

# "Rifiuti plastici dispersi nella natura"

Settembre 2019

Valutazione statistica di  
oggetti rinvenuti in  
occasione del "Clean up lake"  
di Magadino del 1.6.2019



Dipartimento  
del territorio



## Sommario

<b>01</b>	Introduzione	4
<b>02</b>	Campionamento e metodi	6
<b>03</b>	Risultati e discussione	
03.1	Tipologia degli oggetti	8
03.2	Tipologia chimica	10
03.3	Additivi e Contaminanti	11
<b>04</b>	Conclusioni e prospettive	13
<b>05</b>	Ringraziamenti	14
<b>06</b>	Referenze	14
<b>07</b>	Allegati	18

## 01 Introduzione

La presenza di microplastiche nelle acque dolci e più in generale nell'ambiente è oggetto di recenti attenzioni e approfondimenti. Le microplastiche sono generalmente definite come i frammenti plastici di dimensioni inferiori a 5 mm, tali per cui possono essere ingerite a molti livelli della catena trofica.<sup>1</sup> Una proposta di definizione più robusta e dettagliata è stata avanzata a inizio 2019 dall'Agenzia europea dei prodotti chimici, includendo l'intervallo dimensionale compreso tra 1 nm e 5 mm e, per le fibre, una lunghezza compresa tra 3 nm e 15 mm, in presenza di un rapporto tra lunghezza e diametro  $>3$ .<sup>2</sup>

Svariati studi hanno mostrato che le microplastiche sono presenti in diversi comparti ambientali – aria, acqua e suolo –, nel biota e in alcune derrate alimentari come alcuni prodotti della pesca, il miele, la birra e il sale marino.<sup>2-8</sup> Plastiche e microplastiche si degradano nell'ambiente con una tempistica estremamente lunga, implicando un lento aumento delle concentrazioni nell'ambiente, coadiuvata anche da un crescente consumo di materiali in plastica alla fonte.<sup>2,9</sup> La presenza ubiquitaria di queste particelle nell'ambiente e la loro evoluzione preoccupa per i possibili effetti diretti o indiretti sugli organismi e sulla salute pubblica e richiederà verosimilmente, ai fini di poter comprendere il fenomeno nella sua complessità, un approccio esteso e una visione circolare complessiva.<sup>10</sup>

Un primo studio promosso dal Dipartimento del territorio aveva confermato, dopo una panoramica del fenomeno per diversi laghi svizzeri da parte del Politecnico federale di Losanna (EPFL), la presenza ubiquitaria di microplastiche anche nel Ceresio. Un confronto tra i diversi specchi d'acqua evidenzia per i laghi Maggiore e Ceresio delle concentrazioni di  $\sim 0.2$  microparticelle / m<sup>2</sup>, pari a circa il doppio rispetto alla media di altri laghi svizzeri.<sup>11-14</sup> Nella classe dimensionale considerata tra 0.3 e 5 mm sono state raccolte e caratterizzate principalmente microplastiche secondarie da oggetti e imballaggi più grandi – frammenti di polietilene (PE) e polipropilene (PP) in particolare – e schiume in polistirene (PS) espanso. Vista l'importante variabilità spaziale e temporale dei risultati, dati di confronto vanno comunque considerati con cautela.

Una recente pubblicazione del Laboratorio federale di prova dei materiali e di ricerche (EMPA) ha calcolato le emissioni di macro- e microplastiche in Svizzera giungendo alla conclusione che, escludendo l'importante contributo dovuto all'abrasione degli pneumatici dal traffico stradale, l'abbandono di rifiuti – il littering – ne rappresenta la fonte principale, in particolare attraverso bottiglie e confezioni di plastica.<sup>15,16</sup> Si calcola un'emissione complessiva di plastica pari a ca. 630 g all'anno per abitante, corrispondenti a ca. lo 0.7% del totale dei quantitativi in gioco. Le microplastiche (12% del totale) giocano direttamente un ruolo subordinato alle macroplastiche (88%), che tuttavia – se non recuperate – con il tempo e con la degradazione ambientale fungeranno da fonte di microplastiche secondarie per effetto degli agenti atmosferici, dell'erosione meccanica, delle radiazioni UV o di una certa degradazione biologica.<sup>17</sup> Nell'ambito della ricerca, l'EMPA suggerisce una maggiore attenzione scientifica alla caratterizzazione di microplastiche nei suoli,<sup>4</sup> ancora oggetto di pochi approfondimenti, così come sulle pratiche necessarie per ridurre alla fonte il rilascio in diversi ambiti (lavaggio dei tessuti, agricoltura, edilizia). Rileva inoltre opportuna la riduzione alla fonte di plastiche monouso e del littering, l'adozione di pratiche ancora migliori nella gestione dei rifiuti lungo la filiera dello smaltimento o del riciclo e la rimozione di rifiuti già presenti nell'ambiente.<sup>15</sup>

In questo scenario, fortunatamente, sempre secondo l'EMPA e alla luce delle misurazioni e delle conoscenze ecotossicologiche disponibili, non sono al momento prevedibili rischi per gli organismi acquatici in Svizzera e in Europa, contrariamente al continente asiatico dove un rischio basso non può essere escluso. Questa recente valutazione si basa su un approccio probabilistico, vista la complessità nel considerare esaustivamente, per una valutazione definitiva, tutte le numerose

variabili in gioco.<sup>1</sup> Il rischio delle microplastiche nell'ambiente dipende infatti dall'enorme varietà delle possibili forme e dimensioni, ma anche dalla composizione chimica principale e dai componenti aggiuntivi. In considerazione del fatto che con il tempo una parte rilevante di micro- e nanoplastiche si possono formare a partire da oggetti più grandi abbandonati nell'ambiente, la caratterizzazione dei rifiuti abbandonati – per via della possibile presenza di componenti pericolose – riveste interesse. In effetti, nel corso della storia delle plastiche, oramai lunga di oltre 100 anni, a diversi materiali sono stati aggiunti numerosi additivi per conferire le più disparate proprietà. Parte di essi sono poi stati vietati o fortemente limitati alla luce di proprietà (eco)tossicologiche sfavorevoli.<sup>18</sup> Questi additivi possono essere ritrovati nelle microplastiche, che ne contengono in media il 4% in peso.<sup>3</sup>

Questo studio vuole fornire un contributo nell'ambito della caratterizzazione dei materiali plastici che, purtroppo, è possibile ritrovare frequentemente nell'ambiente. Come accennato, accanto ad altre fonti, la degradazione di oggetti abbandonati fornisce un importante contributo alla formazione di microplastiche, le cui caratteristiche chimiche saranno molto simili a quelle dei rifiuti originari.<sup>15,16</sup> Una recente indagine pubblicata da una ricercatrice dell'Università di Ginevra ha mostrato, in numerosi oggetti raccolti presso le rive del Lemano nel 2016, la presenza di elementi chimici pericolosi o potenzialmente tali in un numero elevato di campioni. Nella ricerca, una delle prime a investigare nel dettaglio il fenomeno, è stato possibile concludere come, verosimilmente, gli oggetti fossero stati abbandonati molto tempo prima della raccolta, quando gli additivi rinvenuti nelle plastiche non erano ancora stati limitati per legge.<sup>19</sup>

