Blue Lakes

No microplastics, just waves.

NO MICROPLASTICS, JUST WAVES.

Monitoring Protocol:

Pilot on Trasimeno and Bracciano Lakes
ACTION B.2

BENEFICIARIO COORDINATORE

LEGAMBIENTE

BENEFICIARI ASSOCIATI

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale

ARPA UMBRIA Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale dell'Umbria

ENEA AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

Global Nature Fund

Bodensee Stiftung Lake Constance Foundation

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

PROGETTO COFINANZIATO DA

PlasticsEurope Association of Plastics Manufacturers

www.lifebluelakes.eu / info@lifebluelakes.eu

Action B.2 Monitoring Protocol:

Pilot on Trasimeno and Bracciano Lakes

Deliverable B2.3

Technical Report: two years of lake monitoring activities

Referente
Maria Sighicelli
ENEA C.R. CASACCIA - Roma
Laboratorio Biodiversità e Servizi Ecosistemici
maria.sighicelli@enea.it

Hanno contribuito al Report: Patrizia Menegoni (ENEA), Francesca Lecce (ENEA), Paolo Stranieri (ARPA UMBRIA), Valentina Della Bella (ARPA UMBRIA), Lucia Coscia (ARPA UMBRIA), Stefania Di Vito (LEGAMBIENTE), Loris Pietrelli (LEGAMBIENTE).

Executive Summary

This report is part of the monitoring activities of the Blue Lakes project aimed at collecting data on the concentration and diffusion of microplastics in water and beaches sediment of Lakes Trasimeno and Bracciano through the implementation and sharing of a protocol developed to standardize sampling and laboratory analysis procedures, as well as harmonize methods.

The importance of Action B.2 is related to the fact that most plastic debris research is currently focused on the seas and oceans. As a result, available sampling techniques and protocols have been developed predominantly for marine systems. These can be partly applied in freshwater environments but require functional adaptation to the diverse environmental conditions of freshwaters subjected to increased incidence of micro- and nano-plastics due to numerous anthropogenic activities and the proximity of heterogeneous urban systems.

The differences between freshwater and marine systems are mostly limited to sampling techniques. Many factors specific to freshwater systems influence sampling procedures more than laboratory analysis, which tends to be similar to the analysis of seawater samples.

Therefore, by integrating common practices identified in the literature with pilot lake monitoring activity, a standard operating procedure for sampling and extraction of microplastics from water and beach sediments was developed, as described in Deliverable B2.2.

The following paragraphs provide a summary of the results for the two-year seasonal monitoring period (2020-2022) in the two pilot lakes of the project.
2631 plastic microparticles collected in surface waters of Lake Trasimeno; 4317 in surface and column waters of Lake Bracciano.
Plastic microparticles were found in 98% of the samples collected during all 2020-2022 seasonal campaigns. For each, the abundance of microplastics indicated both as number of particles/km^2 and number of particles/m^3 was estimated.
In each beach two transects were performed in the “shorelines pollution” including 6 sub-samples and related replicates, totally 110 sediment samples were collected. Totally 563 microplastics were sampled, in particular they were found in 37.3% of collected samples.

Comparison of the two pilot areas shows significant differences between the average density values in the surface waters of the two lakes simultaneously with seasonal variability from one year to the next, confirming the complexity of analyzing the diffusion cycle of these microparticles in the lake environment.

INDICE

1. INTRODUZIONE 4
2. METODOLOGIA 5
3. MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI 7
4. MONITORAGGIO SEDIMENTI 13
APPENDICE 16

1. INTRODUZIONE

Questo deliverable si inserisce nel quadro delle attività di monitoraggio del progetto Blue Lakes finalizzate a raccogliere dati sulla concentrazione e diffusione delle microplastiche nella matrice acqua e sedimenti di spiagge del lago Trasimeno e del lago di Bracciano attraverso l'implementazione e la condivisione di un protocollo sviluppato per standardizzare le procedure di prelievo dei campioni e di analisi in laboratorio, oltre che armonizzare i metodi.

La messa a punto del protocollo di monitoraggio delle microplastiche nelle acque superficiali, colonna e nei sedimenti delle spiagge lacustri ha costituito l'obiettivo principale dell'Azione B.2 del progetto. Sviluppato entro la fine di novembre 2021, e testato con una seconda campagna annuale di campionamento in entrambi i laghi delle due aree pilota (Bracciano e Trasimeno, è stato condiviso con i tecnici ARPA/APPA attraverso un corso di formazione di tre giorni a settembre/ottobre 2022 e diffuso attraverso seminari regionali con le autorità competenti nel corso del 2023.

L'importanza di questa Azione è legata al fatto che la maggior parte della ricerca sui detriti di plastica è attualmente focalizzata sui mari e gli oceani. Di conseguenza, le tecniche e i protocolli di campionamento disponibili sono stati sviluppati prevalentemente per i sistemi marini. Questi possono essere in parte applicati in ambienti di acqua dolce, ma richiedono un adattamento funzionale alle diverse condizioni ambientali delle acque dolci sottoposte ad una maggiore incidenza di micro e nano-plastiche dovuta alle numerose attività antropiche e alla vicinanza di sistemi urbani eterogenei.

Le differenze tra i sistemi di acqua dolce e quelli marini sono limitate per lo più alle tecniche di campionamento. Molti fattori specifici dei sistemi di acqua dolce influenzano maggiormente le procedure di campionamento rispetto all'analisi di laboratorio, che tende ad essere simile all'analisi dei campioni di acqua di mare.

Pertanto, integrando pratiche comuni individuate in letteratura con l'attività di monitoraggio dei laghi pilota è stata sviluppata una procedura operativa standard per il campionamento e l'estrazione di microplastiche dall'acqua e dai sedimenti di spiagge, come descritto nel Deliverable B2.2.

Nei paragrafi successivi si riporta una sintesi dei risultati relativi al biennio di monitoraggio nei due laghi pilota del progetto.

2. METODOLOGIA

Per ogni matrice ambientale è stato elaborato sia un protocollo operativo di campionamento con la descrizione delle attrezzature necessarie sia un protocollo operativo di analisi dei campioni prelevati (Deliverable B2.2).

I laghi scelti come modelli per il progetto Blue Lakes sono stati oggetto di indagine già da alcuni anni da parte di ENEA e Legambiente attraverso le campagne di campionamento di microplastiche della Goletta dei Laghi.

Ottimizzando l'esperienza e i risultati ottenuti dalle precedenti campagne, è stato possibile integrare dati ed elaborare informazioni funzionali alle fasi di pianificazione del protocollo di monitoraggio:

1. **Analisi preliminare**, con la quale si analizzano le condizioni locali: caratteristiche geomorfologiche, proprietà idrologiche e situazione meteorologica; si identificano hotspot e aree critiche; si valutano le possibili fonti di inquinamento in relazione alla presenza di pressione umana; si verifica la disponibilità di mezzi e autorizzazioni per la navigazione;
2. **Disegno di monitoraggio**, in cui vengono scelti numero e posizione dei siti di campionamento; frequenza e tempistica di campionamento. Le informazioni acquisite nell'indagine preliminare consentono di delineare il transetto in acqua e sulle spiagge, e di programmare la campagna di campionamento nelle quattro stagioni (primavera, estate, autunno, inverno);
3. **Attività di campo**, necessaria a valutare il campionamento delle microplastiche nelle diverse matrici, sulla superficie, nella colonna d'acqua e nei sedimenti della spiaggia;
4. **Attività di laboratorio** con la quale il campione d'acqua e di sabbie viene trattato e sottoposto a setacciatura, cernita visiva e separazione, caratterizzazione per dimensione, forma, colore, e identificazione della composizione chimica dei polimeri.

L'analisi delle informazioni acquisite ha contribuito a delineare per entrambi i laghi pilota 5 transetti in acqua e 4 sulle spiagge, queste ultime in corrispondenza dei punti di campionamento in acqua, e a programmare nei due anni di monitoraggio 8 campagne di campionamento nelle diverse stagioni (estate 2020-21, autunno 2020-21, inverno 2021-22, primavera 2021-22), utili a valutare la variabilità nella presenza e distribuzione delle microplastiche associata ai percorsi di flusso nelle diverse condizioni ambientali.

Le cartine riportate in Fig.1 mostrano i 5 transetti in acqua individuati mediante applicazione del disegno di monitoraggio sviluppato secondo il protocollo, quindi, valutando la morfologia del lago, le caratteristiche idrologiche, fattori naturali locali, la presenza di venti prevalenti e le principali pressioni antropiche del territorio. Il numero e la posizione tengono conto della rappresentatività

dell'estensione superficiale del lago in linea con i protocolli istituzionali già sviluppati per il monitoraggio della componente fitoplanctonica. Per ogni transetto è riportata anche la relativa replica.

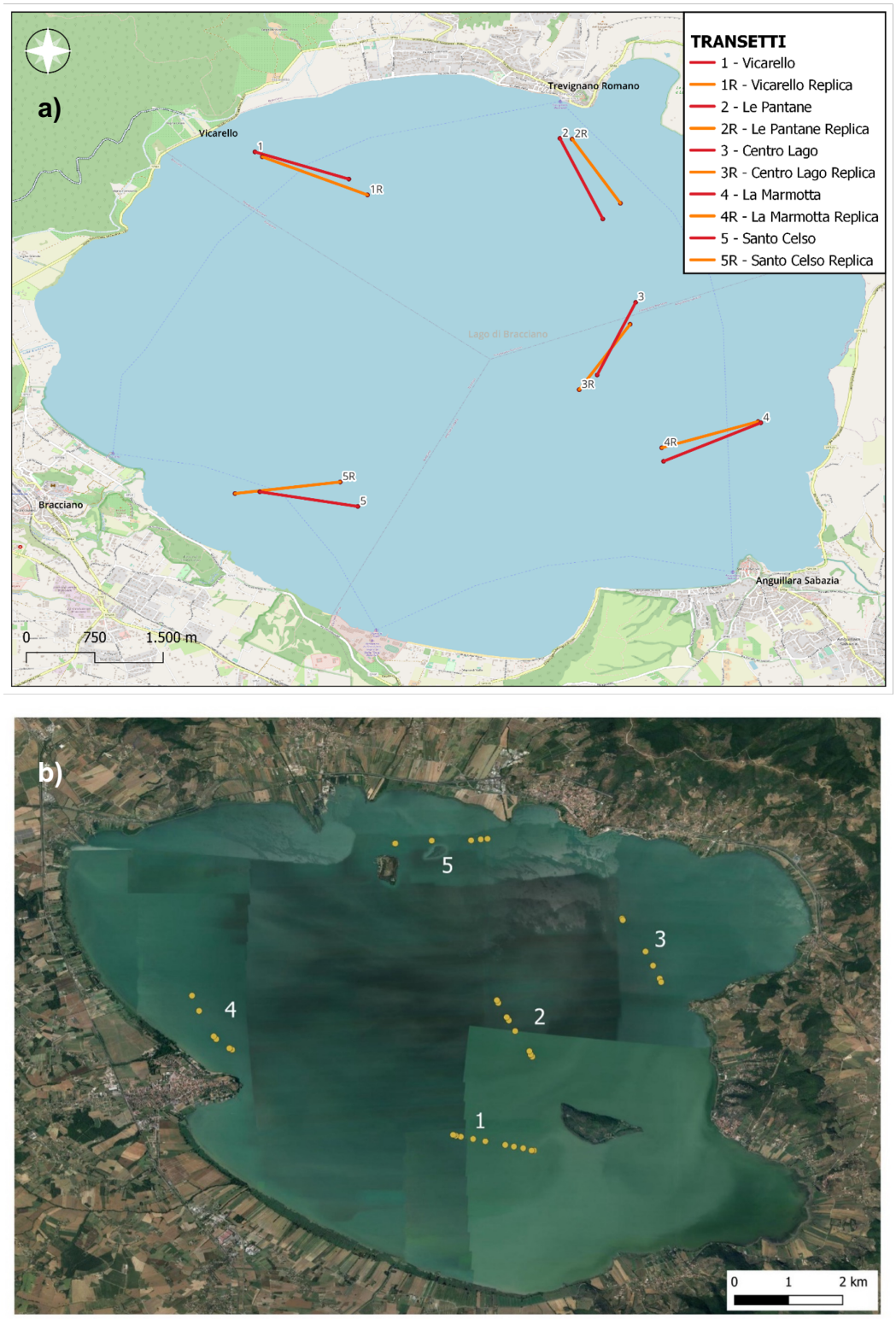


Fig.1 *– Rappresentazione su carta delle cinque trainate e le rispettive repliche: a) lago di Bracciano, b) lago Trasimeno.*

3. MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI

L'attività di monitoraggio stagionale oltre ad ampliare il database sulle microplastiche nelle due aree-pilota, ha permesso:

- di valutare due diversi campionatori, retino Manta e retino Bongo, utilizzati per eseguire rispettivamente retinate in orizzontale e verticale;
- di testare l'idoneità del retino Bongo nel campionamento di superficie *(Fig.2)*;
- di confrontare maglie di dimensioni diverse: Manta con maglie di dimensioni di 330 micron e Bongo con maglie di 100 micron;
- di verificare le specifiche peculiarità di ciascun retino (peso, assetto, vuoto di maglia) e valutare la migliore funzionalità anche in termini di manovrabilità e di recupero del campione;
- di ottimizzare tempo e risorse per il trasferimento del protocollo ai tecnici ARPA.

Fig.2 *– Immagine dei due campionatori calati a poppa dell'imbarcazione nel corso della trainata controcorrente da 20 minuti a due nodi. Il campionatore a sinistra è il retino Manta con vuoto di maglia di 300 micron e quello a destra è il retino Bongo con vuoto di maglia di 100 micron.*

Nel corso dei due anni di monitoraggio, periodo compreso tra luglio 2020 e maggio 2022, sono state eseguite 8 compagne stagionali nelle due aree pilota Bracciano e Trasimeno, 5 transetti per ciascuna area, 10 retinate per ogni campionamento stagionale, per un totale di 80 retinate nei due anni di monitoraggio.

2631 le microparticelle di plastica raccolte nelle acque superficiali del lago Trasimeno; **4317** nelle acque di superficie e in colonna del lago Bracciano.
Microparticelle di plastica sono state trovate nel 98% dei campioni raccolti durante tutte le campagne stagionali 2020-2022. Per ognuna di esse è stata stimata l'abbondanza di microplastiche indicata sia come numero di particelle/km^2 che numero di particelle/m^3.

Volume d'acqua filtrata in ogni stagione in ciascun transetto mostra valori medi costanti pari a 100 m^3. Le differenti condizioni idrodinamiche alla profondità di traino (50 m) del retino Bongo nel campionamento in colonna possibile solo per l'area pilota di Bracciano (lago vulcanico con una profondità massima di 170 m) hanno contribuito a filtrare un volume medio di acqua pari a 40 m3. Differentemente dall'area pilota del Trasimeno, lago tettonico alluvionale con profondità media inferiore ai 5 m.

L'analisi dei dati raccolti nei due anni di monitoraggio delle acque superficiali evidenzia, in entrambi i laghi e in ciascuna stagione, la presenza di microplastiche con valori medi di densità che seguono tendenze stagionali differenti legate alla diversa origine dei due laghi, vulcanico il primo e alluvionale il secondo, quindi alle rispettive caratteristiche geo-fisiche e locali (Fig.3).

Il confronto tra le due aree pilota mostra differenze significative tra i valori di densità media nelle acque superficiali dei due laghi contemporaneamente ad una variabilità stagionale da un'annualità all'altra, confermando la complessità di analisi del ciclo di diffusione di queste microparticelle in ambiente lacustre.

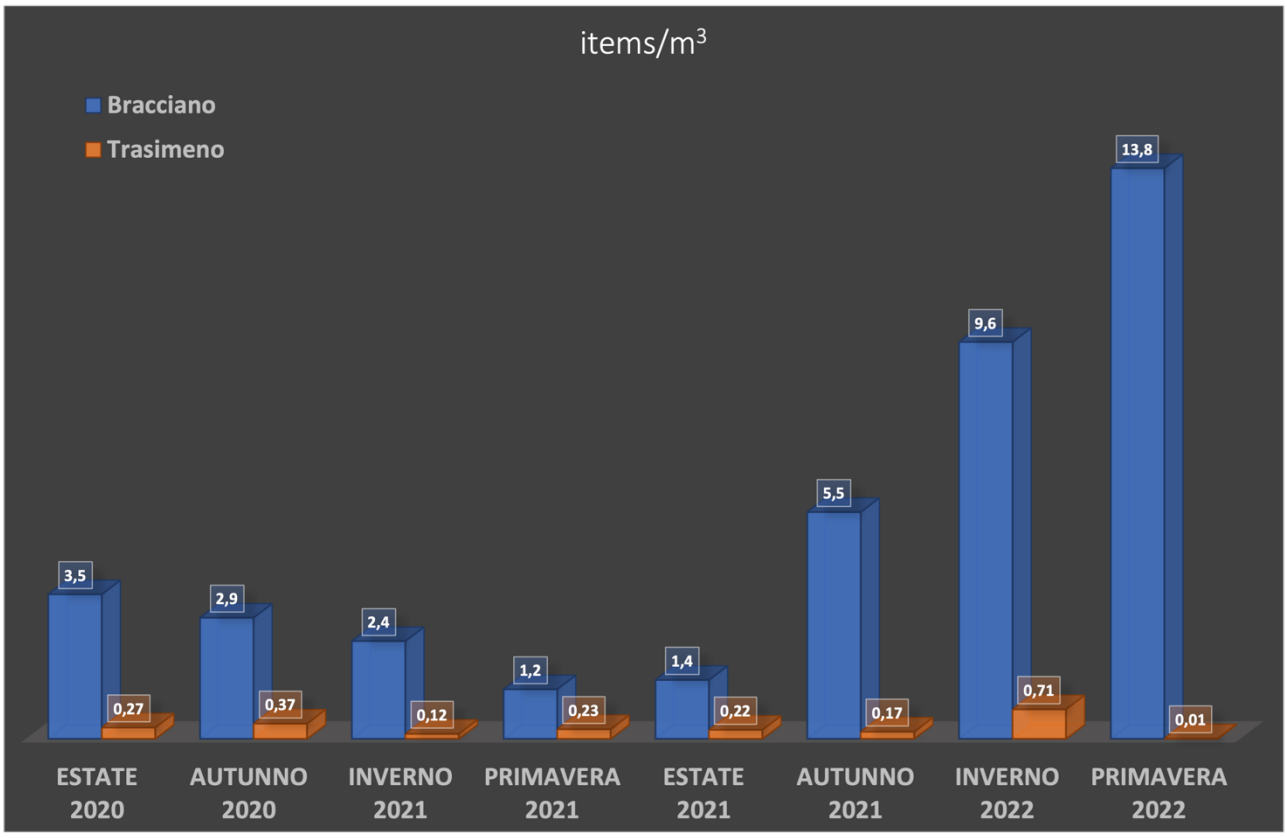


Fig.3 *– Immagine Distribuzione della densità media stagionale 2020-2022 espressa come items/m^3 di microplastica presente nei campioni raccolti nelle aree pilota* ***Bracciano e Trasimeno****.*

Per quanto riguarda il campionamento in superficie, il confronto tra i due campionatori evidenzia delle differenze relative principalmente all'abbondanza di particelle plastiche raccolte. In particolare, è evidente un' elevata variabilità dei dati ottenuti analizzando i campioni prelevati con il retino Bongo.

Il retino Manta, anche se più pesante e ingombrante, rende il metodo di campionamento superficiale più rappresentativo. Pertanto, una dimensione di maglia più piccola pari a 100 µm, come quella montata sul retino Bongo, consentirebbe di prelevare una componente dimensionale di microplastiche importante nell'ottica complessiva di determinare la concentrazione presente nel lago.

Non essendo presenti in letteratura altri studi sulle microplastiche in colonna l'attività di monitoraggio svolta nell'area pilota di Bracciano getta le basi per ulteriori ricerche. Il retino Bongo si presta al campionamento in colonna anche per la presenza del depressore, il cui peso può essere regolato per variare la profondità della trainata (Deliverable B.2.2).

La differente abbondanza di microplastiche rilevata tra i 5 transetti (dati non riportati) conferma l'importanza e necessità di identificare più punti di

campionamento, considerando le condizioni ambientali locali, in modo da monitorare l'altissima variabilità spaziale e temporale del bacino lacustre oggetto di studio.

Nei due anni di monitoraggio la forma predominante nel lago di Bracciano è il frammento con variazioni percentuali dal 90 al 70% ad eccezione del secondo campionamento primaverile dove la forma maggiormente presente (67%) è il filamento (Fig.4).

I film, anch'essi presenti, mostrano un aumento percentuale nel primo campionamento primaverile (25%) mentre sono assenti nel secondo, a differenza delle fibre che seppure con percentuale inferiore rispetto alle forme predominanti non sono mai presenti nei campioni primaverili.
Non sono presenti pellet in nessun campionamento.

