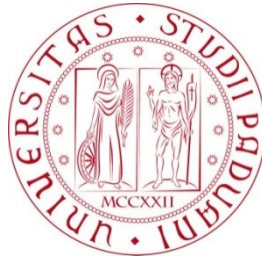


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA



Dipartimento di Scienze Chimiche

Dipartimento di Geoscienze

Corso di laurea triennale in

SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE

ANALISI DEL CONTENUTO IN MICROPLASTICHE NEI SEDIMENTI DELLA LAGUNA DI
VENEZIA

MICROPLASTICS ABUNDANCE IN SEDIMENTS OF THE VENICE LAGOON

Relatore:

Prof. Zattin Massimiliano

Correlatore:

Prof. Ghinassi Massimiliano

Laureanda: Zanetti Alessia

Matricola: 1225974

Anno Accademico 2021-2022

INDICE

Abstract.....	ii
Riassunto.....	iii
1 Introduzione.....	1
2 Area di studio.....	5
3 Materiali e metodi.....	10
4 Risultati.....	16
5 Discussione.....	24
6 Conclusioni.....	29
Bibliografia.....	31
Ringraziamenti.....	34

Abstract

Le microplastiche sono particelle submillimetriche che derivano generalmente dalla degradazione di plastiche di sintesi. Si è voluto analizzare quantitativamente il contenuto di queste in sedimenti della Laguna di Venezia. Mediante carotaggio è stato quindi prelevato materiale depositato dal 1970 ad oggi. La carota è stata suddivisa in sezioni corrispondenti a diverse profondità. Sono risultati sedici campioni che sono stati essiccati, setacciati e le cui microplastiche sono state separate tramite liquidi pesanti. Per l'osservazione ed il conteggio è stato utilizzato lo stereomicroscopio, grazie al quale si è potuta valutare la quantità e la tipologia di microplastiche alle varie profondità, possibile conseguenza del cambiamento nell'utilizzo delle stesse durante gli anni.

Riassunto

Per questo studio è stato estratto mediante carotaggio il campione di sedimento di 175 cm, è stato diviso in segmenti di 4 cm l'uno, con distanza di 11 cm tra di loro (es. campione 0-4; campione 11-15; campione 22-26; etc.). Ne sono risultati sedici campioni che a loro volta sono stati sezionati verticalmente per essere analizzati con due tecniche diverse: attraverso la spettroscopia Raman e mediante l'osservazione allo stereomicroscopio.

Per la seconda tecnica, i campioni sono stati essiccati in stufa a 40°C, successivamente sono stati pesati mediante bilancia tecnica, frantumati con mortaio ed è stata digerita la materia organica possibilmente presente, attraverso un'apposita soluzione acida. I campioni sono stati poi setacciati con strumenti a maglia di 1 mm in modo da eliminare ciò che non era di interesse. Il sedimento rimanente per ogni campione, è stato posto in provetta insieme ad un liquido pesante (densità: 1,6 g/cm³), il tutto è stato fatto riposare per far sì che le microplastiche, essendo più leggere del liquido, salissero verso la superficie facilitando l'estrazione. Con l'utilizzo di una pipetta, è stato prelevato il liquido superficiale e riversato su un filtro di vetro, è stata raccolta la parte liquida con l'aiuto di una pompa da vuoto, mentre la parte solida è rimasta sul filtro. I filtri così ottenuti per ogni campione, sono stati messi ad essiccare e, una volta pronti, sono stati analizzati ad uno ad uno con lo stereomicroscopio, che ha permesso di individuare e contare le microplastiche presenti; per ogni campione sono stati specificati quantità, forma (fibre, film, microbead e frammenti) e colore. I dati raccolti sono stati utilizzati per fare un'analisi del contenuto di microplastiche nella Laguna di Venezia e per fare un confronto con quanto presente in letteratura.

1 Introduzione

Le microplastiche sono polimeri di sintesi di grandezza inferiore a 5 mm e superiore ad 1 μm . Si possono dividere in grandi (tra 5 mm e 1 mm) e piccole (tra 1 mm e 1 μm); al di sotto di 1 μm vengono considerate invece nanoplastiche. Possono essere suddivise inoltre secondo la forma: microbead, fibre, frammenti, film, filamenti ed altri ancora (Tirkey, et al., 2021).

Queste particelle possono essere prodotte di proposito di queste dimensioni da parte delle industrie, e quindi essere definite primarie (ad esempio per la cosmesi), oppure essere di origine secondaria, derivate dalla degradazione di plastica (tessuti sintetici, gomme delle macchine, segnaletica orizzontale e tanto altro). Queste ultime possono formarsi per via di fenomeni fisici come l'azione delle onde o l'esposizione solare, oppure chimici, come l'ossidazione, portando ad un cambiamento sia nell'aspetto che nelle proprietà (Figura 1) (Tirkey, et al. 2021).

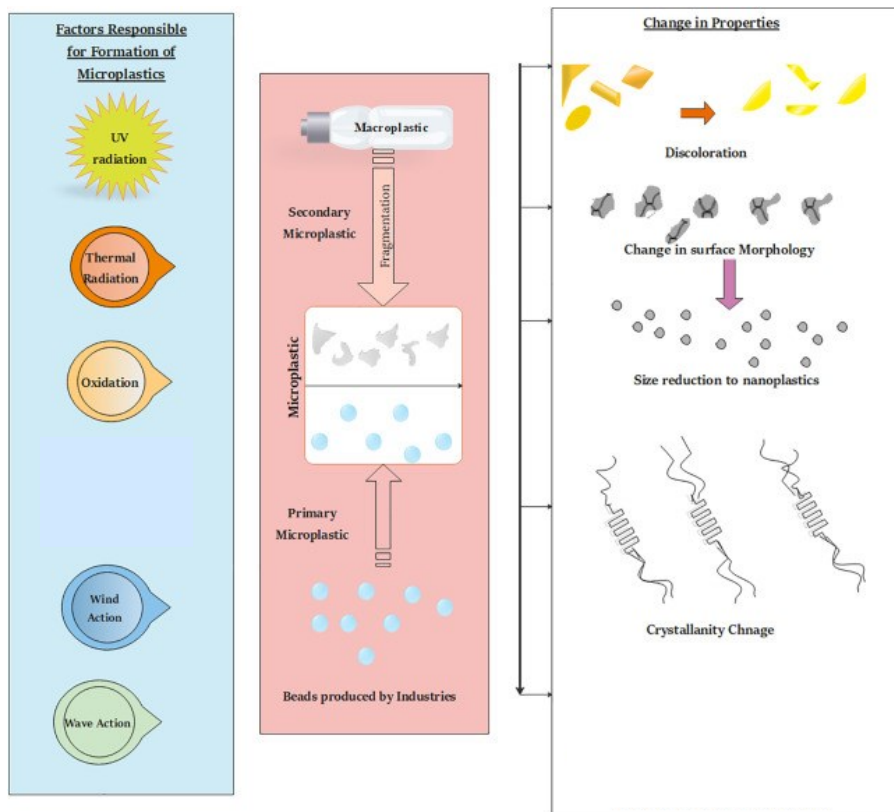


Figura 1. Come la degradazione delle microplastiche tende ad alterare le proprietà chimiche e fisiche (modificato da Tirkey, et al., 2021)

Per via della loro dimensione molto piccola e quindi dell'elevata superficie specifica, possono presentare una notevole tendenza ad assorbire e rilasciare sostanze chimiche tossiche ed additivi, trasportandoli e aumentando la capacità di persistenza alla degradazione delle microplastiche, con conseguente accumulo negli alimenti e bio-accumulo negli esseri viventi (Onoja et al. 2022).

Il loro aumento esponenziale, a partire soprattutto dagli anni Cinquanta (Figura 2), ci porta a studiarle con maggior attenzione, per capire come possono e potranno influenzare la vita ed il Pianeta.

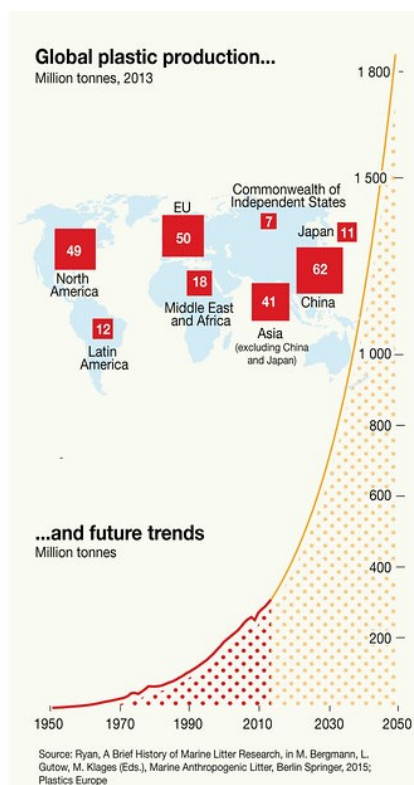


Figura 2: Andamento nella produzione globale di plastica. L'aumento esponenziale è il risultato delle previsioni sull'aumento della popolazione e di conseguenza della domanda di questo prodotto (da Microplastics booklet, HORIBA).