Per verificare empiricamente se e in che misura le stesse conclusioni potrebbero applicarsi anche alla realtà dei laghi ticinesi, si vuole qui replicare la ricerca effettuata sul Lemano.<sup>19</sup> Per la raccolta dei campioni si è approfittato della manifestazione "Clean up lake" del 1. giugno 2019 presso il lido comunale di Magadino. L'evento, organizzato dal Dipartimento del territorio e dal Comune di Gambarogno in collaborazione con diversi partner, ha visto l'impegno di numerosi volontari in attività di pulizia di canali, di rive e fondali del lago e ha permesso di recuperare numerosi oggetti in plastica, con un grado variabile di "degradazione" ambientale. Le modalità di raccolta, non codificate né verificate, non permettono di considerare con assoluto rigore i dati presentati di seguito, relativizzando la possibilità di considerare i risultati come robusti e ripetibili. Gli stessi consentono tuttavia di fornire delle prime indicazioni locali sul fenomeno descritto lungo le rive del Lemano, discutendo nel contempo sommariamente le tendenze osservate su base statistica.

Come nel caso del citato studio nel Lemano,<sup>19</sup> nei rifiuti raccolti sono stati ricercati Cadmio (Cd), Piombo (Pb), Mercurio (Hg) e Bromo (Br), oggetto di restrizioni dirette (Cd, Pb, Hg) o indirette (diversi, ma non tutti, i composti organici bromurati impiegati quali ritardanti di fiamma) attraverso la direttiva comunitaria RoHS (Restriction of Hazardous Substances Directive), ripresa in Svizzera dall'Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti i prodotti chimici ORRPChim. Sono anche stati ricercati altri metalli e metalloidi d'interesse come Arsenico (As), Antimonio (Sb), Selenio (Se), Stagno (Sn) e Cromo totale (Cr) regolamentati, almeno in parte, sia dall'ORRPChim sia da altre prescrizioni. La tecnica di "screening" impiegata non consente di rilevare altri additivi organici potenzialmente pericolosi quali ad esempio gli ftalati, i fenoli sostituiti o le ammine aromatiche.<sup>18</sup>

## 02 Campionamento e metodi

I rifiuti considerati nel presente studio, recuperati in occasione della manifestazione del 1. giugno 2019 a Magadino, sono stati raccolti da un cassonetto in cui erano stati collocati rifiuti plastici di piccole e medie dimensioni. La selezione e il prelievo di 100 oggetti diversi è avvenuta casualmente. Dopo una pulizia sommaria, ad ognuno è stato assegnato un numero progressivo. La Figura 1 ne fornisce un'immagine complessiva.

Gli oggetti sono stati in seguito pesati, catalogati e analizzati singolarmente. In funzione dell'aspetto e di eventuali informazioni disponibili (es. scritte, etichette) e dell'usura apparente (rottura o frammentazione, decolorazione), è stato assegnato ad ognuno l'attributo "recente" o "vecchio". Questo esame, seppure certamente influenzato da una certa soggettività, è stato eseguito per valutare sommariamente e in base a un criterio temporale arbitrario la tipologia di oggetti, sia nel loro insieme, sia singolarmente.



**Figura 1:**

*Immagine complessiva dei 100 oggetti considerati nel presente studio. Le dimensioni relative sono state modificate per visualizzare al meglio la tipologia di singoli oggetti. La Tabella 3 in allegato riassume i risultati ottenuti, numerando gli oggetti secondo l'ordine di apparizione in questa figura da sinistra in alto verso destra in basso.*

Per giudicare la provenienza degli oggetti in funzione del loro impiego originario, sono state inoltre attribuite le seguenti categorie:

- Stoviglie – per esempio posate, cannuce, contenitori per derrate alimentari
- Tappi e bottiglie
- Confezioni – imballaggi primari per prodotti diversi, confezioni di merendine
- Oggetti da divertimento – palloncini, giocattoli
- Sacchetti – usa e getta, sacchetti per imballaggi secondari
- Fogli e pellicole – fogli, nastri, e simili
- Tessuti, fili e corde – materiali con fili e fibre plastiche tessute
- Oggetti diversi e frammenti – pezzi e frammenti diversi, componentistica, guanti, tubi
- Altro – mozziconi o filtri di sigarette, barretta metallica verniciata

Visto che questo studio non mira a determinare statisticamente con sistematiche riconosciute il fenomeno del littering, si è rinunciato a catalogare i rifiuti secondo altre classificazioni già in vigore, come quella descritta nella referenza 18. A questo riguardo deve essere inoltre osservato che i materiali sono stati scelti da un conte-

nitore della raccolta delle plastiche di piccole e medie dimensioni separati, a seguito della raccolta, da rifiuti più grandi o di altro tipo che non sono stati considerati.

Gli oggetti e le loro parti (nel caso di componenti eterogenee facilmente separabili meccanicamente), sono stati infine analizzati prima tramite spettroscopia FT-IR e/o Raman impiegando un apparecchio Gemini S1 per determinare la natura chimica del polimero e poi attraverso un apparecchio XRF Niton XL3t Gold+, allo scopo di indagare semiquantitativamente la presenza di diversi elementi chimici (modalità "Plastic", correggendo se del caso per lo spessore). Il corretto funzionamento di entrambi gli apparecchi, costruiti dalla ditta Thermo scientific, è stato testato prima, durante e dopo le analisi vere e proprie attraverso la verifica di materiali di riferimento certificati. In alcuni casi, a seguito della mancata identificazione in automatico del tipo di plastica con l'apparecchio Gemini S1, gli spettri sono stati interpretati e confrontati direttamente con la letteratura.<sup>21,22</sup>

Tra i 100 oggetti considerati, 10 presentavano materiali plastici diversi separabili (7 oggetti con due componenti, due con 3 componenti, uno con 4 componenti). Le differenti componenti sono state esaminate distintamente, conducendo di conseguenza le analisi su un totale di 114 campioni. Per contro, 5 oggetti presentavano delle componenti non (facilmente) separabili. Si tratta in particolare di fogli sottili di diversa composizione, tipicamente impiegati per le confezioni di dolci e merendine. Nonostante l'eterogeneità chimica, questi 5 oggetti sono stati trattati alla stregua di altri campioni a composizione omogenea.