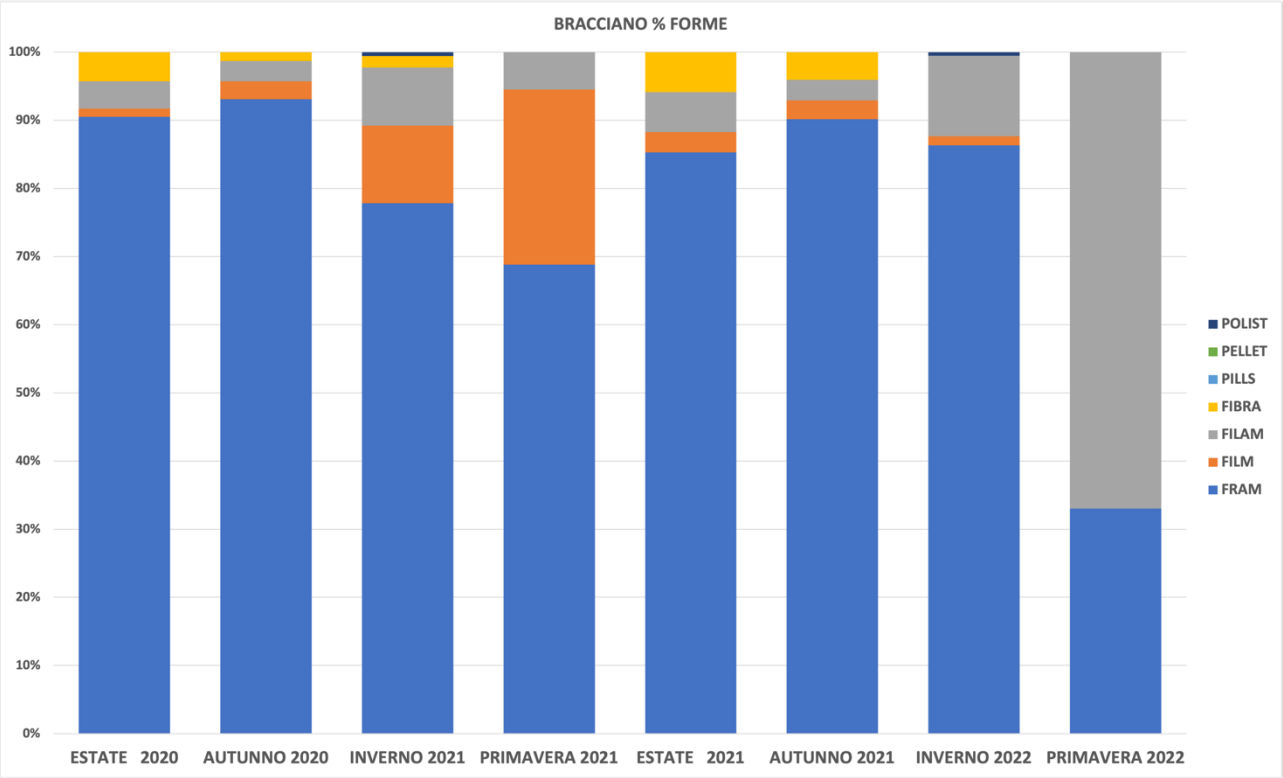


Fig.4 *– Distribuzione in percentuale delle forme in cui sono state caratterizzate le particelle di microplastica presenti nei campioni raccolti nel* ***lago di Bracciano*** *nelle diverse stagioni (estate-autunno-inverno-primavera) 2020-2022.*

Una distribuzione di forme più eterogenea si osserva invece nel Trasimeno, dove le forme predominanti risultano essere frammento seguita dalla fibra (Fig.5). Sono presenti anche pellet in percentuale minore in entrambi i campionamenti invernali (1 e 0,3 %) e in particolare nel primo campionamento estivo (25%).

Le diverse distribuzioni di forma nei due laghi e la variazione percentuale nelle quattro stagioni confermano le differenze già evidenziate nei diversi trend di concentrazione registrati nei due laghi.

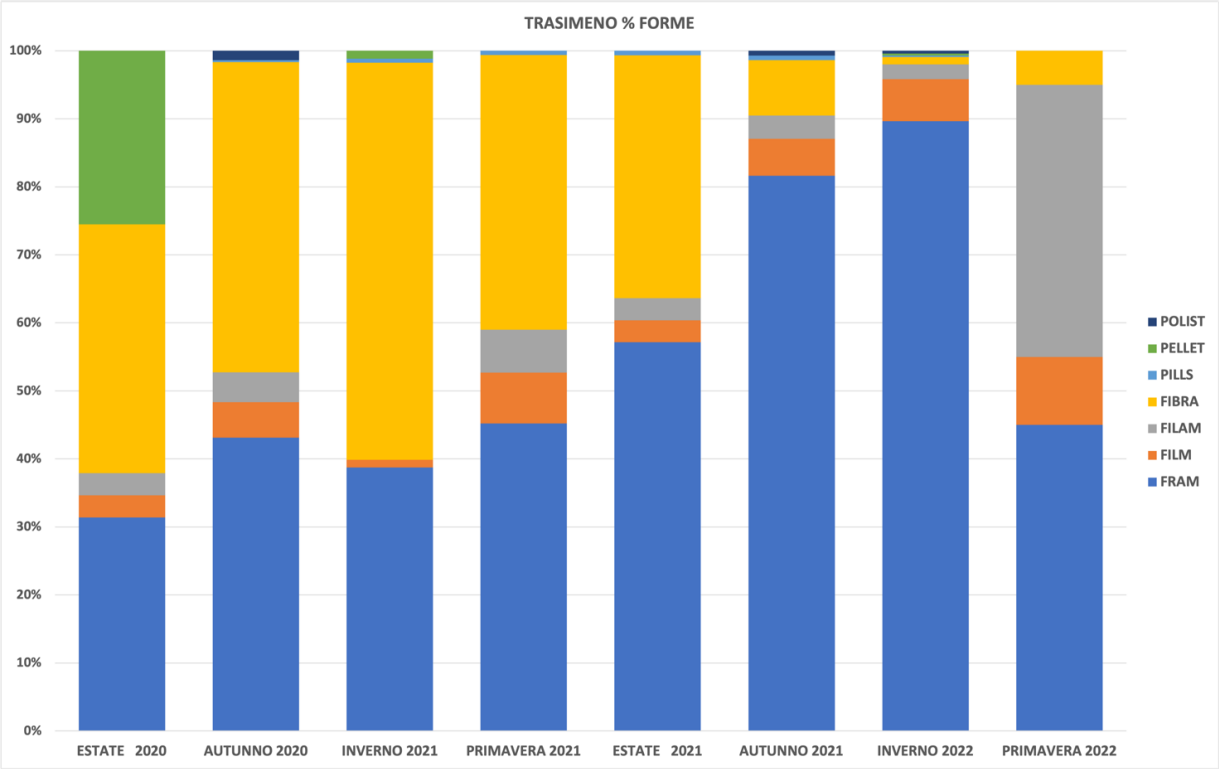


Fig.5 *– Distribuzione in percentuale delle forme in cui sono state caratterizzate le particelle di microplastica presenti nei campioni raccolti nel* ***lago Trasimeno*** *nelle diverse stagioni (estate-autunno-inverno-primavera) 2020-2022.*

La composizione chimica del 30% del totale delle particelle raccolte nei due laghi, pari a circa 1300 microplastiche per Bracciano e 800 per Trasimeno, è stata determinata mediante analisi spettrofotometrica (spettroscopia infrarossa a trasformata di Fourier, FTIR).

L'analisi della distribuzione stagionale dei polimeri conferma una percentuale predominante di polietilene (PE) e polipropilene (PP) in entrambi i laghi, rispettivamente 60 e 25 % nel lago di Bracciano, 40 e 20% nel Trasimeno (Fig. 6 e Fig. 7). Una significativa eterogeneità di polimeri, anche con variazioni stagionali minime, si osserva in entrambi i laghi con presenza di polimeri specifici tra i due laghi, come riportato nella legenda dei grafici in Figura 6 e 7.

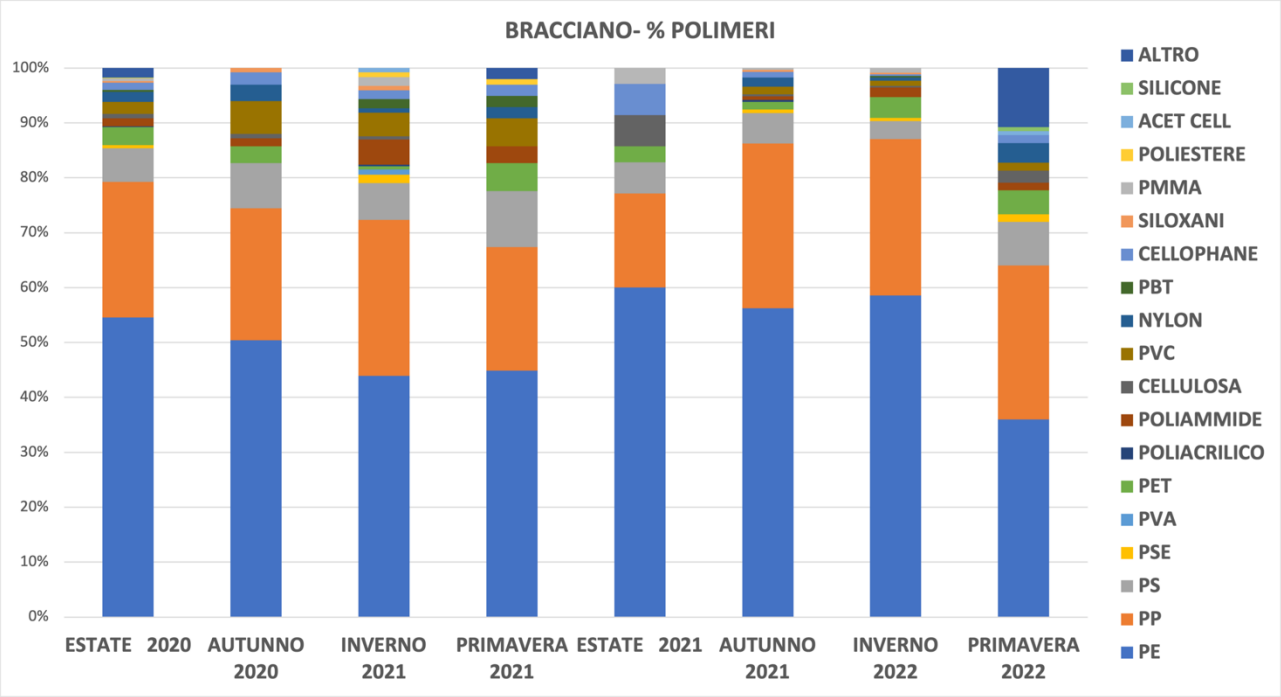


Fig.6 *– Distribuzione in percentuale della tipologia di polimeri presenti nei campioni raccolti nel* ***lago Bracciano*** *nelle diverse stagioni 2020-2022.*

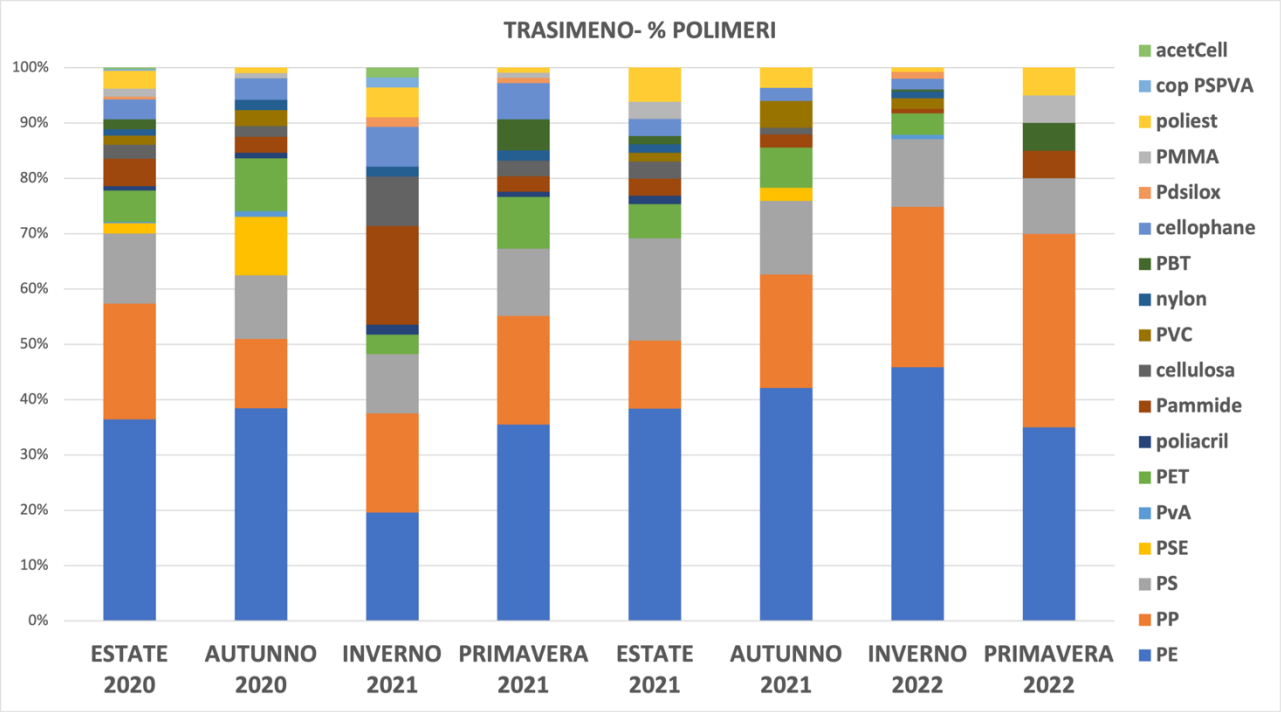


Fig.7 *–Distribuzione in percentuale della tipologia di polimeri presenti nei campioni raccolti nel* ***lago Trasimeno*** *nelle diverse stagioni 2020-2022.*