La loro crescita le rende un problema che interessa aria, acqua e suolo. Sono state trovate in molte specie di fauna selvatica (557) e in diversi alimenti (pesce, birra, miele, acqua minerale e da rubinetto, ecc.). L'esposizione in laboratorio degli animali marini a queste particelle, ha dimostrato la loro potenziale tossicità con conseguente mortalità, riduzione del tasso di alimentazione e metabolico e successiva formazione di masse corporee, la diminuzione della fertilità e la neurotossicità (Microplastics booklet, HORIBA).

La ricerca e lo studio di questa problematica ambientale risulta però molto più sviluppata negli ambienti marini piuttosto che nei sedimenti (sono presenti infatti protocolli specifici per il campionamento e l'analisi). Molto probabilmente queste discrepanze sono dovute all'aumento preponderante delle plastiche rilasciate nei mari e negli oceani dall'uomo, e alla presenza di molte specie marine che possono scambiare queste particelle sintetiche per pezzetti di cibo. Proprio per la loro natura, una volta ingerite potrebbero permanere nell'organismo ed arrivare sino all'uomo attraverso la catena alimentare.

Al contrario in letteratura, per quanto riguarda lo studio delle microplastiche nei sedimenti, non vi sono molti articoli che specifichino come si possa procedere per valutarne la presenza.

Con questa tesi sperimentale si è voluto testare un protocollo già avviato dalla piattaforma intergovernativa paneuropea JPI-Oceans, il BASEMAN project (Frias et al., 2018), sfruttando una successione ben datata di sedimento nella Laguna di Venezia.

2 Area di studio

La Laguna di Venezia si presenta come un bacino allungato a nord-est dell'Italia, è il corpo idrico di acqua salmastra più grande del mar Mediterraneo (550 km²), ed è bagnato dal mar Adriatico. La sua lunghezza è di circa 55 km, mentre la larghezza di 13 km. Tre bocche di porto collegano mare e Laguna, da Sud a Nord: Chioggia, Malamocco e Lido (Figura 3). Attraverso queste bocche avviene l'ingresso e la fuoriuscita dell'acqua al variare della marea (Bondesan et al., 2005).

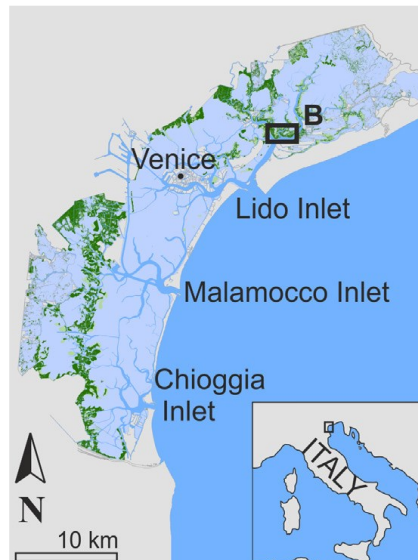


Figura 3. Rappresentazione della Laguna di Venezia e delle sue insenature (da Cosma et al., 2020)

La laguna si è originata probabilmente alla fine della glaciazione Würmiana. Dopo un forte abbassamento del livello del mare, circa 6.000 anni fa, è iniziata un'ingressione marina, caratterizzata da temporanee inondazioni che hanno portato alla formazione di paludi e stagni costieri. Dopo la fase di massima ingressione è iniziata quella di arretramento del mare; dal continente, i fiumi hanno continuato a riversare imponenti apporti detritici, portando alla formazione di litorali sabbiosi che hanno dato vita alle prime lagune lungo la costa dell'alto Adriatico. La laguna nel tempo si è estesa notevolmente, con depositi spessi un paio di metri, che hanno riempito le depressioni preesistenti, creando una superficie suborizzontale poco sopra il livello delle acque, che ha permesso di ospitare insediamenti antropici (Favero et al., 1980).

Ad oggi la Laguna è interessata da un regime semidiurno di marea. È caratterizzato da paludi saline sparse, ampie piattaforme subtidali e pianure di marea incise da canali intertidali e subtidali (Cosma et al., 2020).

I canali tidali sono un sistema di drenaggio; solitamente sono molto numerosi e di diverse dimensioni e i loro flussi sono regolati da correnti di marea. Hanno un'azione erosiva e deposizionale simile a quella dei meandri fluviali (Figura 4).



Figura 4. Meandro di un canale tidale interessato da erosione nel lato esterno e deposizione in quello interno

Per via di questi fenomeni, i canali sono portati a spostarsi nel tempo. Data la loro densità all'interno della piana tidale, spesso possono entrare a contatto (Figura 5), con conseguente aumento dell'acqua circolante. Alcuni successivamente a questo evento, vanno incontro ad approfondimenti, altri invece si disattivano creando rami morti dove spesso si accumulano sedimenti portati dalle correnti.



Figura 5. Il canale 1 tenderà a muoversi verso sud-ovest a causa dell'erosione di sponda (migrazione della sponda rossa), mentre il canale 2 tenderà a spostarsi verso nord-est per lo stesso motivo (migrazione della sponda gialla), portando al contatto tra i canali.

Proprio in un ramo morto (canale **d**), è stata prelevata la carota di sedimento (Figura 6). Foto aeree e satellitari mostrano come nel 1968 questo fosse attivo, ma molto vicino (freccia bianca) al canale **i** (Figura 7C). Agli inizi degli anni Settanta, i due sono entrati in contatto, con conseguente inattivazione del primo che, come ramo morto, ha iniziato ad intrappolare sedimenti (Figura 7D). Nel periodo più recente (Figura 7F) il canale risulta ancora visibile, ma quasi tutta la superficie è colonizzata da vegetazione.



Figura 6. Punto di prelievo della carota di sedimento nella Laguna di Venezia, nella zona vicino a Treporti, Cavallino.

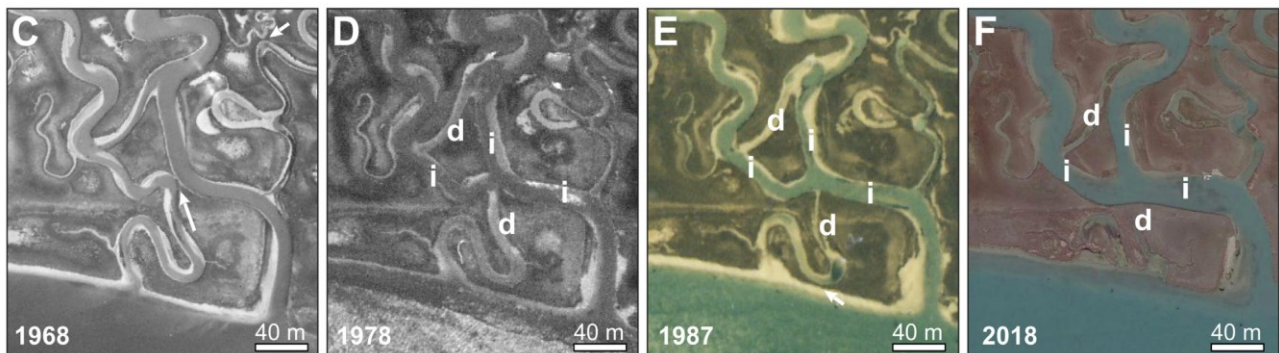
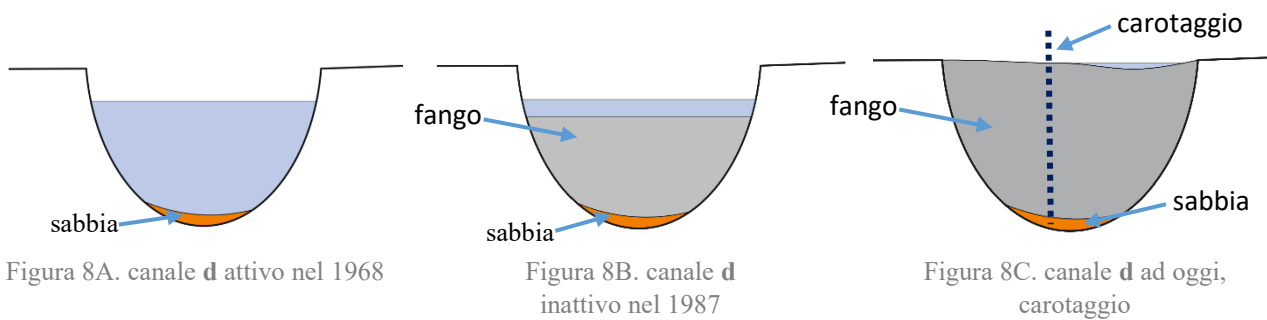


Figura 7. Foto aeree e satellitari nei diversi anni, dei canali tidali della Laguna di Venezia (da Cosma et al., 2020)

Il canale **d**, prima della disattivazione, trasportava sedimenti sabbiosi grazie alla corrente che fluiva (Figura 8A). Dopo di questa, non c'è più stato un vero e proprio flusso d'acqua; è rimasta solo acqua stagnante, con conseguenti accumuli di fanghi che nel tempo hanno interrato completamente il canale, diminuendone la profondità (Figura 8B). Il passaggio tra le sabbie ed i fanghi (linea che separa arancio da grigio, Figura 8B) marca il momento in cui questo si è inattivato, sulla base delle foto aeree è stato stimato che il fenomeno sia avvenuto intorno ai primissimi anni Settanta.