*Figura 2:*

*Fotografie di oggetti con componenti separabili (sinistra) e non facilmente separabili (destra). Dall'oggetto di sinistra sono stati creati 3 campioni diversi – nastro, supporto e palloncino. L'oggetto di destra, nonostante la presenza di fogli sottili a diversa composizione, è stato trattato come un campione singolo.*

## 03 Risultati e discussione

### 03.1. Tipologia degli oggetti

I risultati di dettaglio ottenuti per i 100 oggetti e i 114 campioni sono riportati nella Tabella 3 allegata al rapporto. Media e mediana del peso corrispondono a 11.95 e 1.82 g. L'oggetto più pesante è risultato essere una barca-giocattolo, mentre il più leggero un frammento di polistirolo espanso (vedi Figura 3).

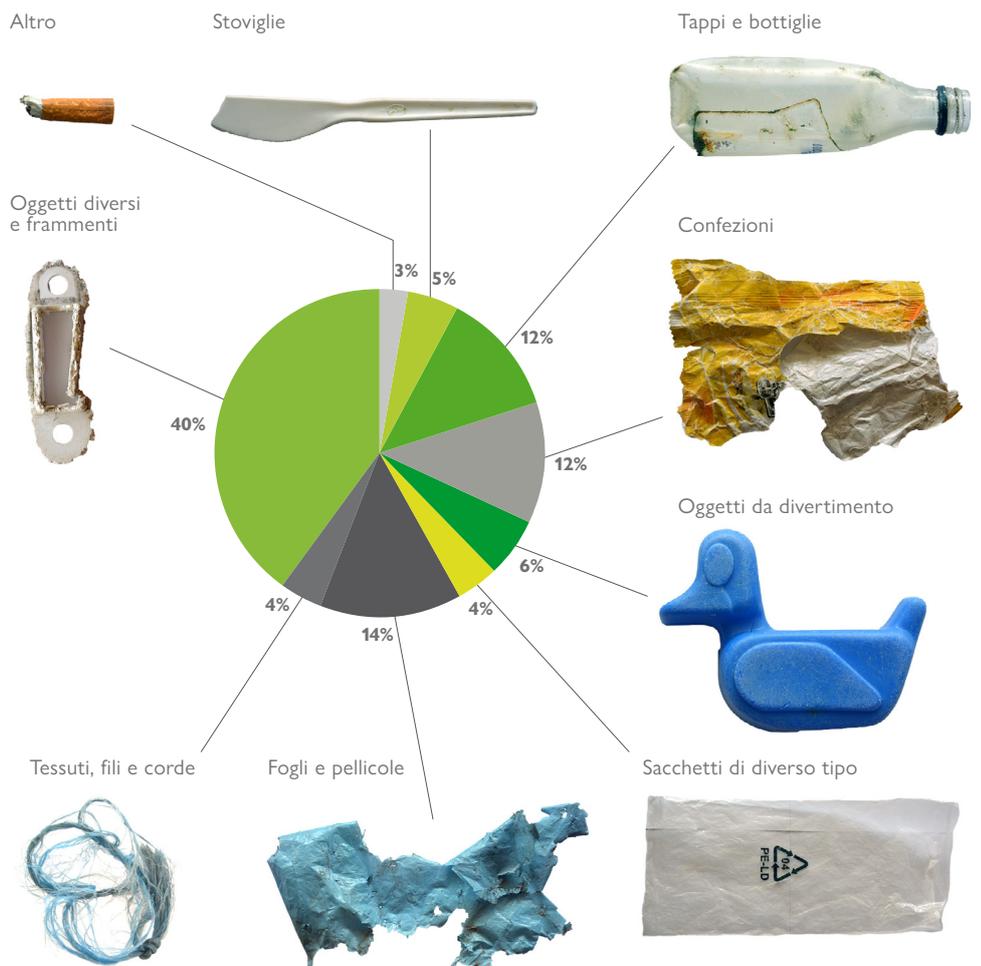
Come già precisato, nonostante diversi casi-limite, è stato tentativamente assegnato agli oggetti l'attributo "recente" o "vecchio", potendo identificare complessivamente circa la metà degli oggetti come "recenti" (48) e la restante metà (52) come "vecchi". La Figura 3 mostra l'immagine di due oggetti considerati "vecchi": un flacone azzurro e un vaso, che in maniera molto evidente erano rovinati per effetto degli agenti atmosferici, dell'erosione meccanica, delle radiazioni UV o di una certa degradazione biologica. Queste fotografie forniscono di fatto un'istantanea di come, a partire da oggetti macroscopici abbandonati nell'ambiente, possa avvenire gradualmente la "produzione" e il rilascio di microplastiche.



**Figura 3:**

*In alto: l'oggetto più pesante e l'oggetto più leggero tra quelli raccolti: una barchetta-giocattolo (305 g) e un frammento di polistirene (0.04 g). Dall'aspetto, questi due oggetti sono stati considerati "recenti". In basso: immagine di due oggetti giudicati "vecchi", un flacone e un vaso, con evidenti segni di usura.*

La Figura 4 mostra la frequenza di ritrovamento degli oggetti nelle nove diverse categorie descritte nel capitolo precedente. Maggiormente rappresentati sono gli “oggetti diversi e frammenti” (40 pezzi), una categoria non specifica e all’interno della quale figurano per esempio vasi e altri contenitori, flaconi, componentistica, tubi, guanti o ciabatte, ma soprattutto oggetti o i loro frammenti, la cui funzione non può essere facilmente dedotta (25 pezzi). Con 14 esemplari sono anche relativamente frequenti i “fogli e pellicole”, seguiti dalle categorie “tappi e bottiglie” e “confezioni” (imballaggi primari per derrate alimentari, soprattutto dolci e merendine), ciascuna con 12 oggetti. È anche interessante notare una frequenza relativamente importante di “oggetti da divertimento”, di cui sono stati recuperati 6 pezzi. Le osservazioni sulla natura dei rifiuti permettono di stimare come, verosimilmente, almeno circa un terzo possa essere ricondotto direttamente ad attività ricreative svolte dagli avventori del lido e degli spazi pubblici circostanti. I restanti oggetti invece, senza nessuna attinenza con le attività di fruizione degli spazi pubblici, sono stati probabilmente trasportati verso le rive dopo essere stati abbandonati o dispersi altrove. Questo meccanismo è in linea con altre osservazioni, per esempio quella che nonostante la pulizia completa di una spiaggia lacustre a cadenza mensile, si possano rinvenire rifiuti continuativamente nel corso del tempo.<sup>20</sup>



**Figura 4:** Visione d'insieme della frequenza di ritrovamento dei 100 oggetti considerati nel presente studio, suddivisi in nove diverse categorie. Per ogni categoria è mostrata un'immagine di uno degli oggetti ritrovati.

Come premesso, un confronto con i dati ottenuti e valutati attraverso la metodologia descritta nella referenza 20 non è possibile.