4. MONITORAGGIO SEDIMENTI

In entrambi i laghi pilota sono state selezionate quattro spiagge come siti di campionamento.
Lo schema utilizzato è riprodotto nella Fig. 8.
Per il prelievo dei sedimenti è stato utilizzato un carotatore cilindrico di metallo acciaio inox di 5 cm di diametro e 150 cm di altezza.

Due transetti di campionamento individuati in ogni sito:

- Transetto della battigia (Linea A)
- Transetto di primo deposito materiale organico (Linea B)

Ogni transetto è composto da due sub-transetti che rappresentano le repliche dello stesso campione, distanziati l'uno dall'altro di almeno 20 m: 1A, 1B e 2A, 2B.
Entro ogni sub-transetto si effettuano sei carotaggi, distanziati di 1m, inserendo il carotatore fino ad una profondità di 5 cm. Lunghezza totale del sub transetto = 5m.

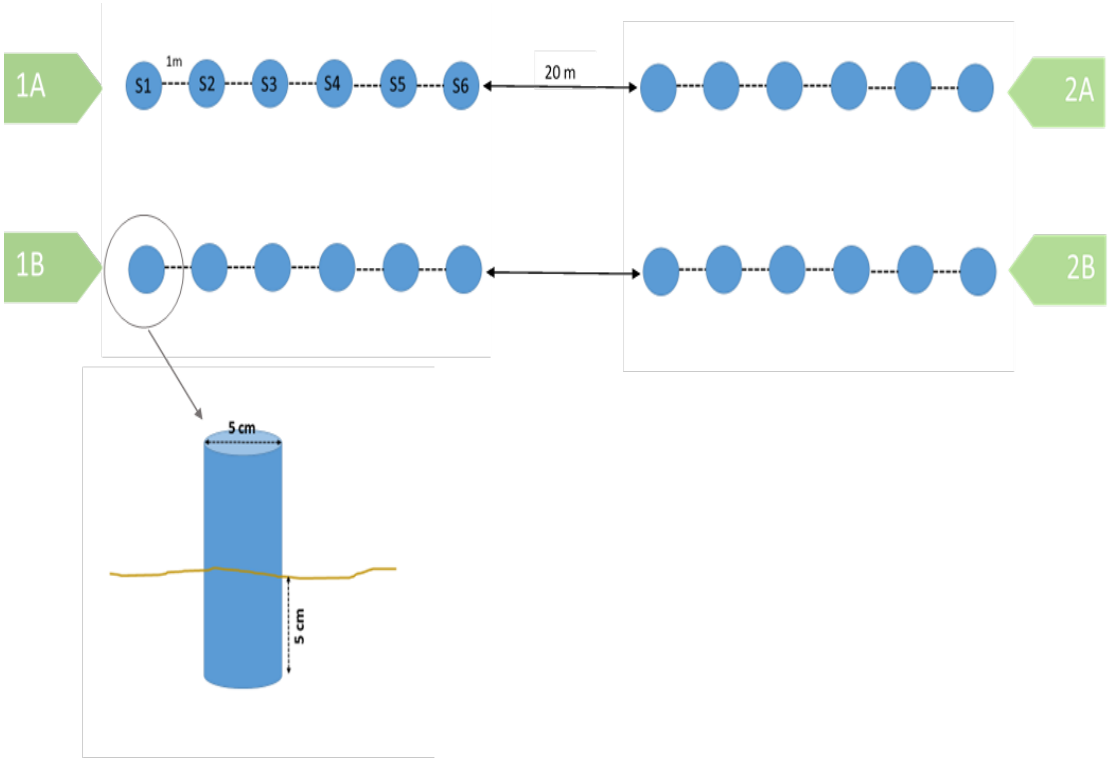


Fig.8 *– Schema di campionamento delle microplastiche nei sedimenti di spiaggia lacustre.*

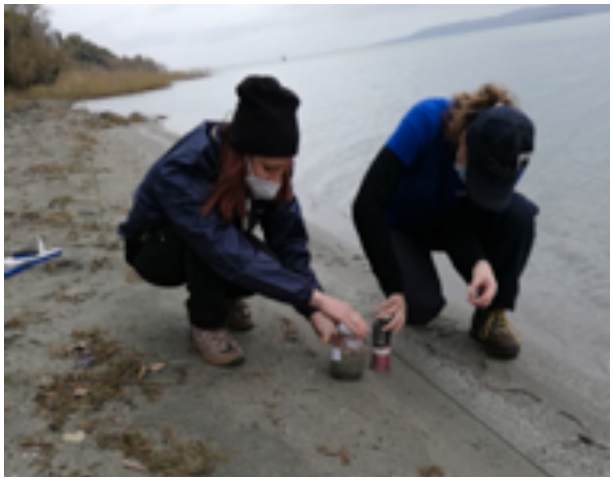


Fig.9 *– Immagini di prelievo dei sedimenti di spiaggia nei due laghi: Trasimeno (a sinistra) e Bracciano (a destra).*

Le sei carote di sedimento raccolte sono state inserite in un barattolo di vetro annotando il nome del sub-transetto e la data di campionamento.

In ogni sito sono state rilevate le coordinate geografiche di inizio e fine transetto.
Nella scheda di campo sono state annotate le seguenti note informative relative alla stazione di campionamento:

- Data, ora di inizio e di fine campionamento;
- Condizioni metereologiche pregresse e al momento del campionamento;
- Eventuali input antropici (stabilimento balneare, scarichi fognari, attività ricreative e di ristorazioni limitrofe, ultima pulizia della spiaggia se conosciuta);
- Schema di campionamento;

Nelle 8 campagne stagionali sono state campionate complessivamente 563 microplastiche, in particolare sono state trovate nel 37,3% dei campioni raccolti.

La caratterizzazione delle microplastiche è stata eseguita considerando la forma (frammenti, pellicola o fibra) e la composizione chimica dei materiali polimerici mediante spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR).

Dall'analisi dei dati raccolti lungo emerge che la frequenza maggiore, in termini di forme nell'area pilota di Bracciano, era rappresentata dai frammenti (77%) mentre le fibre erano rispettivamente il 7% e il 16% (Fig.10).

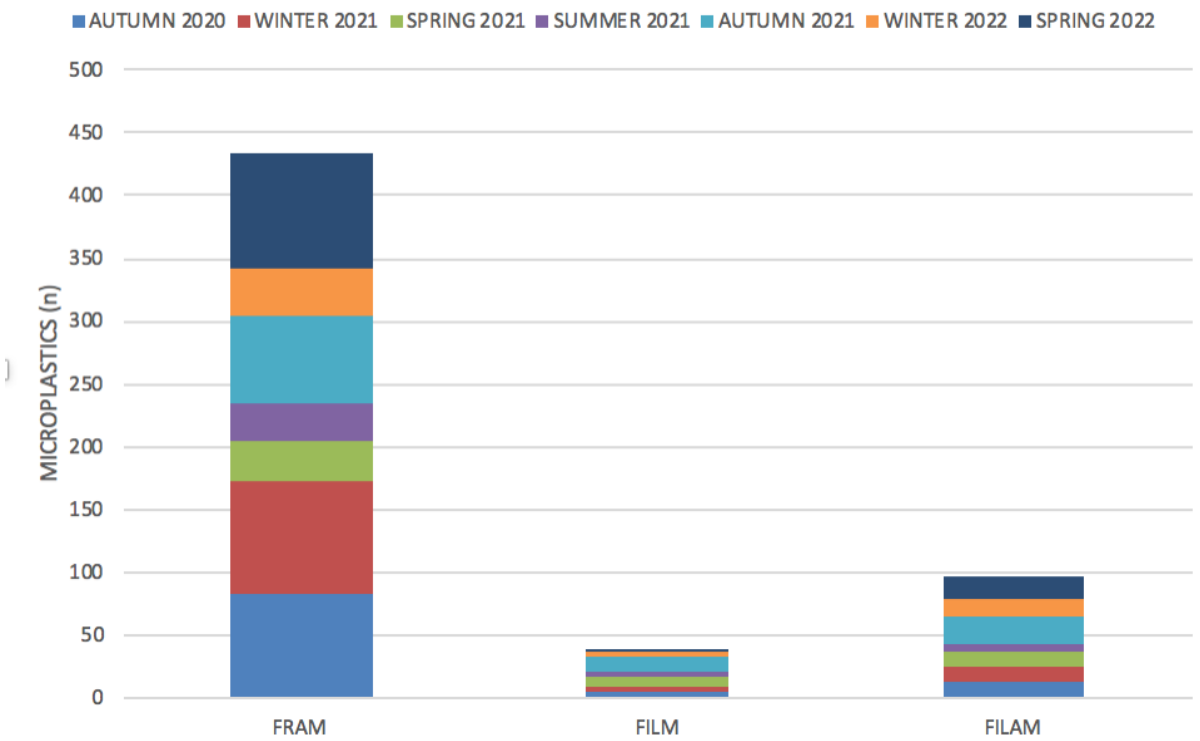


Fig.10 *– Distribuzione in percentuale delle forme in cui sono state caratterizzate le particelle di microplastica presenti nei campioni raccolti nel* ***lago di Bracciano*** *nelle diverse stagioni*

Lungo le spiagge del Lago di Bracciano sono stati rinvenuti complessivamente 16 tipologie di materiali polimerici. Tra questi quelli prevalenti sono stati polipropilene (PP), polietilene (PE) e polivinilcloruro (PVC) (Fig. 11).