Il nostro carotaggio è stato eseguito attraversando tutti i depositi fangosi fino a raggiungere le sabbie (Figura 8.C).

La carota è risultata di 175 cm, in cui sono stati racchiusi circa 50 anni di accumulo di sedimenti. Per semplicità è stato assunto che il tasso di accumulo del fango fosse costante, definendo un tasso di accrezione annuo di 3,5 cm.

3 Metodi e materiali

Per preparare i campioni rappresentativi da osservare allo stereomicroscopio, la carota estratta è stata innanzitutto divisa in sette segmenti da 25 cm l'uno (Figura 9).

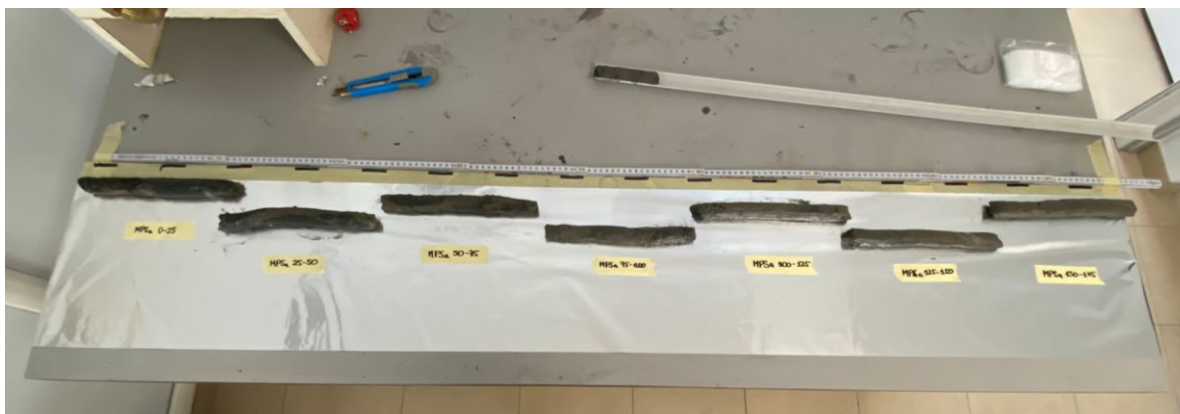


Figura 9. Sezionamento della carota di sedimento in sette porzioni da 25 cm.

Sono state poi prelevate sezioni da 4 cm partendo dalla porzione più superficiale (0-4), scendendo di 11 cm ogni volta (Figura 10).



Figura 10. Sedici campioni da 4 cm

Sono stati così ottenuti i seguenti campioni:

- 0-4
- 11-15
- 22-26
- 33-37
- 44-48
- 55-59
- 66-70
- 77-81
- 88-92
- 99-103
- 110-114
- 121-125
- 132-136
- 143-147
- 154-158
- 165-170

Ogni campione è stato successivamente diviso verticalmente ricavando una parte per determinare la granulometria, e una che è stata suddivisa a metà: la prima usata per la spettroscopia Raman, la seconda per il conteggio delle microplastiche allo stereomicroscopio, previa preparazione dei campioni (Figura 11).

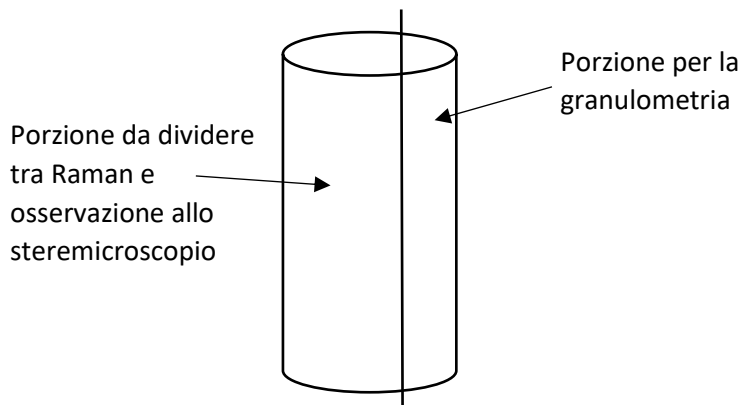


Figura 11. Rappresentazione della sezione di carota di 4 cm

Per analizzare la quantità di microplastiche, i campioni sono stati posti all'interno della stufa a 40°C in maniera da essicarli (per eliminare l'acqua eventualmente presente), una volta asciutti sono stati pesati utilizzando una bilancia tecnica (Figura 12).

Sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Campione	g pesati
0-4	7,75
11-15	20,45
22-26	20,52
33-37	20,53
44-48	19,28
55-59	19,17
66-70	20,58
77-81	20,51
88-92	20,56
99-103	20,52
110-114	20,51
121-125	20,54
132-136	20,56
143-147	20,54
154-158	20,48
165-170	20,55



Figura 12. Bilancia tecnica per la pesata dei campioni

Ogni campione è stato frantumato con l'aiuto di un mortaio, in particelle più piccole, per facilitare la digestione acida della materia organica (Figura 13). Seguendo la tecnica Wet Peroxide Oxidation (WPO) (Masura et al., 2015), sotto cappa, nei becher contenenti il campione frantumato, sono stati messi: 20 ml di una soluzione di ferro (II), solfato eptaidrato, acqua distillata e acido solforico insieme a 20 ml di acqua ossigenata al 30%. Il tutto è stato posto su una piastra riscaldante per favorire la reazione che ha portato alla formazione di bolle di gas e calore (Figura 14); per evitare che la temperatura raggiunta fosse troppo elevata da degradare le microplastiche, i becher una volta iniziata la reazione sono stati posti in un bagno freddo.



Figura 13. Frantumazione del campione



Figura 14. Digestione del campione

Dopo la digestione acida sono stati setacciati i campioni con un setaccio a maglia di 1 mm, in maniera da togliere eventuali frammenti che non fossero microplastiche, eliminando così anche la parte più grossolana di sedimenti (Figura 15).

Ciò che è rimasto dei campioni è stato posto in provetta con un liquido ad alta densità, il politungstato di sodio ($\rho = 3 \text{ g/cm}^3$) diluito con acqua distillata per ottenere densità pari a $1,6 \text{ g/cm}^3$; precedenti analisi hanno mostrato, grazie a questo metodo, un rendimento estrattivo del 97% (Bonotto, 2020).

Ogni provetta è stata fatta 'riposare' per 24 ore, in maniera che tutte le particelle di densità inferiore a quella del liquido pesante (generalmente microplastiche e materia organica), salissero in superficie (Figura 16). È stato quindi prelevato il fluido al di sopra del sedimento mediante l'utilizzo di una pipetta, è stato riversato all'interno di un imbuto alla cui base è stato posto un filtro di vetro. Il liquido pesante, è stato raccolto con l'aiuto di una pompa da vuoto (Figura 17) mentre nel filtro si sono depositate le eventuali microplastiche.



Figura 15. Setaccio



Figura 16. Separazione con liquido pesante



Figura 17. Filtrazione

Per l'osservazione dei campioni è stato utilizzato lo stereomicroscopio Olympus SZX16 (Figura 18), a cui è stata associata una camera DeltaPix per poter scattare foto al materiale osservato ad ingrandimenti 3.2x, 5x, 8x e 11x.

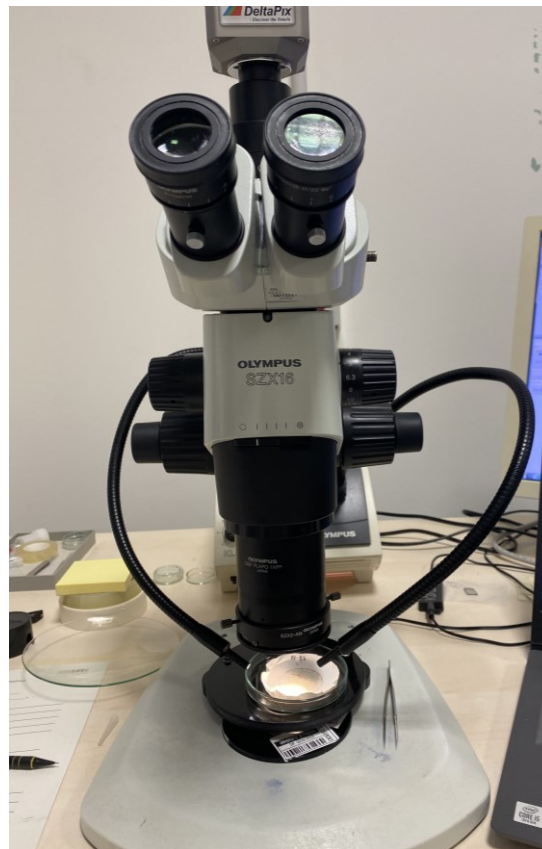



Figura 18. Stereomicroscopio e fotocamera DeltaPix

È stata compilata per ogni campione una scheda che individuasse la collocazione nel filtro delle microplastiche, secondo quanto definito dal BASEMAN Project (Frias et al., 2018) (Figura 19).