A titolo di esempio, la quota-parte di mozziconi o parti di sigarette rinvenuta nel presente studio, il 2%, è molto inferiore rispetto a quella del 34% determinata mediamente altrove.<sup>20</sup> La spiegazione più verosimile è che i resti di sigarette raccolti durante il “Clean up lake” sono stati in prevalenza smaltiti separatamente dalla benna contenente plastiche di piccole e medie dimensioni, oggetto del campionamento.

È interessante infine valutare sommariamente la tipologia di oggetti e componenti in funzione delle caratteristiche di plastiche più piccole che, con il tempo, gli stessi potranno formare se non recuperati. Secondo l’aspetto e la sistematica dell’EPFL,<sup>11,12</sup> le particelle raccolte da diverse spiagge di sei laghi svizzeri appartengono prevalentemente alla categoria dei frammenti, seguiti da film e mousse. All’interno dei campioni qui analizzati prevalgono in effetti i frammenti o gli oggetti che, con il tempo, andranno a creare questa tipologia di plastiche (~60% del totale). Con il ~26%, anche i film sono ben rappresentati, mentre la frequenza di oggetti che possono rilasciare mousses, ~4%, è inferiore alle attese. Queste osservazioni permettono in ogni caso di confermare il ruolo rilevante della formazione di microplastiche a partire dalla degradazione di generici oggetti più grandi e di imballaggi.<sup>13-16</sup>

### 03.2. Tipologia chimica

La natura chimica di plastiche e microplastiche solitamente ritrovate in occasione di ricerche riguardanti gli specchi d’acqua dolce, come il recente studio del DT sul lago Ceresio, riflette il dato di domanda e produzione per i materiali con densità inferiore a quella dell’acqua e quindi in grado di galleggiare – in particolare PE, PP e PS.<sup>11-14</sup> La Tabella 1 riporta la tipologia di polimeri prodotti complessivamente nell’Unione Europea,<sup>9</sup> confrontando i dati statistici con quelli ottenuti per i 114 campioni qui discussi.

**Tabella 1:**

*Statistica europea relativa alla domanda di diversi tipi di polimeri nel 2016 (EU28 con Norvegia e Svizzera),<sup>9</sup> confrontata con le percentuali sul numero dei diversi polimeri osservati nel presente studio (Tabella 3 in allegato).*

Nome e abbreviazione	Esempi d’impiego	Mercato EU+CH %	Questo studio %
PE (Polietilene HD+LD)	Imballaggi, sacchetti, film, Tetra Pak, contenitori, oggetti diversi	29.8	37.8
PP (Polipropilene)	Contenitori, componenti per automobili, oggetti vari	19.3	22.3
PS (Polistirene)	Custodie, schiume Sagex/ Styropor, confezioni	6.7	4.4
PET (Polietilene tereftalato)	Bottiglie e contenitori	7.4	3.5
PVC (Policloruro di vinile)	Tubi, materiali da costruzione diversi	10.0	5.7
Altri, ad esempio: PUR (Poliuretani) PC (Policarbonato) CA (Acetato di cellulosa) ABS (Nitrile-butadiene-stirene) PTFE (Politetrafluoroetilene)	Materiali isolanti, materassi CD, DVD, lastre e pannelli Filtri di sigarette Oggetti div. (leggeri e rigidi in particolare) Rivestimenti cavi nelle telecomunicazioni	26.8	26.3

Dalla Tabella 1 si evince che gli oggetti raccolti in occasione del “Clean up lake” durante la pulizia di canali, delle rive e dei fondali del lago presso il Comune di Gambarogno riflettono abbastanza bene la statistica dei polimeri sul mercato. Si osservano in particolare diverse plastiche non o difficilmente reperibili come materiali galleggianti sugli specchi d’acqua – ad esempio PVC e PET. Emerge anche una quota-parte di PE e PP superiore al dato del mercato; aspetto forse riconducibile al fatto che una parte consistente degli oggetti (il 50% circa) è da ritenersi non rappresentativo del mercato odierno, in quanto risalente a molto tempo fa. L’osservazione potrebbe tuttavia anche avvalorare l’ipotesi, molto verosimile, di un più facile trasporto di oggetti a bassa densità attraverso le acque dei fiumi e del lago.

### 03.3. Additivi e Contaminanti

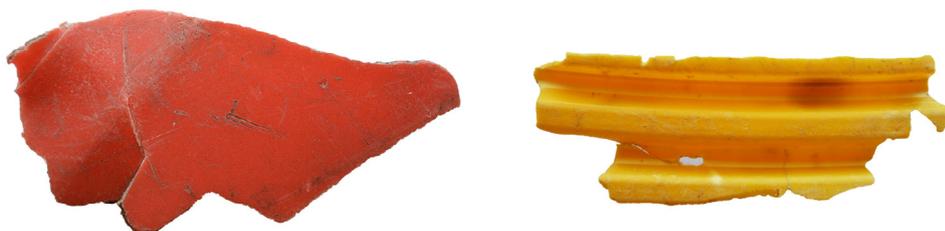
I risultati complessivi dell’analisi XRF sui 114 campioni provenienti dai 100 oggetti mostrati nella Figura 1 sono riassunti nella Tabella 2. Nella stessa tabella sono anche riportati, per confronto, i rispettivi dati del già citato studio sul Lemano.<sup>19</sup> Con una frequenza di campioni “positivi” inferiore per tutti gli elementi, appare evidente come in occasione del “Clean up lake” di Magadino siano state ritrovate, rispetto al Lemano, meno plastiche con elementi potenzialmente problematici. Va sottolineato in ogni caso che un confronto statisticamente robusto è complicato da numerose variabili, visto che la tipologia di rifiuti può dipendere notevolmente da numerosi fattori: la fruizione e la prossimità di luoghi abitati, la vicinanza di tributari, la frequenza di azioni di raccolta o pulizia, le correnti del lago e le caratteristiche delle rive, la tipologia di materiali e le pendenze.<sup>11,19</sup> Non va inoltre dimenticato che la possibilità di ritrovare elementi problematici nelle plastiche dipende fortemente dalla data di produzione e che, per le plastiche “vecchie”, un ritrovamento positivo è più probabile. Anche nell’ipotesi di raddoppiare la percentuale di campioni positivi a fronte del 50% di oggetti “vecchi” rispetto al totale, la frequenza di ritrovamento degli elementi più problematici (Cd, Pb e Hg) risulterebbe comunque inferiore a quanto osservato sul Lemano. Nonostante le incertezze dovute alle numerose variabili citate, questo risultato è molto positivo e suggerisce come le plastiche presenti nel bacino del Verbano possano essere potenzialmente meno problematiche rispetto a quelle rinvenute nel Lemano.