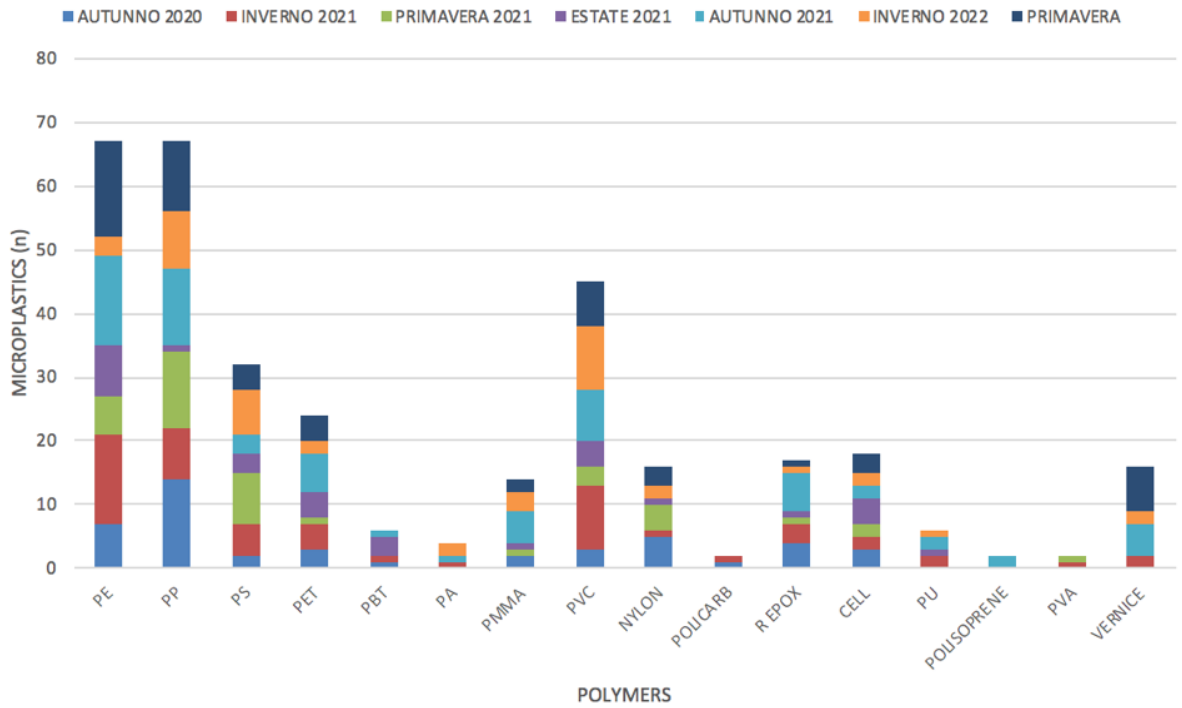


Fig.11 *– Distribuzione in percentuale della tipologia di polimeri presenti nei campioni raccolti nel* ***lago di Bracciano*** *nelle diverse stagioni 2020-2*

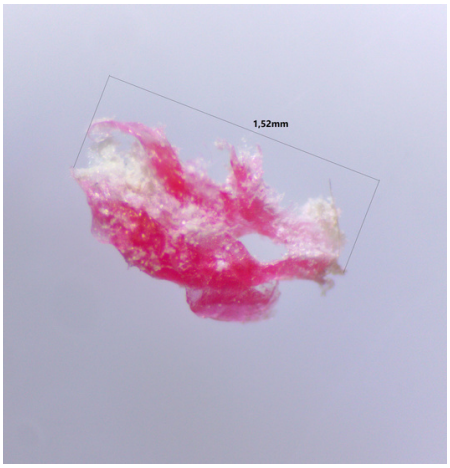
APPENDICE

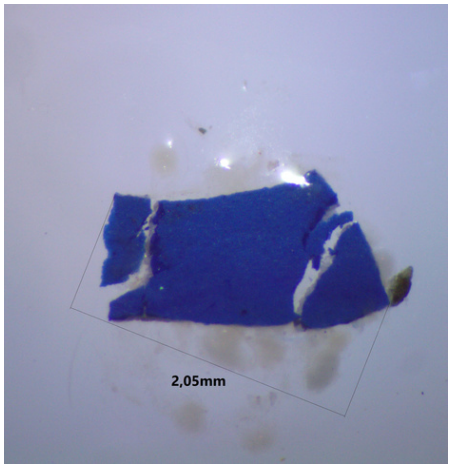
Si riporta:

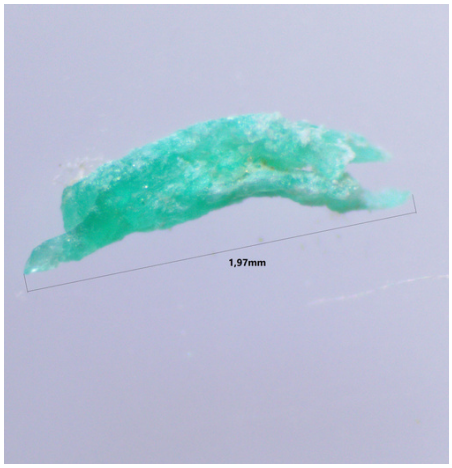
- una breve guida fotografica per l'identificazione delle microplastiche eseguita mediante analisi allo stereomicroscopio durante la caratterizzazione per forma, colore e dimensione delle particelle prelevate illustrata nel Protocollo (Deliverable B.2.2) e condivisa con i tecnici ARPA durante il Corso di Formazione;
- schema di Database per la raccolta dati di campo e di laboratorio condiviso con i tecnici ARPA.

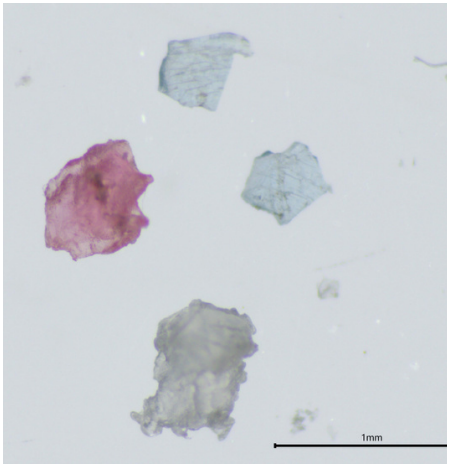
FRAMMENTI

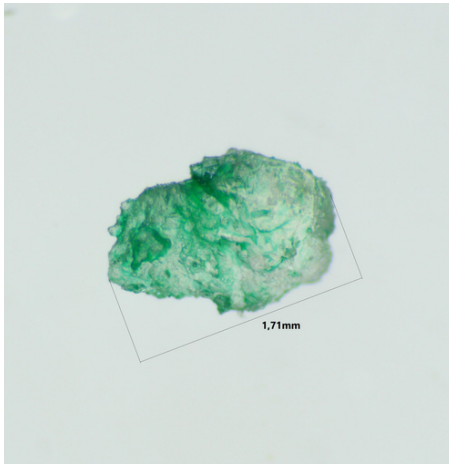
particelle spesse, dure, possono avere contorno sub circolare, angolare, sub angolare.