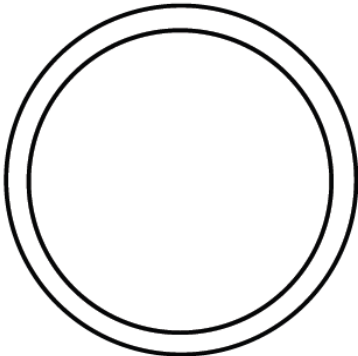


3. Filter observation datasheet

Date: ____/____/20__

Sample code _____ Filter no. _____

Date of collection: ____/____/20__ Magnification _____ x



Notes: _____

Figura 19. Foglio per la collocazione delle microplastiche osservate (da Frias et al., 2018).

Quanto osservato è stato raccolto su un foglio Excel: numero di microplastiche, forma e colore, facendo riferimento alle indicazioni riportate nello stesso progetto, per classificare le diverse tipologie di particelle sintetiche (Figura 20).

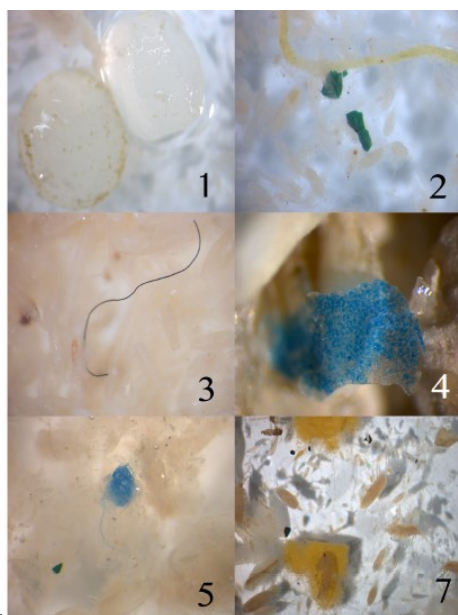


Figura 20. Esempi di tipi di microplastiche. 1. Pellet; 2 Frammenti; 3. Fibre; 4. Film; 5. Filamenti; 7. Spugna. (da Frias et al., 2018).

4 Risultati

Alcuni esempi di microplastiche osservate nei sedici campioni:

- Fibre:



Figura 21A. Fibra blu, campione 44-48



Figura 21B. Fibra arancione, campione 44-48



Figura 21C. Fibra verde, campione 66-70



Figura 21D. Fibra nera, campione 22-26

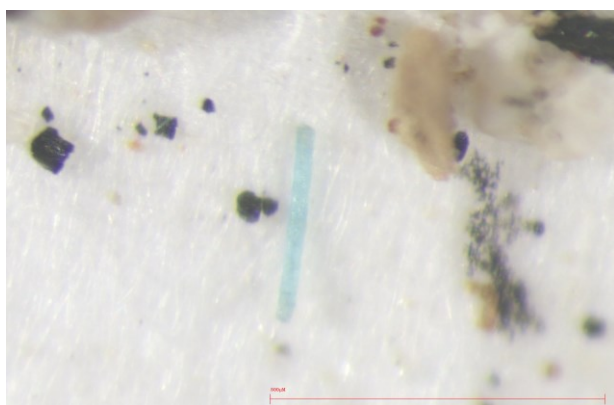


Figura 21E. Fibra azzurra, campione 99-103



Figura 21F. Fibra trasparente, campione 22-26

- Frammenti:

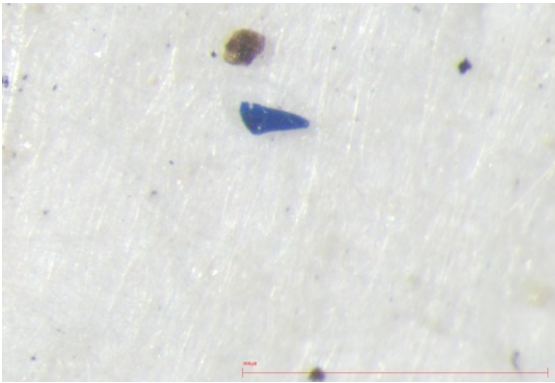


Figura 22A. Frammento blu, campione 33-37



Figura 22B. Frammento rosso, campione 132-136

- Microbead:

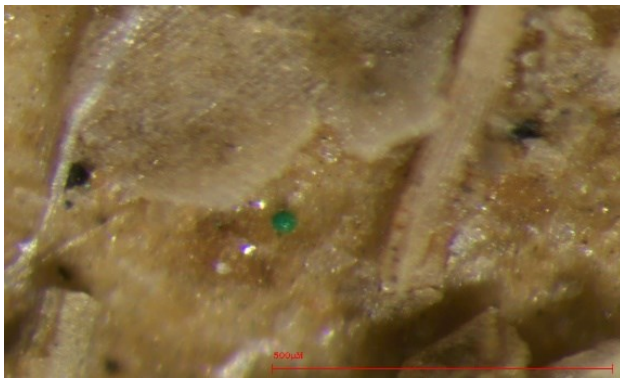


Figura 23A. Microbead verde, campione 0-4

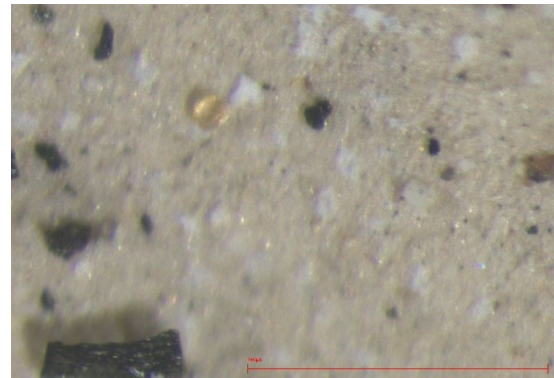


Figura 23B. Microbead arancione, campione 110-114

- Film:

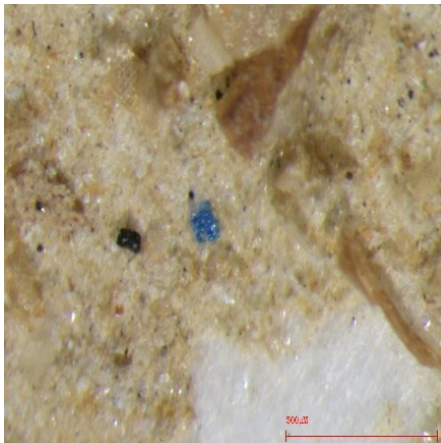


Figura 24A. Film blu, campione 0-4

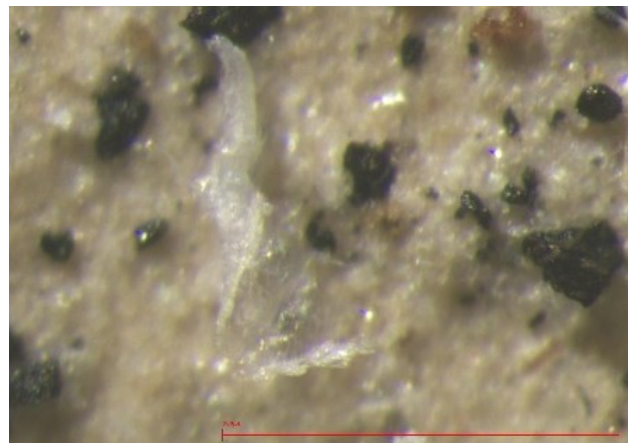
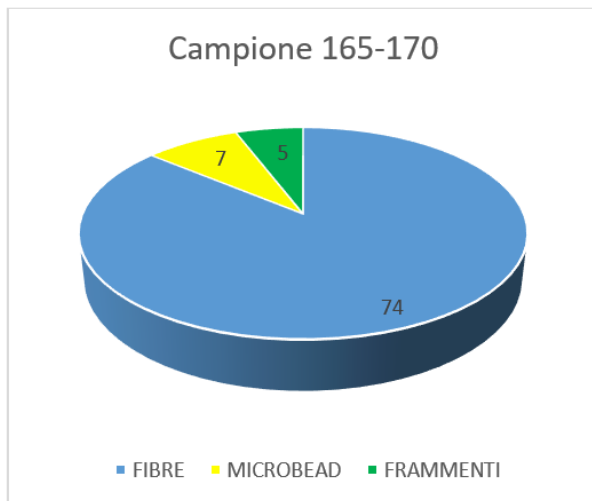
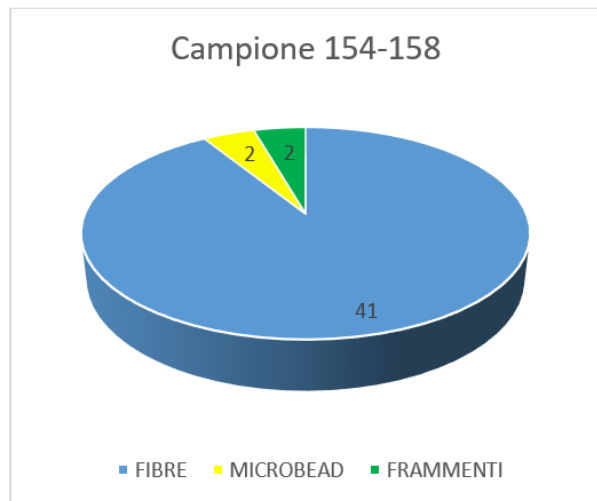