#### Tabella 2:

*Dati statistici sugli elementi pericolosi o potenzialmente tali rinvenuti nei campioni considerati in questo studio a confronto con quelli di uno studio analogo sul Lemano (campioni raccolti nel 2016).*

Elemento	Lago Lemano Ref. 19				Questo studio			
	Pos %	Mediana	Min	Max	Pos %	Mediana	Min	Max
As	9.4	6.3	1.7	26.4	6.1	3.6	2	228
Br	21.8	64.6	2.9	27400	12.3	12.4	3	4737
Cd	15.9	1120	23.0	6760	3.5	203	32	866
Cr	48.6	48.8	17.0	77100	13.2	39.0	17	643
Hg	2.5	68.6	3.3	810	0	0	0	0
Pb	22.8	585	5.9	23500	5.3	1609	6	10589
Sb	10.9	183	33.1	27100	7.0	122	63	12583
Se	5.1	394	156	1670	1.8	93.8	14	174
Sn	Non riportato				3.5	2399	93	3032

Composti contenenti Piombo e Cadmio possono essere presenti nelle plastiche sia come pigmenti, sia in qualità di stabilizzanti (contro il calore e gli effetti di ossidanti o delle radiazioni UV).<sup>18</sup> Il campione con il maggiore contenuto di Pb e quello con la più alta concentrazione di Cd sono raffigurati nella Figura 5: si tratta in entrambi i casi di frammenti di oggetti più grandi colorati. Il ritrovamento di Cr e Se assieme a Pb e rispettivamente Cd, permette di risalire alla probabile natura chimica dei pigmenti; si tratta del giallo Cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ) e del rosso di Cadmio ( $\text{CdSe}$ ), sostanze tossiche e cancerogene, la cui immissione sul mercato e impiego nelle plastiche sono oggi proibiti dall'ORRPChim. In effetti, tutti gli oggetti con Pb e Cd – 10 in totale – sono stati classificati visivamente come “vecchi”, confermando come, con tutta probabilità, gli oggetti in questione siano stati conformemente immessi sul mercato e utilizzati diversi anni fa. Complessivamente, Pb e Cd sono stati rinvenuti in circa il 10% dei campioni con polimeri a base di PE o PP e nel 30% dei campioni in PVC. Contrariamente al Lemano, non sono stati rinvenuti oggetti contenenti Mercurio, metallo che potrebbe essere stato impiegato nelle plastiche in un lontano passato come catalizzatore o colorante.<sup>19</sup> Per quanto riguarda invece il Cromo, a sua volta parte di possibili pigmenti, i due oggetti riprodotti nella Figura 5 sono anche quelli con i contenuti più elevati, mentre le concentrazioni in altri oggetti è attorno o chiaramente inferiore a 100 ppm.



**Figura 5:**

*Frammenti, riconducibili verosimilmente a vecchi oggetti abbandonati in passato, rinvenuti in occasione del “Clean-up lake” presso Magadino nel 2019 e contenenti coloranti oggi non più permessi. Per l’oggetto a sinistra si tratta verosimilmente del rosso di Cadmio ( $\text{CdSe}$ ), per quello a destra del giallo Cromo ( $\text{PbCrO}_4$ ).*

Tra i 12 campioni con Bromo, uno è risultato di colore verde suggerendo che il Br in questo materiale, vista la concomitante presenza di Rame, possa essere dovuto ad un colorante organico come il verde di ftalocianina.<sup>19</sup> Solo in tre campioni sono state rinvenute concentrazioni superiori a 1000 ppm, per le quali la presenza di Br è invece verosimilmente legata alla funzione di ritardante di fiamma: si tratta di una poliolefina, di un polistirene (espanso) e di un poliuretano. Con la tecnica impiegata, non è possibile determinare la natura organica dei composti bromurati e stabilire quindi se e in che misura gli stessi possano essere ricondotti a sostanze vietate dall'ORRPChim, come i polibromodifenileteri, o ad altri composti. L'antimonio viene impiegato tipicamente sotto forma di ossido d'antimonio ( $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ) in diversi tipi di plastiche, il PET in particolare, come catalizzatore, stabilizzatore o, a sua volta, ritardante di fiamma. Come prevedibile, tutti i quattro oggetti in PET hanno mostrato tracce di Sb tra ~100 e 400 ppm. Altri campioni contenenti Sb, in un caso oltre l'1%, sono risultati prevalentemente a base di poliolefine PE / PP.<sup>23</sup>

Composti di Stagno e Arsenico possono essere stati impiegati in passato principalmente come biocidi e, nel settore delle plastiche, all'interno di prodotti in PVC.<sup>18</sup> In effetti tre “vecchi” oggetti in PVC hanno mostrato le concentrazioni più alte di Sn (~2000-3000 ppm), possibilmente riconducibili a composti organostannici oggi

vietati dall'ORRPChim. Le concentrazioni di As sono risultate invece generalmente più ridotte. Potrebbero, almeno in parte, anche essere dovute a interferenze non facilmente evitabili, soprattutto a livello di tracce, con l'apparecchio in dotazione.

## 04 Conclusioni e prospettive

Tra le numerose possibili fonti di microplastiche nell'ambiente, figurano gli oggetti di dimensioni più grandi abbandonati o dispersi. Se non recuperati, con il tempo e l'usura questi oggetti possono fungere da fonte di microplastiche secondarie. Questo studio propone una valutazione di 100 oggetti raccolti in occasione di un evento di pulizia di fondali e rive del Verbano presso Magadino, organizzato lo scorso 1. giugno 2019 dal Dipartimento del territorio e dal Comune di Gambarogno in collaborazione con numerosi partner.

Dalle caratteristiche degli oggetti è stato possibile stimare come la metà di essi fossero "vecchi", ovvero probabilmente abbandonati o rilasciati nell'ambiente diversi anni fa. Diversi rifiuti presentavano evidenti segni di degradazione, fornendo un'"istantanea" relativa alla possibilità di produrre e rilasciare microplastiche. In base alla tipologia è stato inoltre stimato come, verosimilmente, la maggior parte degli oggetti sia stata trasportata presso le zone di raccolta attraverso le correnti.

Visto che le microplastiche possono contenere in media il 4% in peso di additivi,<sup>3</sup> lo scopo principale dello studio era quello di verificare, limitatamente ad alcuni elementi di interesse, l'effettiva presenza di additivi chimici problematici. Una ricerca analoga sul Lemano, i cui risultati sono stati pubblicati nel 2018, aveva infatti suscitato un certo scalpore evidenziando una frequenza importante di additivi pericolosi. Anche i risultati per il Verbano hanno mostrato la presenza di oggetti con analoghi additivi problematici ma, fortunatamente, con una frequenza di ritrovamento chiaramente inferiore. Questo risultato, sebbene necessiterebbe di essere corroborato considerando altre zone di raccolta e codificando con maggiore sistematicità le operazioni di recupero dei rifiuti, è molto positivo.