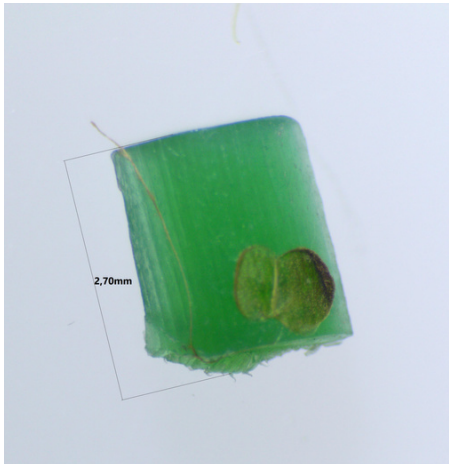


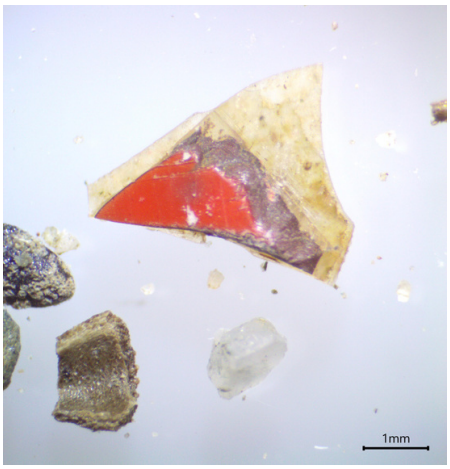


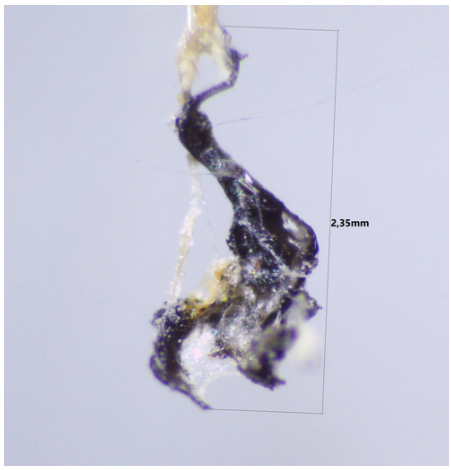


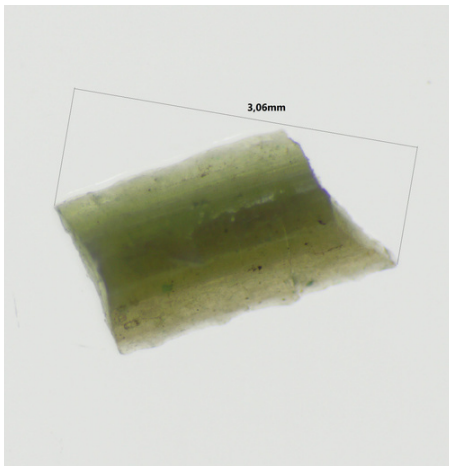


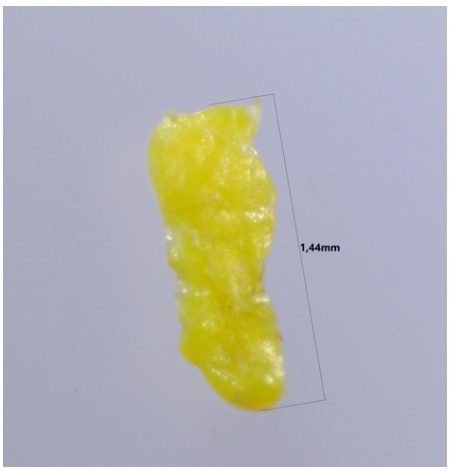


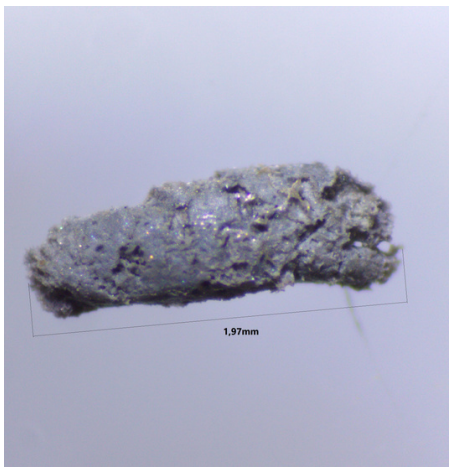


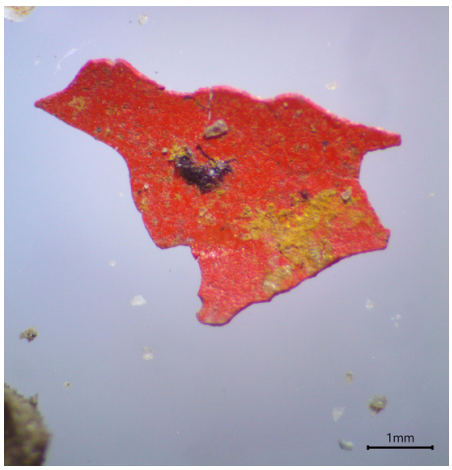






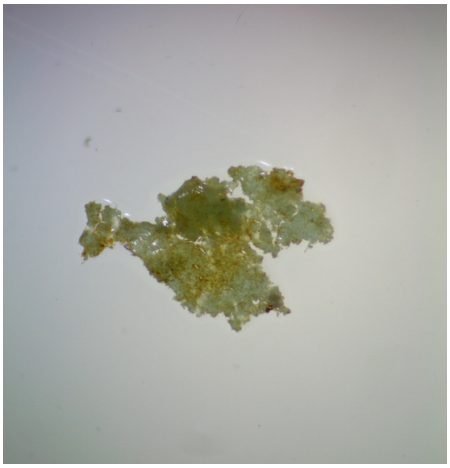


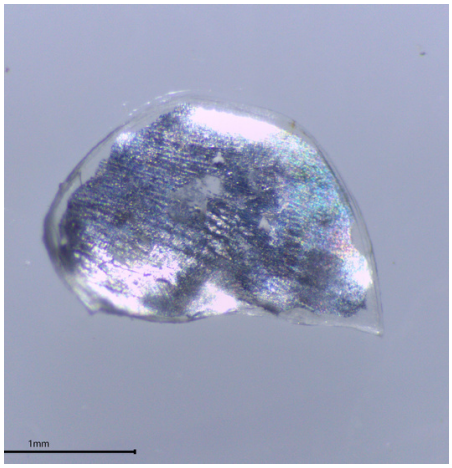


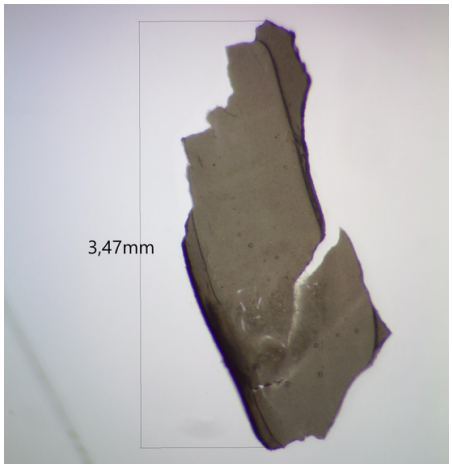


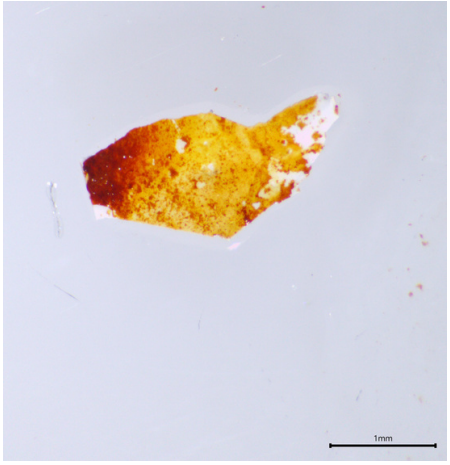
FILM

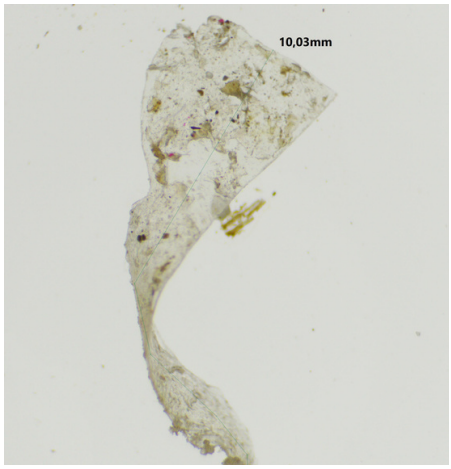
Derivano prevalentemente dalla frammentazione di materiali da imballaggio. A due dimensioni, sottili, più flessibili dei frammenti, se colorate presentano una certa trasparenza.

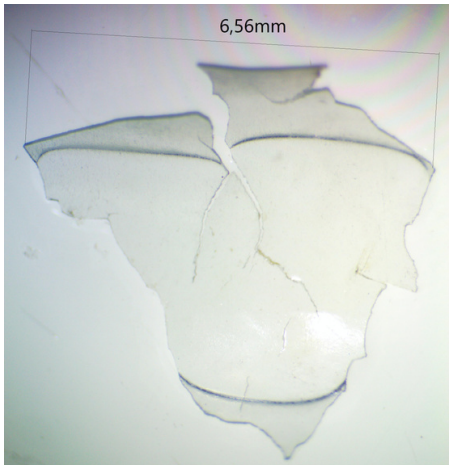


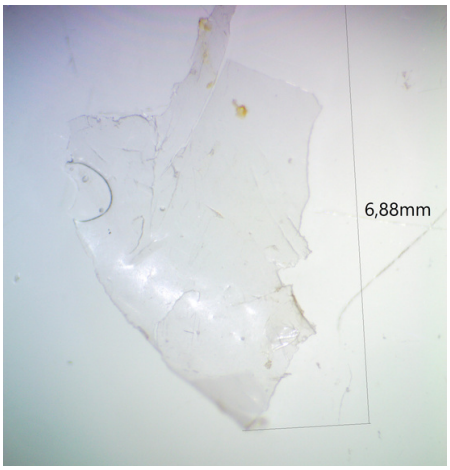


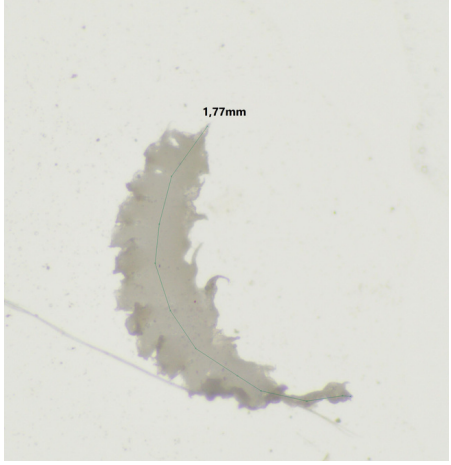


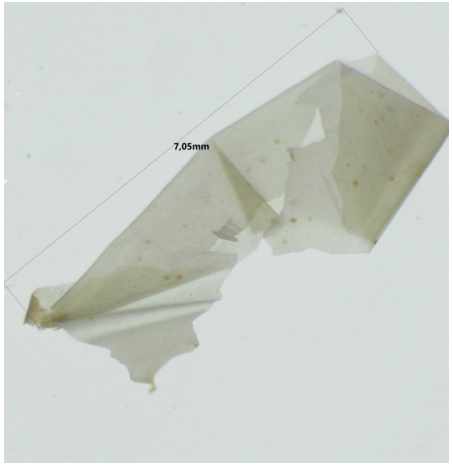


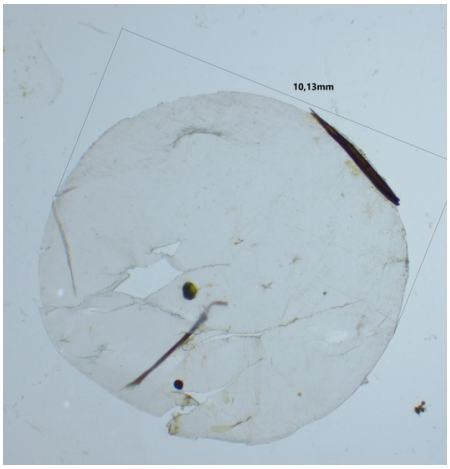






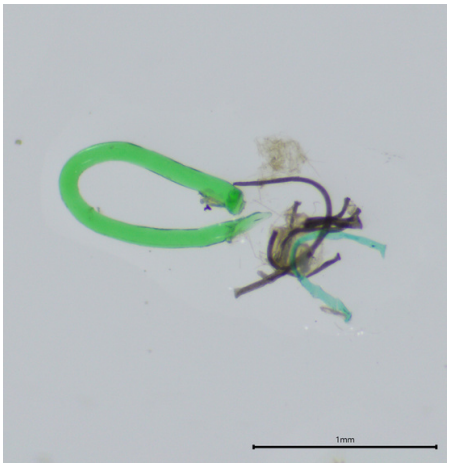


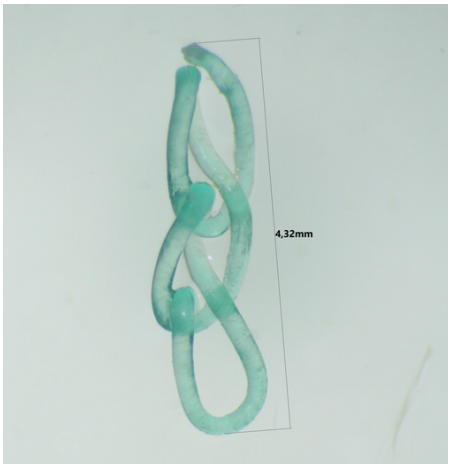


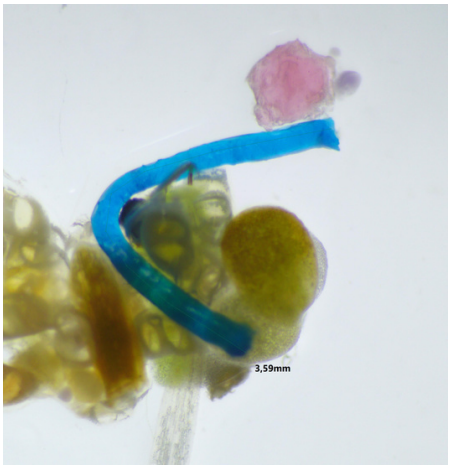


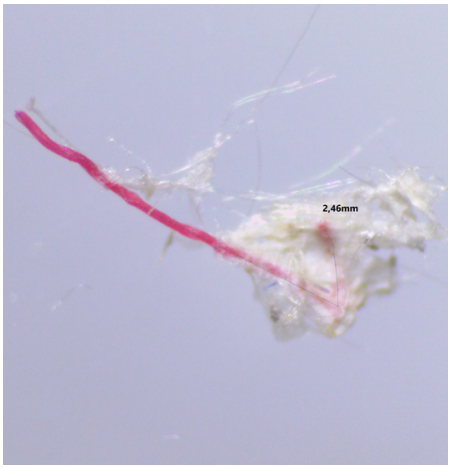
FILAMENTI

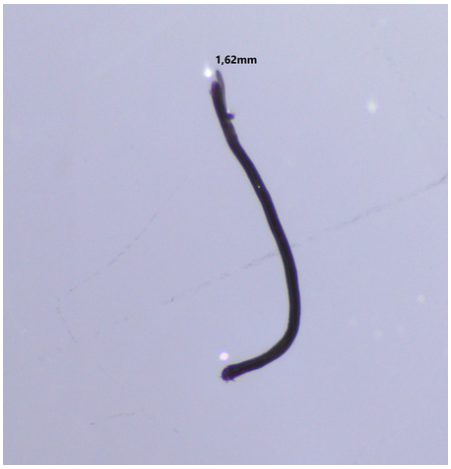
elementi lunghi e sottili, spesso a sezione circolare, duri al tatto. Rispetto alle fibre sono generalmente meno deformabili e più spessi.