Figura 24B. Film trasparente, campione 44-48

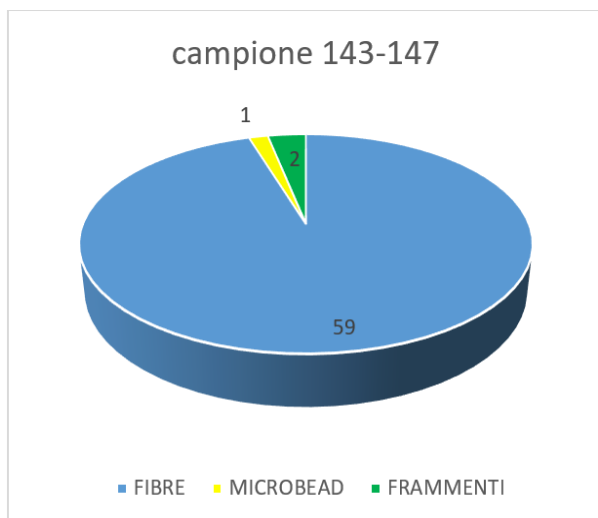
Quantità di microplastiche (MPs) nei diversi campioni, divise in base alla tipologia:



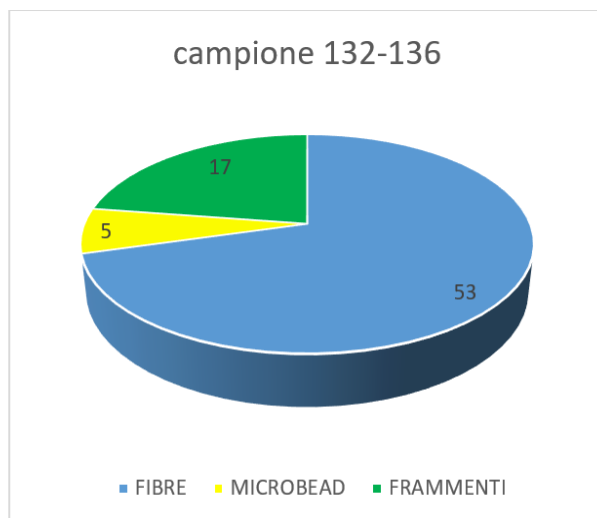
Massa pesata: 20,55 g
 Numero totale di MPs: 86
 Densità (MPs/g)= 4,2



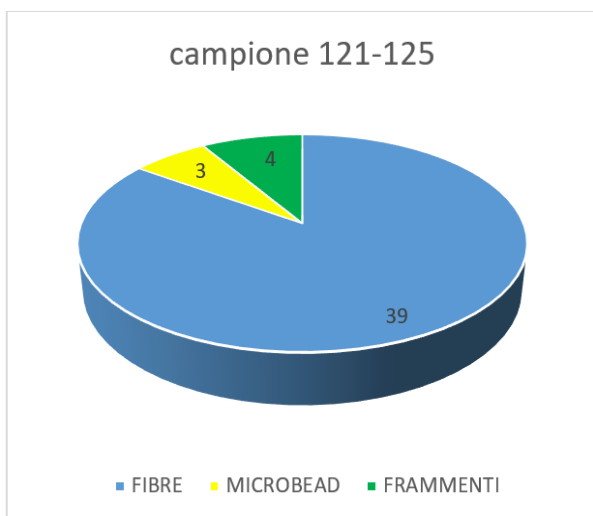
Massa pesata: 20,48 g
 Numero totale di MPs: 45
 Densità (MPs/g)= 2,2



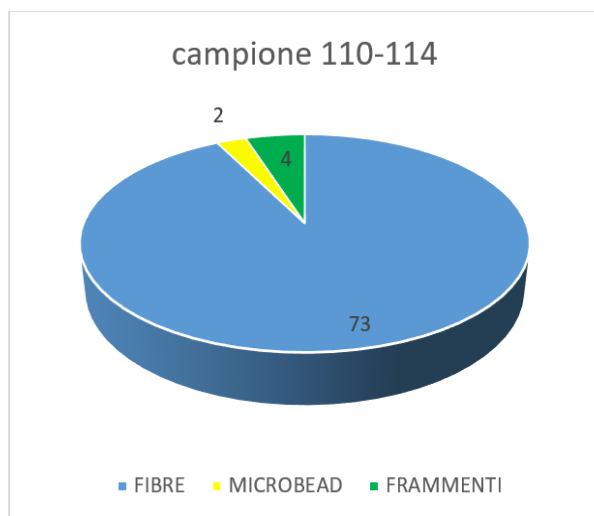
Massa pesata: 20,54 g
 Numero totale di MPs: 62
 Densità (MPs/g)= 3,0



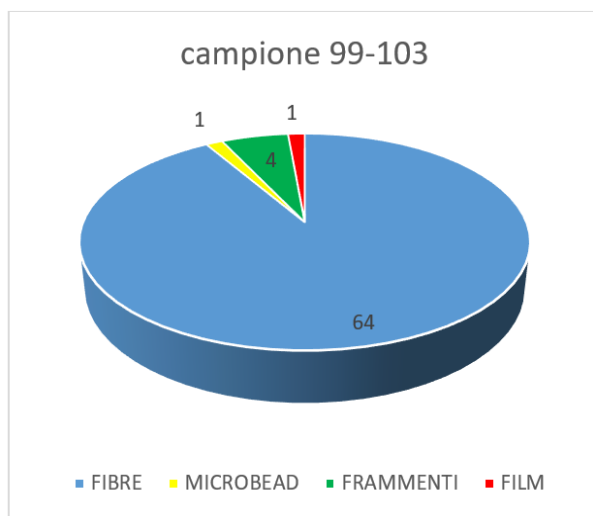
Massa pesata: 20,56 g
 Numero totale di MPs: 75
 Densità (MPs/g)= 3,6



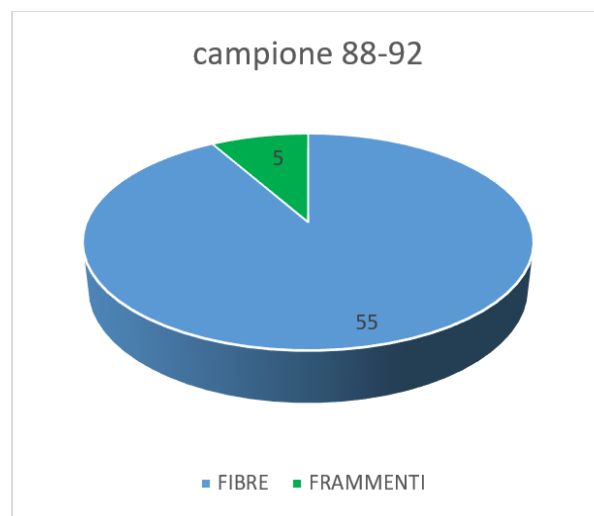
Massa pesata: 20,54 g
 Numero totale di MPs: 46
 Densità (MPs/g)= 2,2



Massa pesata: 20,51 g
 Numero di MPs: 80
 Densità (MPs/g)= 3,9

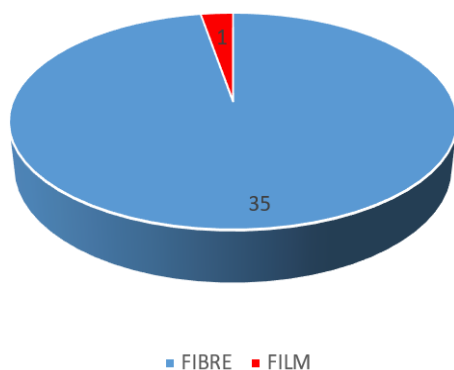


Massa pesata: 20,52 g
 Numero di MPs: 70
 Densità (MPs/g)= 3,4



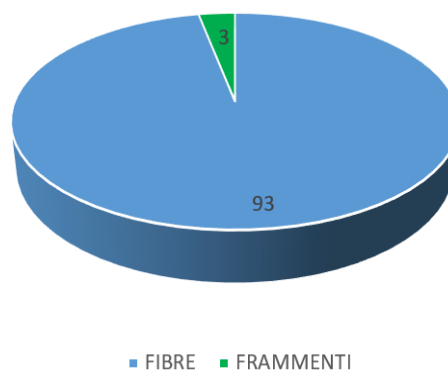
Massa pesata: 20,56 g
 Numero di MPs: 60
 Densità (MPs/g)= 2,9

campione 77-81



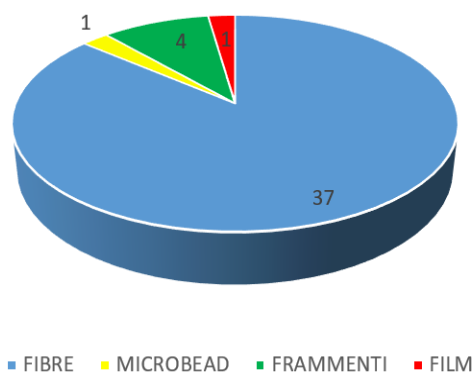
Massa pesata: 20,51 g
Numero di MPs: 36
Densità (MPs/g)= 1,8

