	
Oglio in uscita, prima del depuratore	0,54
Depuratore	
Oglio in uscita, dopo il depuratore	0,62

dati Legambiente & Enea, 2017

Per l'Adda, come affluente del lago di Como, l'incremento del numero di particelle a valle del depuratore risulta pari al 62% (0,1 particelle al metro cubo a monte dell'impianto, 0,26 a valle). Il contributo dell'Adda al lago di Como è stimato di 0,26 particelle ogni metro cubo di acqua mentre nell'Adda emissario, proprio all'uscita del lago di Como, il numero medio di particelle è pari a 0,34 per metro cubo di acqua filtrata.
Nell'Adda emissario dal lago di Como l'incremento del numero di particelle ogni metro cubo è pari al 58% (0,34 particelle al metro cubo a monte dell'impianto, 0,8 a valle).

CAMPIONAMENTO	*Media di particelle/m³*
Adda in entrata, prima del depuratore	0,1
Depuratore	
Adda in entrata, dopo il depuratore	0,26
Lago di COMO	
Adda in uscita, prima del depuratore	0,34
Depuratore	
Adda in uscita, dopo il depuratore	0,8

dati Legambiente & Enea, 2017

Per il fiume Sarca, affluente del Garda nella parte trentina, la situazione vede un incremento del numero di particelle ogni metro cubo di acqua pari al 74% (0,23 particelle al metro cubo a monte dell'impianto, 0,87 a valle). Il contributo del Sarca al lago di Garda è stato stimato pari a 0,87 particelle ogni metro cubo di acqua filtrata. Il lago di Garda confluisce nel fiume Mincio apportando una media di 0,07 particelle ogni metro cubo di acqua filtrata.
L'incremento di particelle registrate nel Mincio prima e dopo due impianti di trattamento delle acque è pari all'80% (0,07 particelle al metro cubo a monte dell'impianto, 0,35 a valle).

CAMPIONAMENTO	*Media di particelle/m³*
Sarca in entrata, prima del depuratore	0,23
Depuratore	
Sarca in entrata, dopo il depuratore	0,87
Lago di GARDA	
Mincio in uscita, prima del depuratore	0,07
Depuratore	
Mincio in uscita, dopo il depuratore	0,35

dati Legambiente & Enea, 2017

La differenza rilevata tra i campioni prelevati a valle e a monte dei depuratori può arrivare fino a 80% di particelle per metro cubo, come nel caso dell'Oglio in uscita dall'Iseo e del Mincio (lago di Garda). Lo studio rappresenta una prima evidenza di un fenomeno che deve essere assolutamente approfondito, soprattutto per le acque dolci.

Foto e video sulla pagina **Facebook** di Goletta dei Laghi
Visita anche il canale **Youtube** di Goletta dei Laghi
(Foto e video di Silvia Valenti)
e la **mappa** con i monitoraggi di Legambiente sul Marine Litter.

Si ringraziano i volontari della squadra della Goletta dei Laghi e tutti quelli che hanno partecipato e permesso lo svolgersi dei campionamenti:
tutti i circoli locali della Legambiente e tutti i circoli della Lega Navale e le associazioni nautiche che ci hanno supportato. In particolare l'associazione Sport Action lago d'Iseo, il circolo della Lega Navale di Dervio (LC), la comunità dei pescatori delle isole Borromee del lago Maggiore, i circoli della Lega Navale di Riva del Garda (TN) e di Desenzano (BS), la sezione del Trasimeno della Lega Navale, con il suo circolo di San Feliciano (PG), Hydra Ricerche di Trevignano Romano (RM) sul lago di Bracciano.

Per il supporto scientifico nei campionamenti e le analisi in laboratorio grazie alla squadra di Enea CR Casaccia guidata dai ricercatori Loris Pietrelli e Maria Sighicelli.