Non di meno, quanto osservato conferma in linea generale che le nano- e microplastiche possono derivare da oggetti anche molto datati e contenenti sostanze pericolose. Nella valutazione dei pericoli e del rischio sulla presenza di (micro)plastiche nell'ambiente, la presenza di additivi pericolosi non deve automaticamente allarmare. Riveste infatti maggior rilevanza la (bio)disponibilità di queste sostanze per gli organismi bersaglio, per esempio il rilascio e l'assorbimento di questi additivi all'interno di un organismo acquatico che dovesse ingerire uno o più frammenti. Visto che questi possibili effetti sono ancora largamente sconosciuti,<sup>24</sup> sarà necessario tenerne debito conto negli sviluppi tuttora in corso nel campo della caratterizzazione del rischio. Nel contesto generale resta in ogni caso valida – secondo il principio di precauzione – la necessità di ridurre maggiormente alla fonte la dispersione di plastiche, volontaria o involontaria.

## 05 Ringraziamenti

Il presente studio è stato possibile grazie alla disponibilità di tutti i volontari intervenuti in occasione del "Clean up lake". La raccolta di rifiuti dal fondale è stata curata da Salvataggio Sub Gambarogno e Cavedano Sub, mentre diverse società locali hanno collaborato alla pulizia delle rive lago, del lido e del riale. Si ringrazia in particolare il Comune di Gambarogno per l'organizzazione e l'indispensabile supporto. La redazione del presente studio è a cura di Nicola Solcà della SPAAS.

## 06 Referenze

- 01 Adam V., Yang T., Nowack B. (2019) Toward an ecotoxicological risk assessment of microplastics: Comparison of available hazard and exposure data in freshwaters. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(2), 436-447.
- 02 European Chemical Agency ECHA. (2019). Annex XV restriction report – proposal for a restriction of intentionally added microplastics. Disponibile alla pagina: [www.echa.europa.eu](http://www.echa.europa.eu).
- 03 EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. (2016). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14(6): 4501.
- 04 Scheurer M. e Bigalke M. (2018). Microplastics in Swiss floodplain soils. *Environmental Science and Technology*. 52 (6).
- 05 Hüglin C., Gianini M. e Gehrig, R. (2012). Chemische Zusammensetzung und Quellen von Feinstaub. Untersuchungen an ausgewählten NABEL Standorten. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).
- 06 Bergmann M., Mützel S., Primpke S., Tekman M. B., Trachsel J., Gerdt G. (2019). White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic. *Sci. Adv.* 5 (8).
- 07 World Health Organization. (2019). Microplastics in drinking-water. Geneva, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- 08 Eerkes-Medrano D., Thompson R. C. e Aldridge D. C. (2015). Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Research*, 75, 63-82.
- 09 Plastic Europe – Association of Plastics Manufacturers. (2018). Plastics – the Facts 2017: an analysis of European plastics production, demand and waste data. Rapporto disponibile al sito: [www.plasticseurope.org](http://www.plasticseurope.org).
- 10 Bank M. S., Hansson S. V. (2019). The Plastic Cycle: A Novel and Holistic Paradigm for the Anthropocene. *Environ. Sci. Technol.* 53, 7177–7179.
- 11 Faure F. e de Alencastro F.L. (2014). Évaluation de la pollution par les plastiques dans les eaux de surface en Suisse. Rapporto EPFL su mandato dell'UFAM, Divisione acque.
- 12 Faure F., Demars C., Wieser O., Kunz M. e de Alencastro F.L. (2015). Plastic pollution in Swiss surface waters: nature and concentrations, interaction with pollutants. *Environmental Chemistry*, 12, 5, 582-591.

- 13** Dipartimento del territorio – Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo DT-SPAAS. (2018). Studio sulla presenza di microplastiche nel lago Ceresio. Disponibile alla pagina: [www.ti.ch/microplastiche](http://www.ti.ch/microplastiche).
- 14** Buob G., Solcà N., Forni E. (2019). Microplastiche: una macro-realtà anche per il Ticino?. *Dati – Statistiche e società*. XIX (1), 65-71.
- 15** Kawecki D., Nowack B. (2019) Polymer-Specific Modeling of the Environmental Emissions of Seven Commodity Plastics As Macro- and Microplastics. *Sci. Technol.* 53(16), 9664-9676.
- 16** Boucher J., Faure F., Pompini O., Plummer Z., Wieser O., De Alencastro L. F. (2019). (Micro) plastic fluxes and stocks in Lake Geneva basin. *Trends in Analytical Chemistry*. 112. 66-74.
- 17** Dris R., Imhof H., Sanchez W., Gasperi J., Galgani F., Tassin B. e Laforsch, C. (2015). Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-) plastic particles. *Environmental Chemistry*, 12(5), 539-550.
- 18** Hahladakis J. N., Velis C. A., Weber R., Iacovidou E., Purnell P. (2018). An overview of chemical additives present in plastics: Migration, release, fate and environmental impact during their use, disposal and recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 179-199.
- 19** Filella M. e Turner A. (2018). Observational study unveils the extensive presence of hazardous elements in beached plastics from lake Geneva. *Frontiers in environmental science*, 6, 1-8.
- 20** Blarer P., Kull G. (2018). Swiss Litter Report. Disponibile alla pagina: [www.stoppp.org](http://www.stoppp.org).
- 21** Jung M. R., Horgen F. D., Orski S. V., Rodriguez V., Beers K. L., Balazs G. H., Todd Jones, T., Work T. M., Brignac K. C., Royer S., Hyrenbach K. D., Jensen B. A., Lynch J. M. (2018). Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. *Marine Pollution Bulletin* 127, 704-716.
- 22** Gunasekaran S., Natarajan R.K. e Kala A. (2007). FTIR spectra and mechanical strength analysis of some selected rubber derivatives. *Spectrochimica Acta Part A*. 68. 323–330.
- 23** Mathys R., Dittmar J., Johnson C.A. (2007). Antimony in Switzerland: A substance flow analysis. *Environmental studies* No. 0724. Federal Office for the Environment, Bern.149 pp.
- 24** Koelmans A. A., Besseling E., e Foekema E. M. (2014). Leaching of plastic additives to marine organisms. *Environmental Pollution*, 187, 49–54.