Campione 66-70



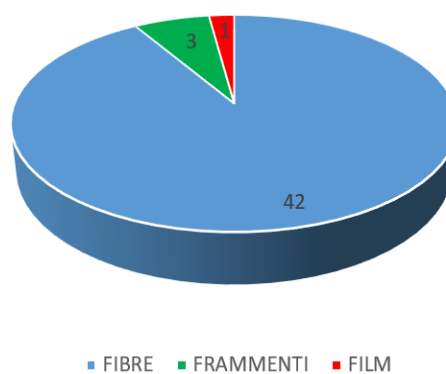
Massa pesata: 20,58 g
Numero di MPs: 96
Densità (MPs/g)= 4,7

campione 55-59

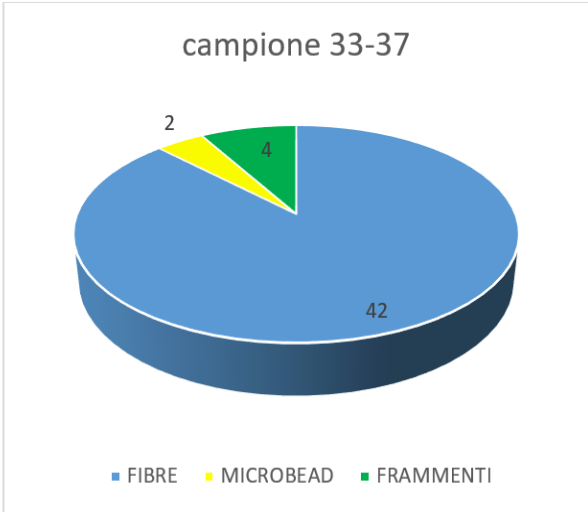


Massa pesata: 19,17 g
Numero di MPs: 43
Densità (MPs/g)= 2,2

campione 44-48



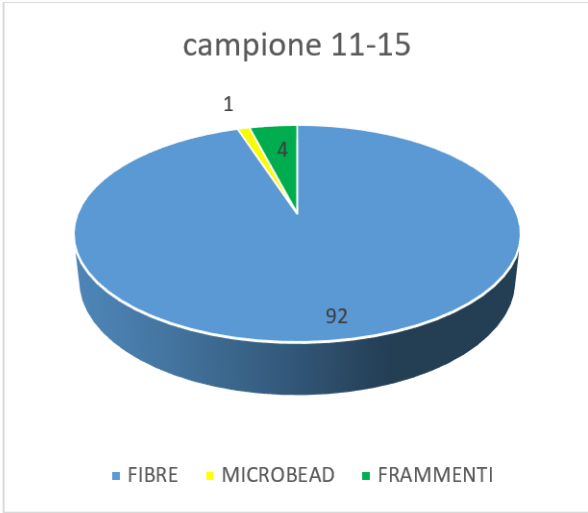
Massa pesata: 19,28 g
Numero di MPs: 46
Densità (MPs/g)= 2,4



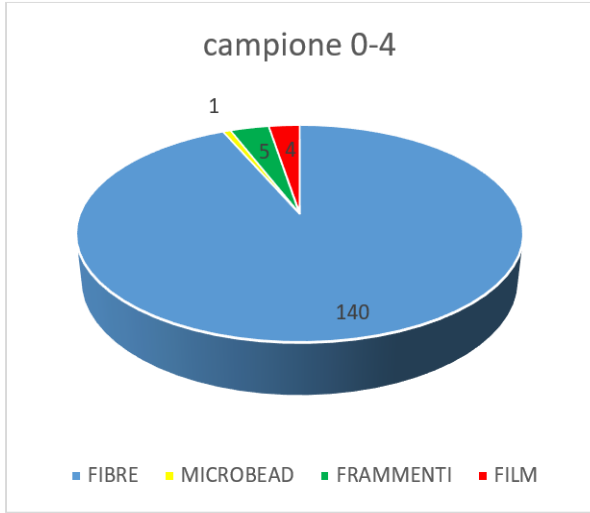
Massa pesata: 20,53 g
 Numero di MPs: 48
 Densità (MPs/g)= 2,3



Massa pesata: 20,52 g
 Numero di MPs: 137
 Densità (MPs/g)= 6,7



Massa pesata: 20,45 g
 Numero di MPs: 98
 Densità (MPs/g)= 4,8



Massa pesata: 7,75 g
 Numero di MPs: 150
 Densità (MPs/g)= 19,4

È possibile notare come la quantità di microplastiche per grammo sia variata alle diverse profondità (e quindi negli anni), attraverso il grafico che segue (Figura 25).

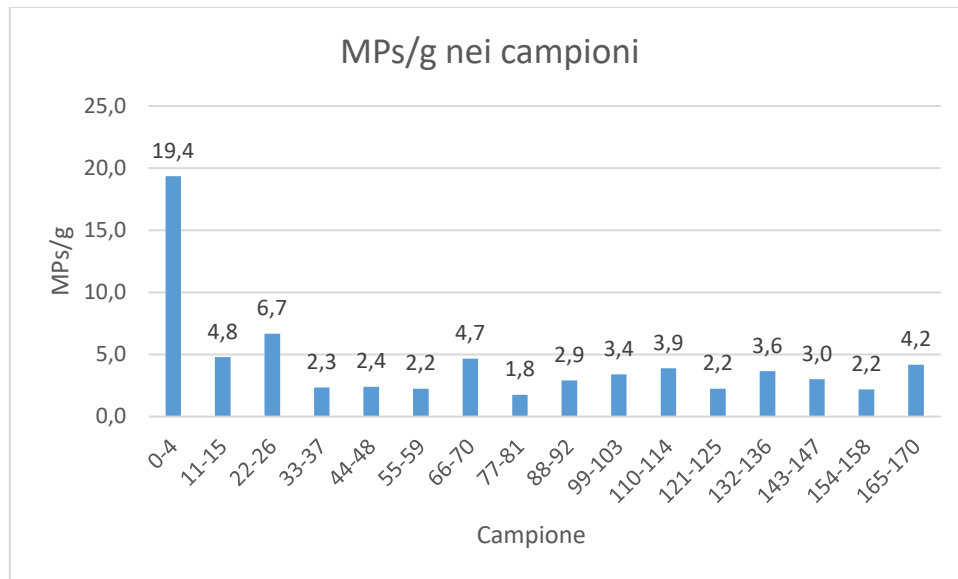


Figura 25. Grafico che definisce la quantità di microplastiche per grammo nel sedimento della Laguna di Venezia, alle diverse profondità.

5 Discussione

Su un totale di 1178 microplastiche contate, le fibre sono di gran lunga quelle maggiormente presenti, con una percentuale del 91% (1076 conteggi). In ordine di abbondanza troviamo quindi i frammenti (6%, 66), un po' più del 2% di microbead (26) e meno dell'1% di film (10) (Figura 26).

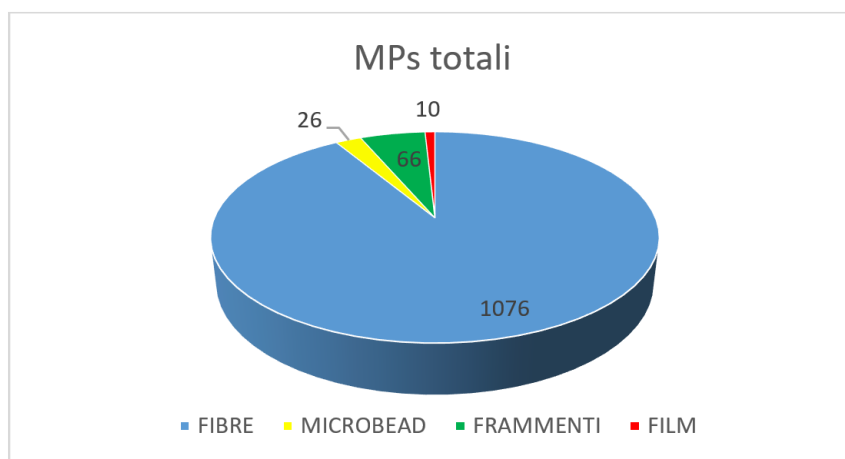


Figura 26. Microplastiche totali nei sedici campioni, divise per tipologia.

Andando ad osservare nella sezione 'Risultati' il grafico che mostra la quantità di microplastiche per grammo (Figura 25), possiamo notare che la distribuzione di queste particelle ha un andamento più o meno costante, a parte il campione più superficiale (0-4), dove la densità è notevolmente più elevata. In questo campione, la quantità elevata può essere dovuta a recente allargamento del canale principale, situato molto vicino al sito di campionamento. Tale allargamento ha favorito un apporto maggiore di sedimenti e, quindi, anche di microplastiche.