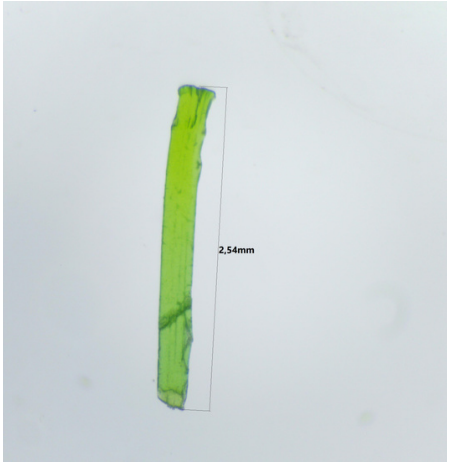


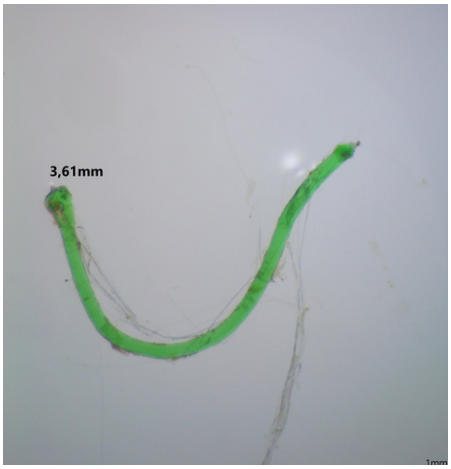






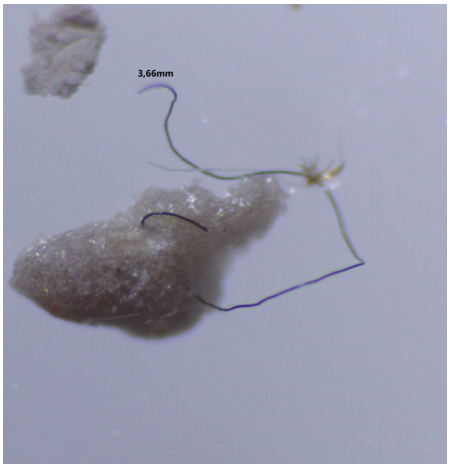


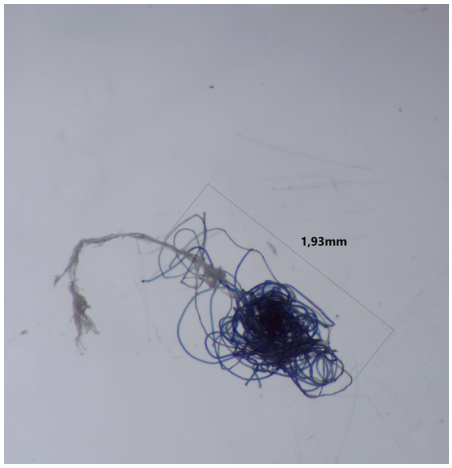


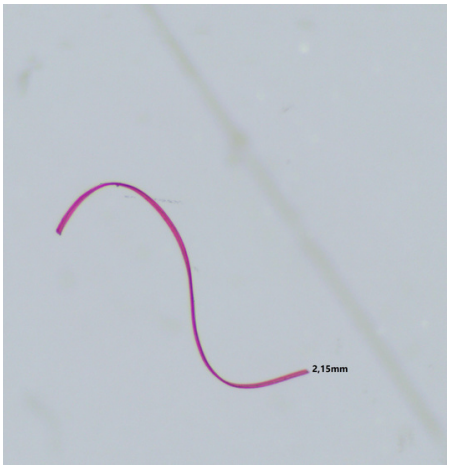


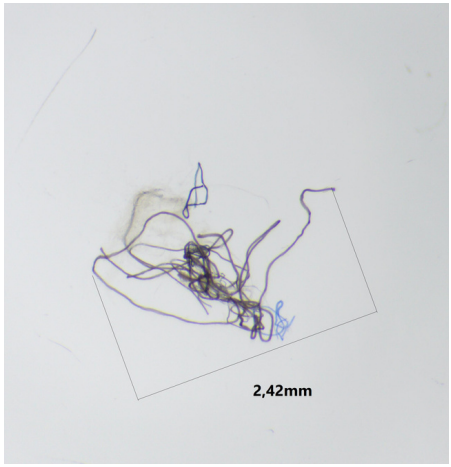
FIBRE

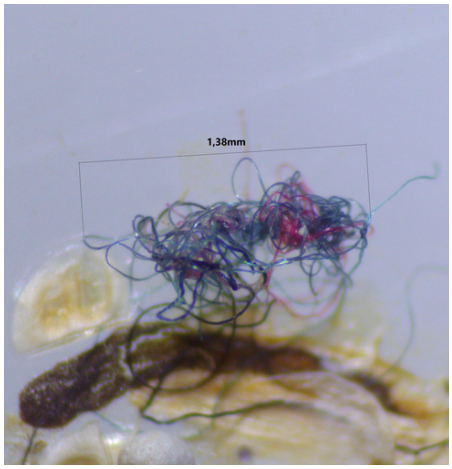
Elementi filiformi, flessibili, sottili, morbidi al tatto, deformabili. Generalmente presentano una colorazione omogenea

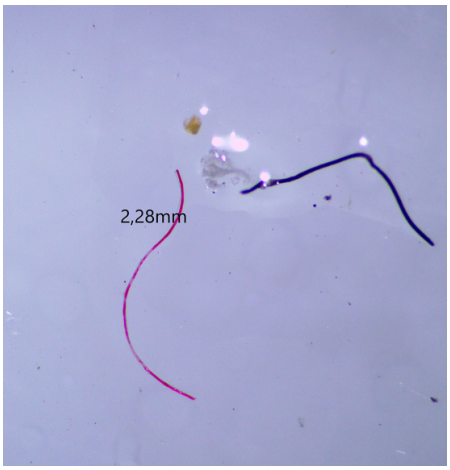


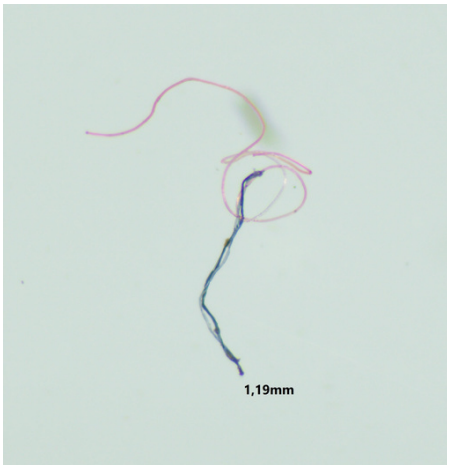


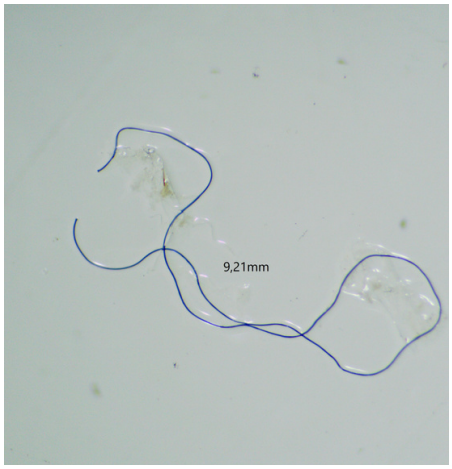


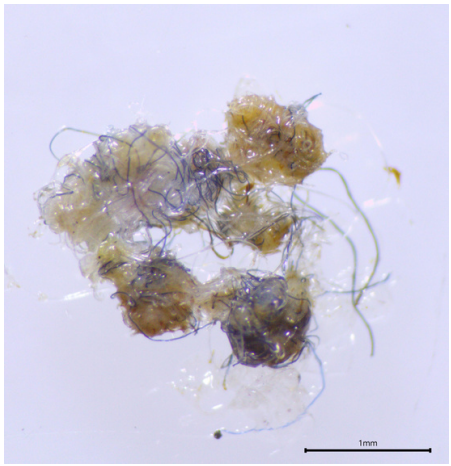






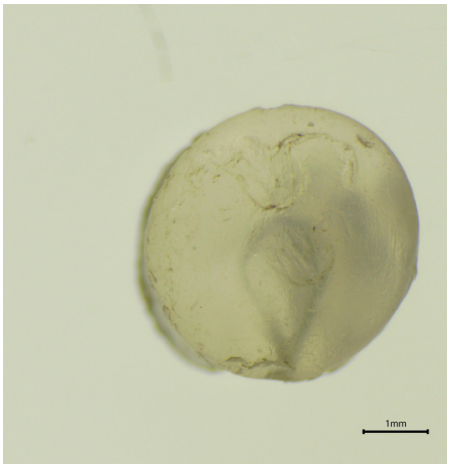


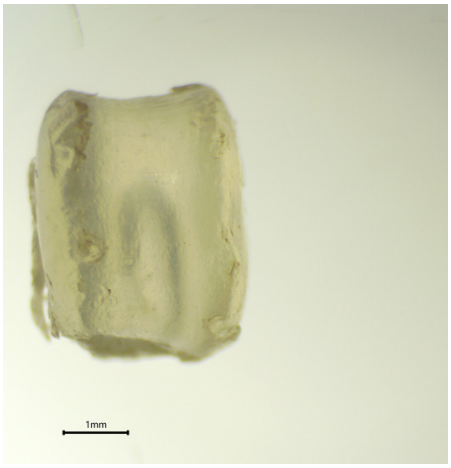


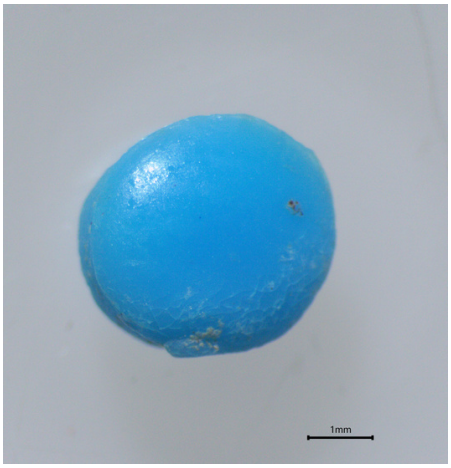


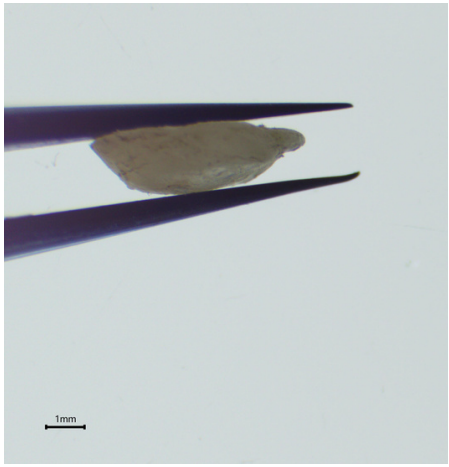
PELLETS

Particelle di origine primaria, dure al tatto, di forma sferica, discoidale, cilindrica, piatta.