1



2



3



4



5



6



7



8



15



16



17



18



19



20



21



28



29



30



31



32



33



38



39



40



41



42



48



49



50



51



52



53



60



61



62



63



64



65



66



67



74



75



76



77



78



87



88



89



90



91



92



93





## 07 Allegati

### Legenda polimeri ed elementi

<b>PE</b>	Polietilene
<b>PP</b>	Polipropilene
<b>PS</b>	Polistirene
<b>PU</b>	Poliuretano
<b>PET</b>	Polietilene tereftalato
<b>PVC</b>	Polivinilcloruro
<b>EDPM</b>	Gomma Ethylene-Propylene Diene Monomer
<b>PMMA</b>	Polimetilmetacrilato
<b>EVA</b>	Etilene Vinil Acetato
<b>CA</b>	Acetato di cellulosa
<b>CN</b>	Nitrato di cellulosa
<b>As</b>	Arsenico
<b>Br</b>	Bromo
<b>Cd</b>	Cadmio
<b>Cr</b>	Cromo
<b>Hg</b>	Mercurio
<b>Pb</b>	Piombo
<b>Db</b>	Antimonio
<b>Se</b>	Selenio
<b>Sn</b>	Stagno

## Allegato Tabella 3 con i dati complessivi raccolti per i 100 oggetti e i 114 campioni considerati nello studio.

Oggetto	Campione	Descrizione	Peso (g)	Valutazione temporale	Categoria	Polimero	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Cr ppm	Hg ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm
1	1 - 1	Cannuccia	0.3	Recente	Stoviglie	PP	< LOD	< LOD	< LOD	27.9	< LOD				
2	2 - 1	Film imballaggio	0.1	Recente	Fogli e pellicole	PP	< LOD								
3	3 - 1	Tappo	1.8	Vecchio	Tappi e bottiglie	PE	< LOD								
4	4 - 1	Disco	0.4	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD								
5	5 - 1	Confezione merendina	0.2	Recente	Confezioni	PP / Alu	< LOD								
6	6 - 1	Palloncino	0.2	Recente	Oggetti da divertimento	Gomma mod.	< LOD								
7	7 - 1	Tessuto / panno	1.7	Vecchio	Tessuti, fili e corde	Nylon	17.1	< LOD	< LOD	31.8	< LOD				
8	8 - 1	Coltello	5.6	Vecchio	Stoviglie	PS	< LOD								
9	9 - 1	Oggetto non identificato	0.3	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PU	< LOD	< LOD	< LOD	24.8	< LOD				
10	10 - 1	Tappo	2.2	Recente	Tappi e bottiglie	PE	< LOD								
11	11 - 1	Appenditenda	1.5	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD								
12	12 - 1	Tubo	9.2	Recente	Oggetti diversi e frammenti	Silicone	< LOD								
13	13 - 1	Pellicola trasparente	0.2	Recente	Fogli e pellicole	PE	< LOD								
14	14 - 1	Nastro	1.6	Recente	Fogli e pellicole	PE	< LOD								
15	15 - 1	Foglio	6.2	Recente	Fogli e pellicole	PE	< LOD	7.9	< LOD						
16	16 - 1	Pellicola trasparente	0.3	Vecchio	Fogli e pellicole	PE	< LOD								
17	17 - 1	Corda	4.1	Vecchio	Tessuti, fili e corde	PP	< LOD	< LOD	< LOD	30.6	< LOD				
18	18 - 1	Tappo	2.6	Recente	Tappi e bottiglie	PE	< LOD								
19	19 - 1	Papererella	14.2	Recente	Oggetti da divertimento	PE	< LOD								
20	20 - 1	Tubo	1.8	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE / Altro	< LOD								
21	21 - 1	Guanto	5.3	Recente	Oggetti diversi e frammenti	Lattice	< LOD								
22	22 - 1	Tappo	16.0	Recente	Tappi e bottiglie	PP / EDPM	< LOD								
23	23 - 1	Bicchiera	1.8	Vecchio	Stoviglie	PP	< LOD	< LOD	< LOD	36.7	< LOD				

Oggetto	Campione	Descrizione	Peso (g)	Valutazione temporale	Categoria	Polimero	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Cr ppm	Hg ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm
24	24 - 1	Pellicola trasparente	1.0	Vecchio	Fogli e pellicole	PE / Altro	< LOD								
25	25 - 1	Dentiera carnevale	2.4	Recente	Oggetti da divertimento	PE	< LOD								
26	26 - 1	Occhiali	6.4	Vecchio	Oggetti da divertimento	PU	< LOD	1001.0	< LOD						
27	27 - 1	Carta trasparente	1.6	Vecchio	Fogli e pellicole	PP	< LOD								
28	28 - 1	Confezione	0.6	Vecchio	Confezioni merendina	PP / Altro	< LOD								
29	29 - 1	Oggetto non identificato	2.6	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD								
30	30 - 1	Polistorolo	0.0	Recente	Fogli e pellicole	PS	< LOD	4737.4	< LOD	91.0	< LOD				
31	31 - 1	Coperchio	0.8	Vecchio	Confezioni	PP	< LOD								
32	32 - 1	Confezione merendina	0.5	Recente	Confezioni	PE / PP / Alu	< LOD								
33	33 - 1	Confezione fazzoletti	0.7	Recente	Confezioni	PE	< LOD								
34	34 - 1	Nastro...	2.4	Vecchio	Fogli e pellicole	Gomma mod.	< LOD								
34	34 - 2	...filo	0.3			PET	< LOD	< LOD	< LOD	69.8	< LOD	< LOD	138.8	< LOD	< LOD
35	35 - 1	Oggetto non identificato	2.4	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	2215.5							
36	36 - 1	Foglio	0.7	Vecchio	Fogli e pellicole	PE	< LOD								
37	37 - 1	Cannuccia	0.8	Recente	Stoviglie	PP	< LOD								
38	38 - 1	Corda	1.7	Recente	Tessuti, fili e corde	PE / PP	< LOD								
39	39 - 1	Confezione merendina	0.2	Vecchio	Confezioni	Altro	< LOD								
40	40 - 1	Confezione fazzoletti	0.4	Recente	Confezioni	PE	< LOD								
41	41 - 1	Foglio	0.4	Vecchio	Fogli e pellicole	PE	< LOD								
42	42 - 1	Oggetto non identificato	1.3	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PS	< LOD								
43	43 - 1	Confezione merendina	1.7	Recente	Confezioni	PE / PP / Altro	< LOD								
44	44 - 1	Sacchetto	4.0	Recente	Sacchetti	PE	< LOD								
45	45 - 1	Sacchetto	4.1	Recente	Sacchetti	PE	< LOD								
46	46 - 1	Sacchetto PE-LD	1.4	Recente	Sacchetti	PE	< LOD								
47	47 - 1	Sacchetto	4.1	Recente	Sacchetti	PE	< LOD								