L'andamento costante nel resto dei campioni è invece piuttosto inaspettato, soprattutto per i campioni a maggiore profondità, considerata la produzione inferiore di materiale plastico negli anni Settanta. In realtà, trattandosi di un conteggio puntuale e non di una misura di densità in peso o volume, la mancanza di variazione della densità di frammenti potrebbe non corrispondere ad una reale assenza di variazione nella quantità. Infatti, bisogna considerare i processi di alterazione che hanno come conseguenza una microframmentazione, soprattutto per le fibre.

Per quanto riguarda questa tipologia di microplastiche, si è notato un aumento costante delle fibre arancioni scendendo in profondità, soprattutto a partire dal campione 121-125 (figura 27).

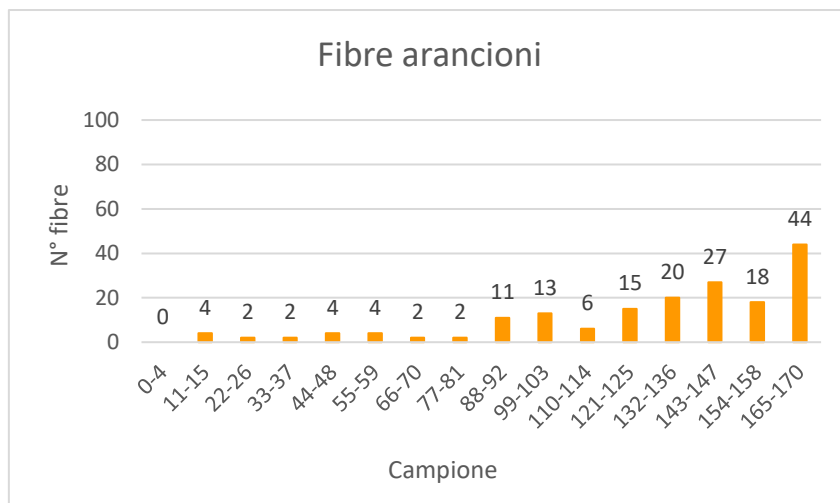


Figura 27. Quantità di fibre arancioni contate nei diversi campioni.

Per confermare la natura sintetica di queste fibre (Figura 29), sono state esaminate mediante spettroscopia Raman che ha permesso di identificarle come PVC (polivinilcloruro).



Figura 28. Fibra arancione, campione 22-24



Figura 29. Tre fibre arancioni, campione 143-147

Al contrario delle fibre arancioni, osservando la quantità di fibre trasparenti, si può notare come tendano, con alcune eccezioni, a diminuire all'aumentare della profondità (Figura 30A). Anche le altre fibre, seppur in quantità minori, tendono ad avere un andamento più o meno crescente man mano che si sale in superficie (figure 30).

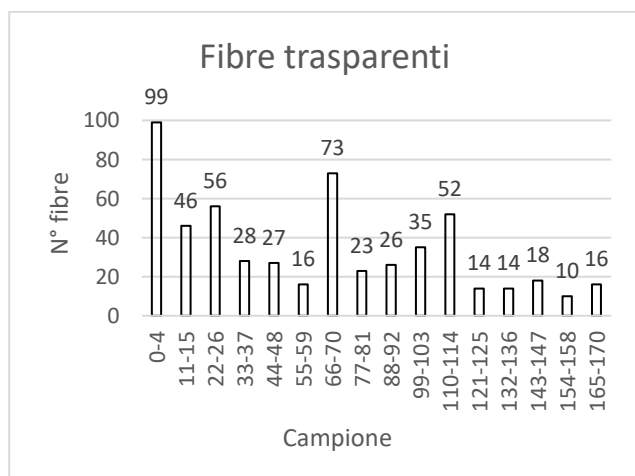


Figura 30A. Quantità di fibre trasparenti nei diversi campioni.

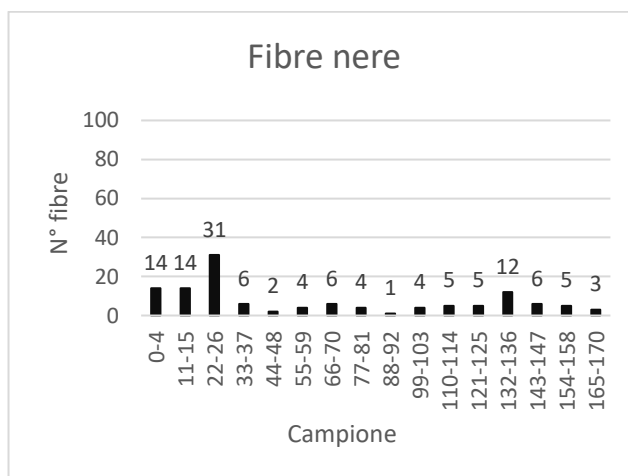


Figura 30B. Quantità di fibre nere nei diversi campioni.

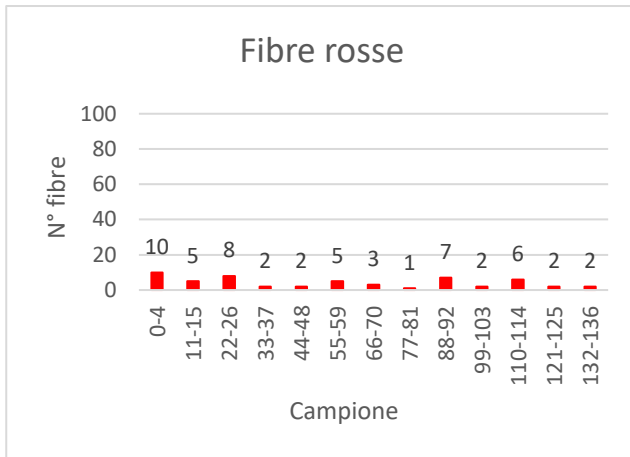


Figura 30C. Quantità di fibre rosse nei diversi campioni.

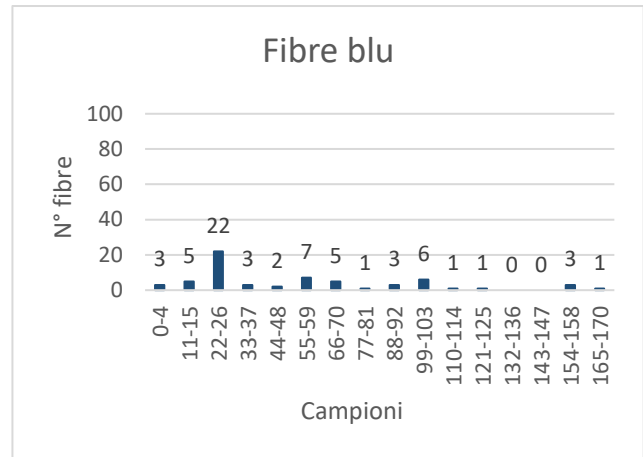


Figura 30D. Quantità di fibre blu nei diversi campioni.

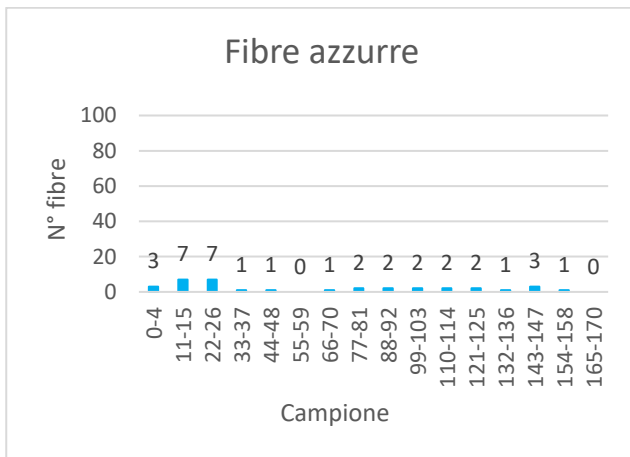


Figura 30E. Quantità di fibre azzurre nei diversi campioni.

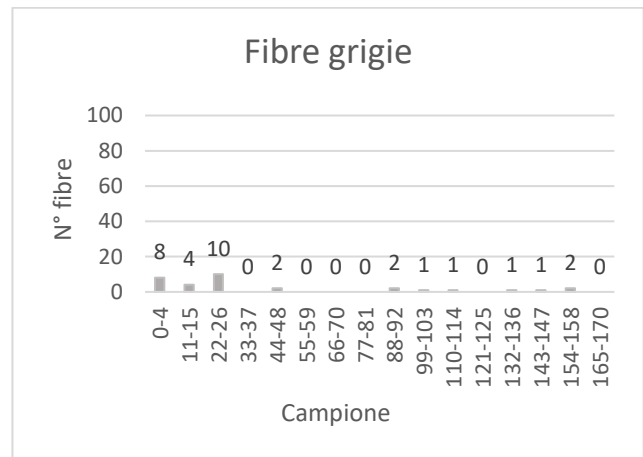


Figura 30F. Quantità di fibre grigie nei diversi campioni.

I grafici delle fibre viola, rosa, gialle, verdi e bianche non sono stati inseriti perché poco rilevanti.