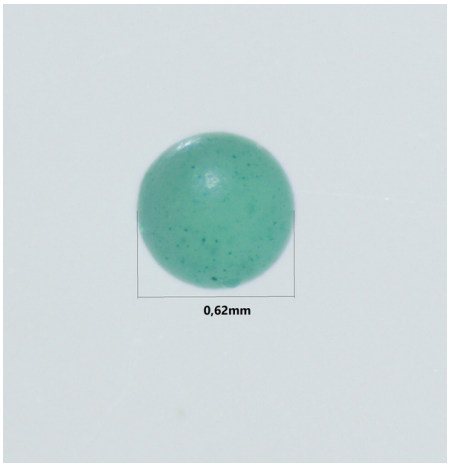


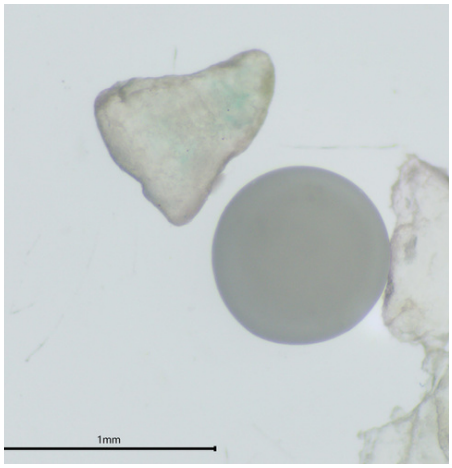






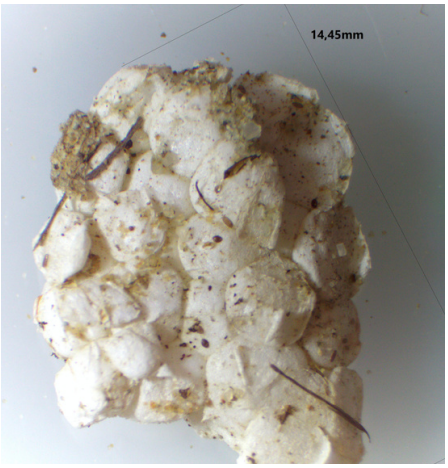
BEADS

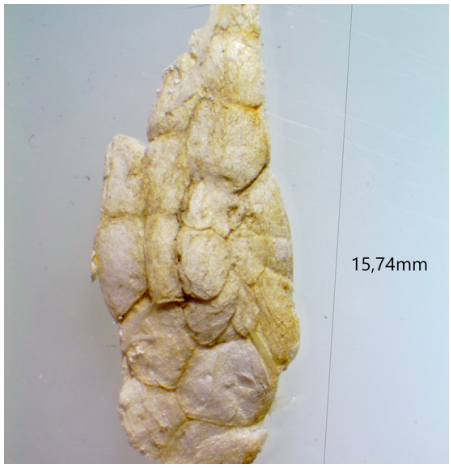


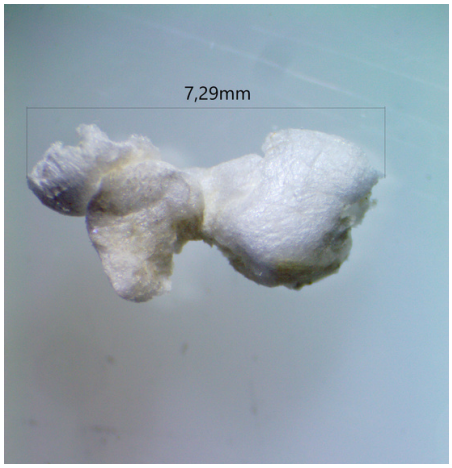


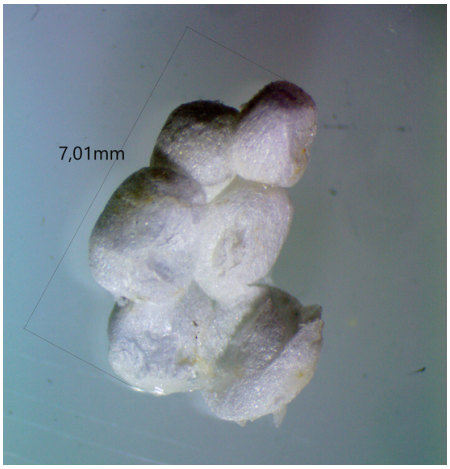
POLISTIROLO

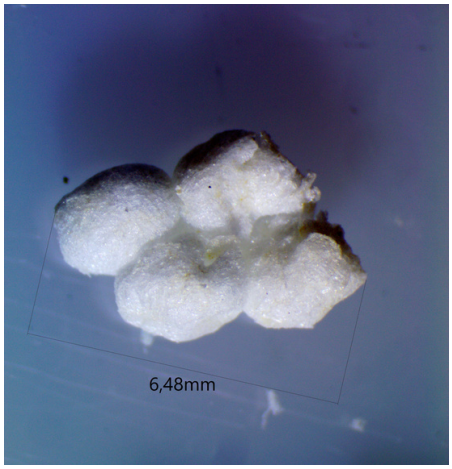
Solitamente di consistenza spugnosa, morbida. Se deformati riacquistano forma originaria

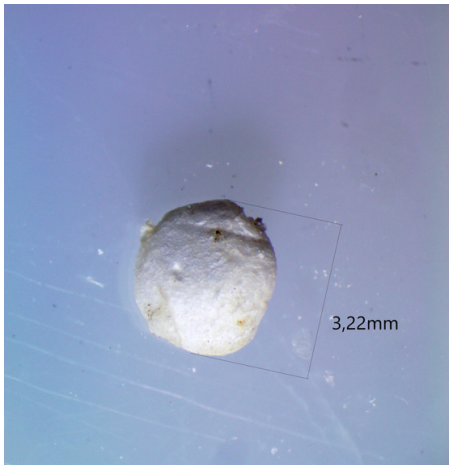




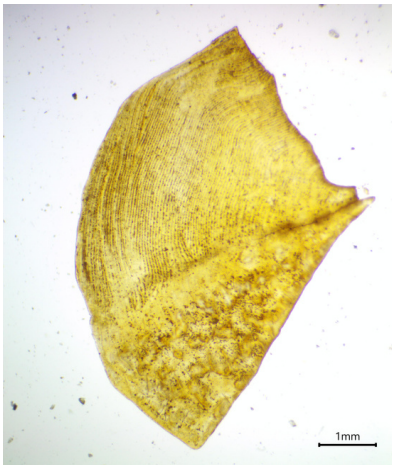


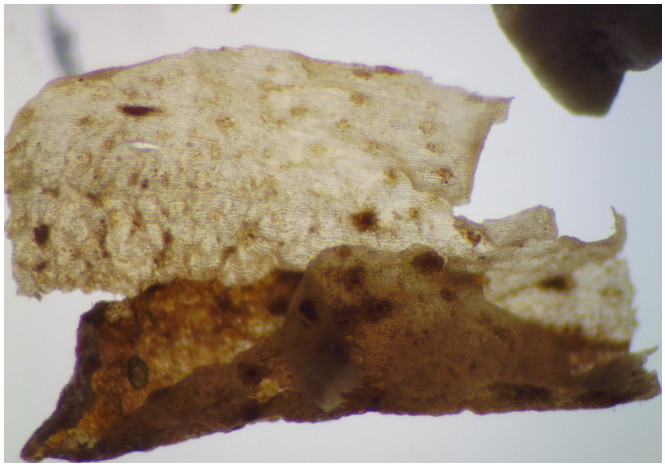


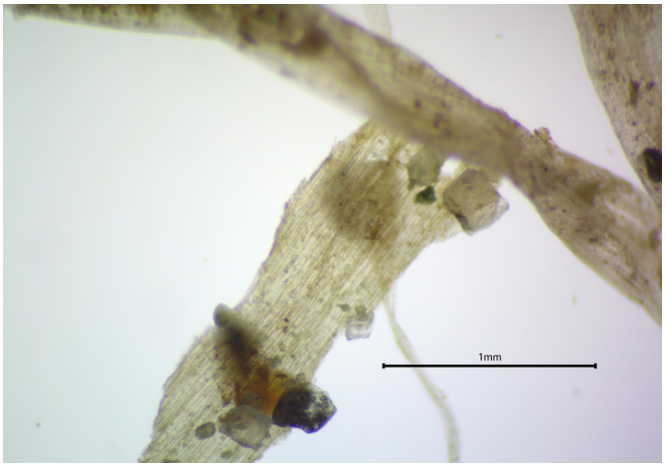


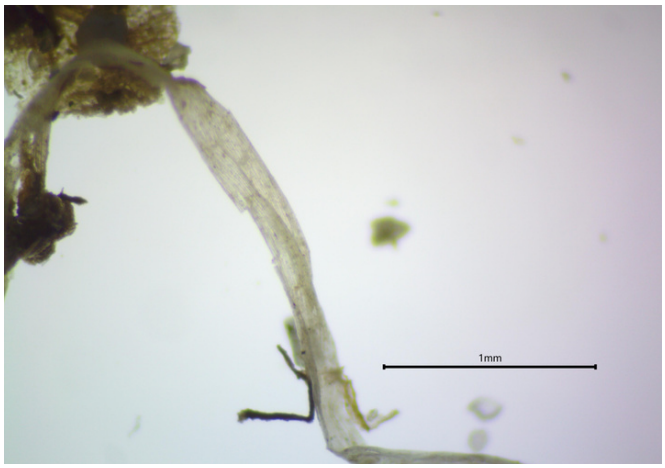


NO PLASTICA...









Lago	Data	ID Campione	Ora Inizio	Ora Fine	Tempo (min)	Coord Geografiche INIZIO		WP1		WP2		WP3		Coord Geografiche FINE		Distanza (m)	Velocità Media Navigazione (kn)	Direz. Vento	Direz. Navig	Forza Vento (m/s)	N. giri Flux inizio	N. giri Flux fine	Δ GIRI FLUSSIMETRO	volume (m3)	area (m2)	area (Km2)	N° di MPs	abbondanza in m3	abbondanza in km2	note
						lat	long	lat	long	lat	long	lat	long	lat	long													#VALORE!	#VALORE!	

volume (m3) = Δ GIRI FLUSSIMETRO*0,25m (costante)*0,08m (area bocca manta)

area (m2)=Δ GIRI FLUSSIMETRO *0,25 m (costante) *0,4m (larghezza bocca)
da convertire in km2

Data campionamento	Transetto	Campione/replica	Fraz.rinvenimento	id particella/foto	dimensioni (mm)	Classe dimensionale	categoria	colore	note	note
10/03/21	1	1M	>1000µm	1M-100321-1	0,63	MICRO	filamento/fibra	nero/blu	fibra blu	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-2	0,86	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-3	0,52	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-4	1,09	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?); **inserito in provetta 1M(150-1000µm), rotto nella manipolazione**	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-5	0,38	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-6	0,86	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-7	0,75	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-8	0,56	MICRO	filamento/fibra	nero/blu	fibra blu aggrovigliata	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-9	0,81	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-10	1,38	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-11	1,09	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-12	1,03	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-13	1,63	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-14	1,49	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-15	1,87	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-16	1,45	MICRO	frammento	bianco	frammento bianco poroso (dubbio, forse minerale?)	
10/03/21	1	1M	150-1000µm	1M-100321-17	1,01	MICRO	frammento	nero/blu	frammento nero	