Oggetto	Campione	Descrizione	Peso (g)	Valutazione temporale	Categoria	Polimero	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Cr ppm	Hg ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm
48	48 - 1	Film	0.2	Recente	Fogli e pellicole	PP	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
49	49 - 1	Pellicola trasparente	1.1	Recente	Fogli e pellicole	PVC / Altro	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
50	50 - 1	Bottiglia...	13.1	Vecchio	Tappi e bottiglie	PET	< LOD	397.2	< LOD	< LOD					
50	50 - 2	...etichetta plastificata	0.1			PP / Altro	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
51	51 - 1	Coperchio	11.0	Recente	Confezioni	PE / PP	< LOD	21.2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
52	52 - 1	Tappo	22.2	Recente	Tappi e bottiglie	PE	< LOD	< LOD	< LOD	38.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
52	52 - 2	...guarnizione bianca	0.7			PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
53	53 - 1	Oggetto non identificato	2.7	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PP	2.4	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD				
54	54 - 1	Oggetto non identificato	8.6	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
55	55 - 1	Appenditenda	3.4	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
56	56 - 1	Oggetto non identificato	1.5	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	Gomma. mod	< LOD	< LOD	< LOD	55.2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
57	57 - 1	Oggetto non identificato	17.7	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	4.4	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
58	58 - 1	Oggetto igiene intima	2.4	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
59	59 - 1	Barretta verniciata	1.2	Vecchio	Altro	Met. verniciato	228.4	< LOD	< LOD	642.7	< LOD	3178.0	105.7	< LOD	< LOD
60	60 - 1	Tappo	4.8	Vecchio	Tappi e bottiglie	PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
61	61 - 1	Oggetto igiene intima	2.7	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
62	62 - 1	Oggetto non identificato	0.9	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
63	63 - 1	Confezione cosmetico	1.5	Vecchio	Confezioni	PE	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
64	64 - 1	Confezione merendina	4.0	Recente	Confezioni	PE / PP	< LOD	< LOD	< LOD	102.9	< LOD	< LOD	279.5	< LOD	< LOD
65	65 - 1	Oggetto non identificato	69.9	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	Res. acetica	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD					
66	66 - 1	Oggetto non identificato	7.2	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	16.5	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
67	67 - 1	Oggetto non identificato	1.7	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	< LOD	< LOD	120.3	< LOD	10588.5	< LOD	< LOD	< LOD
68	68 - 1	Oggetto non identificato	1.0	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PE / PP	< LOD	12583.3	< LOD	< LOD					
69	69 - 1	Mozzicone sigaretta	0.2	Recente	Altro	CA	< LOD	< LOD	< LOD	32.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
70	70 - 1	Filtro sigaretta	0.1	Vecchio	Altro	CA	< LOD	< LOD	< LOD	42.8	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD

Oggetto	Campione	Descrizione	Peso (g)	Valutazione temporale	Categoria	Polimero	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Cr ppm	Hg ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm
71	71 - 1	Flacone	169.6	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	32.0	< LOD					
72	72 - 1	Bottiglia...	30.0	Recente	Tappi e bottiglie	PET	< LOD	101.7	< LOD	< LOD					
72	72 - 2	...etichetta	0.7			Altro	< LOD								
72	72 - 3	...tappo	1.8			PE	< LOD	< LOD	< LOD	17.2	< LOD				
73	73 - 1	Barchetta...	233.4	Recente	Oggetti da divertimento	PE	< LOD								
73	73 - 2	... componente rossa	46.5			PE / PP	< LOD								
73	73 - 3	... componente beige	25.2			PS	< LOD	6.8	< LOD	14.0	< LOD				
73	73 - 4	... cordicella	0.1			PP	< LOD								
74	74 - 1	Ciabatta...	124.0	Recente	Oggetti diversi e frammenti	EVA	< LOD								
74	74 - 2	... bottone	1.8			Res. acetica	< LOD	5.7	< LOD						
75	75 - 1	Oggetto non identificato	31.2	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	46.6	< LOD	110.4	< LOD	7236.8	< LOD	< LOD	< LOD
76	76 - 1	Oggetto non identificato	10.2	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	4.4	4.4	< LOD	< LOD	< LOD	40.2	< LOD	< LOD	< LOD
77	77 - 1	Oggetto non identificato	28.5	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	Altro	< LOD	2.8	< LOD						
78	78 - 1	Cornice	2.1	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD								
79	79 - 1	Oggetto non identificato	26.9	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	2.7	< LOD	865.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	173.6	< LOD
80	80 - 1	Bottiglia	24.5	Vecchio	Tappi e bottiglie	PET	< LOD	103.2	< LOD	< LOD					
80	80 - 2	...anello	0.4			PE	< LOD								
81	81 - 1	Oggetto non identificato	38.2	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	195.2	< LOD					
82	82 - 1	Tappo	7.6	Vecchio	Tappi e bottiglie	PE	< LOD								
83	83 - 1	Vasetto	13.9	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD	10.6	< LOD	< LOD	< LOD				
84	84 - 1	Nastro...	0.4	Recente	Fogli e pellicole	PMMA	< LOD								
84	84 - 2	...componente opaca	2.1			Acilato	< LOD	8.2	< LOD						
85	85 - 1	Tappo	3.3	Vecchio	Tappi e bottiglie	PE / EVA	2.3	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	6.5	< LOD	< LOD	< LOD
86	86 - 1	Oggetto non identificato	1.7	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD								
87	87 - 1	Oggetto non identificato	5.4	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	Nylon	3.6	468.6	< LOD	93.2					

Oggetto	Campione	Descrizione	Peso (g)	Valutazione temporale	Categoria	Polimero	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Cr ppm	Hg ppm	Pb ppm	Sb ppm	Se ppm	Sn ppm
88	88 - 1	Oggetto non identificato	18.6	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD								
89	89 - 1	Oggetto non identificato	4.6	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PE	< LOD	< LOD	211.1	< LOD					
90	90 - 1	Palloncino...	0.4	Vecchio	Oggetti da divertimento	Gomma mod.	< LOD								
90	90 - 2	...nastro	0.2			PP	< LOD								
90	90 - 3	...supporto trasparente	0.4			PE	< LOD								
91	91 - 1	Oggetto non identificato	0.8	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	3032.5							
92	92 - 1	Filo plastificato	0.2	Recente	Tessuti, fili e corde	PE / PP	< LOD								
93	93 - 1	Oggetto non identificato	2.2	Recente	Oggetti diversi e frammenti	Altro	< LOD								
94	94 - 1	Tappo	1.3	Vecchio	Tappi e bottiglie	PE	< LOD								
95	95 - 1	Confezione merendina	0.1	Vecchio	Confezioni	Altro	< LOD								
96	96 - 1	Lente sintetica	1.1	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	CN	< LOD								
97	97 - 1	Asta supporto	6.3	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	Nylon	< LOD								
98	98 - 1	Contenitore...	113.9	Recente	Oggetti diversi e frammenti	PP	< LOD	63.0	< LOD	< LOD					
98	98 - 2	...etichetta plastificata	2.0			PP	< LOD								
99	99 - 1	Vaschetta gelato	79.6	Recente	Stoviglie	PS	< LOD								
100	100 - 1	Oggetto non identificato	2.1	Vecchio	Oggetti diversi e frammenti	PVC	< LOD	48.3	< LOD	2583.5					



**Per ulteriori informazioni**

Dipartimento del territorio  
Sezione della protezione dell'aria,  
dell'acqua e del suolo  
Ufficio della gestione  
dei rischi ambientali e del suolo  
Via Franco Zorzi 13,  
6501 Bellinzona

tel. +41 91 814 29 71  
e-mail [dt-spaas@ti.ch](mailto:dt-spaas@ti.ch)  
<https://www4.ti.ch/dt/da/spaas/sezione/>