Il fenomeno dell'alterazione e della conseguente microfratturazione non consente una valutazione diretta sull'effettivo aumento in volume di PVC con la profondità. L'assenza di trend particolari nelle altre fibre colorate e, soprattutto, l'aumento costante delle fibre trasparenti verso l'alto farebbero però pensare a delle reali variazioni nella quantità di queste microplastiche.

Osservando i numeri ottenuti in questo studio si può notare che rispecchiano più o meno quanto presente in letteratura. Nella maggior parte degli studi scientifici, le fibre sono le tipologie di microplastiche maggiormente presenti; a seguire troviamo frammenti, microbead e film (es. Ciwalengke River, Indonesia, 30.3 ± 15.9 MPs/kg, 91% fibre (da Alam et al., 2019); Lagoon-Channel, Tunisia 704 ± 111 to 1483 ± 19 MPs/kg: fibre 91%, frammenti 5%, film 3% (da Abidli et al., 2017)).

Confrontando i valori di MPs/kg con alcuni lavori in letteratura (Figura 31), quanto è stato ottenuto in questo studio (4358 MPs/kg), è sensibilmente più elevato rispetto ai primi. È possibile che alcuni frammenti siano stati scambiati erroneamente per microplastiche (soprattutto nei casi di elevata presenza di sostanza organica residua) ma, in generale, i numeri ottenuti testimoniano un livello di inquinamento importante.

MPs/kg	Luogo	Riferimenti
4358	Laguna di Venezia	
1900	Giappone	Matsuguma et al. (2017)
100	Thailandia	Matsuguma et al. (2017)
Da 347 a 4031 (nelle stagioni asciutte) e tra 507 e 7593 (nelle stagioni piovose)	Africa (Nigeria)	Oni et al. (2020)
30.3 ± 15.9	Lago Ciwalengke, Indonesia	Alam et al. (2019)
2052 ± 746	Lago Ebro, Spagna	Simon Sanchez et al. (2019)
660	Tamigi, Inghilterra	Horton et al. (2017)

Figura 31. Confronto tra MPs/kg in diversi studi scientifici.

6 Conclusioni

Questo studio riguardante la Laguna di Venezia ha dimostrato l'importanza del problema dell'inquinamento da microplastiche nei sedimenti. La tecnica di analisi utilizzata sia per la separazione che per il conteggio delle particelle ha permesso di individuare in ognuno dei campioni una presenza piuttosto significativa di microplastiche. Sebbene ci possa essere stata un'eventuale sovrastima, i risultati raccolti, confrontati anche con quanto riportato in articoli scientifici, indicano quanto questi materiali si stiano diffondendo nei nostri ambienti sia terrestri che marini, inquinandoli. Questa tesi vuole essere quindi un veicolo per sensibilizzare riguardo l'ingente quantità di plastica che sta contaminando il nostro ecosistema a causa dell'uomo, e che continuerà ad aumentare viste le previsioni riguardo l'accrescimento della popolazione (Figura 1, da Microplastics booklet, HORIBA). Vuole essere inoltre una base d'appoggio per chiunque voglia intraprendere uno studio sulle microplastiche che possa arricchire i dati scientifici già presenti, affinché si arrivi a comprendere la pericolosità di questi materiali di sintesi, e si lavori per diminuirne sempre più il consumo e la produzione, definendo tecniche in grado di smaltire quanto finora è stato prodotto, così da poter proteggere il Pianeta, gli organismi che lo abitano e noi stessi.

Bibliografia

Abidli, S., Toumi, H., Lahbib, Y., et al., 2017. 'The first evaluation of microplastics in sediments from the complex lagoon-channel of Bizerte (Northern Tunisia)'. *Water Air Soil Pollut.* 228 (7), 262. <https://www.researchgate.net/publication/318216599>

Alam, F.C., Sembiring, E., Muntalif, B.S., et al., 2019. 'Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia)'. *Chemosphere* 224, 637–645. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>

Aldino Bondesan, Mirco Meneghel, Alessandro Fontana, Paola Furlanetto, Chiara Levorato, Sara Magri, Sandra Primon. 'La Laguna di Venezia: guida all'escursione', 2005. *Dipartimento di Geografia, Uniuersitd di Padoua, via del Santo 26 - 35 123 Padova*. http://www.glaciologia.it/wp-content/uploads/Supplementi/FullText/SGFDQ_VII_FullText/39_SGFDQ_VII_Bondesan_349_357.pdf

Anita Tirkey, Lata Sheo Bachan Upadhyay. 'Microplastics: An overview on separation, identification and characterization of microplastics', 2021. *National Institute of Technology Raipur, Department of Biotechnology, Raipur, Chhattisgarh 492010, India*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112604>

Bonotto G. 'Analisi di microplastiche in sedimenti fluviali.' Tesi di laurea magistrale in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio, 2020. *Università degli Studi di Padova*.

HORIBA. 'Microplastics Booklet'. www.horiba.com/microplastics

Horton, A.A., Svendsen, C., Williams, R.J., et al., 2017. 'Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK—abundance, sources and methods for effective quantification'. *Mar. Pollut. Bull.* 114 (1), 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.004>

Julie Masura, Joel Baker, Gregory Foster, and Courtney Arthur Carlie Herring, Technical Editor. 'Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment. Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments', 2015. *Center for Urban Waters, University of Washington, Tacoma WA ; Department of Chemistry and Biochemistry, George Mason University, Fairfax VA; I.M. Systems Group, Rockville MD; National Oceanic and Atmospheric Administration, Marine Debris Division, Silver Spring MD.*
<https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/10296>

Marta Cosma, Alvise Finotello, Alessandro Ielpi, Dario Ventra, Oriol Oms, Andrea D'Alpaos, Massimiliano Ghinassi. 'Piracy-controlled geometry of tide-dominated point bars: Combined evidence from ancient sedimentary successions and modern channel networks'. *Department of Geosciences, University of Padova, Padova, Italy; Harquail School of Earth Sciences, Laurentian University, Sudbury, ON, Canada; Department of Earth and Environmental Sciences, Université de Genève, Genève, Switzerland; Department of Geology, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain.* <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2020.107402>

Matsuguma, Y., Takada, H., Kumata, H., Kanke, H., Sakurai, S., Suzuki, T., Itoh, M., Okazaki, Y., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Weerts, S., 2017. 'Microplastics in sediment cores from Asia and Africa as indicators of temporal trends in plastic pollution'. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 73 (2), 230–239.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>

Nouraddin Ghanbari, Ebrahim Fataei, Abolfazl Naji, Ali Akbar Imani, Fatemeh Nasehi. 'Microplastic pollution in sediments in the urban section of the Qara Su River, Iran', 2022. *Department of Environmental Science and Engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran; Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, Hormozgan University, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran; Department of Agricultural Engineering, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran.*
<https://doi.org/10.1007/s13201-022-01712-5>

Oni, B.A., Ayeni, A.O., Agboola, O., Oguntade, T., Obanla, O., 2020. 'Comparing microplastics contaminants in (dry and raining) seasons for Ox-Bow Lake in Yenagoa, Nigeria'. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 198, 110–656.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>

Simeon Onoja, Holly A. Nel, Mohamed Abou-Elwafa Abdallah, Stuart Harrad. 'Microplastics in freshwater sediments: Analytical methods, temporal trends, and risk of associated organophosphate esters as exemplar plastics additives', 2022. *School of Geography, Earth, and Environmental Sciences, University of Birmingham, Birmingham, B15 2TT, UK.*

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111830>

Simon-Sánchez, L., Grelaud, M., Garcia-Orellana, J., et al., 2019. 'River deltas as hotspots of microplastic accumulation: the case study of the Ebro River (NW Mediterranean)'.
Science of the Total Environment 687, 1186–1196.

Science of the Total Environment 687, 1186–1196.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.168>

Vito Favero, Rossana Serandrei Barbero. 'Origine ed evoluzione della Laguna di Venezia - bacino meridionale'. *C.N.R., Laboratorio per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse, S. Polo, 1364 – Venezia.*

http://www.istitutoveneto.org/venezia/documenti/articoli/lavori_svsn/pdf_svsn/volume_5/favero_serandrei.pdf

Ringraziamenti

Ringrazio infinitamente i professori Zattin Massimiliano e Ghinassi Massimiliano per avermi dato la possibilità di svolgere questo interessante studio sulle microplastiche, grazie per i vostri preziosi consigli ed il vostro aiuto durante questi mesi di lavoro.

Un grazie speciale a Silvia Cattò per avermi guidata e supportata durante i mesi di analisi.

Un semplice grazie non sarebbe abbastanza per i miei genitori, Massimo e Federica ed i miei fratelli Filippo e Francesca, che mi hanno accompagnata e sostenuta con affetto durante tutto il mio percorso di studi e non, a voi devo tutto.

A Federica, grazie per essere stata sempre al mio fianco come fedele amica, grazie per il supporto di questi anni, per essere sempre stata una spalla per me e per l'affetto che mi hai sempre dimostrato.

A Luca, grazie per avermi sostenuto e spronato durante questi mesi, rassicurandomi e donandomi amore, gioia e serenità.

Grazie infine a tutti i parenti, gli amici e i colleghi che mi hanno vista crescere durante questo percorso e che mi hanno accompagnata con affetto.