



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE

DISVA – DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELLA VITA
E DELL'AMBIENTE



**Corso di Laurea
Scienze Biologiche**

**Presenza ed effetti dei detriti plastici
nella tartaruga marina *Caretta caretta***

Presence and effects of plastic debris
in the loggerhead sea turtle *Caretta caretta*

Tesi di Laurea di:
Paola Cilli

Docente Referente:
Prof.ssa Maura Benedetti

Abstract

Caretta caretta è la tartaruga marina più diffusa nel bacino del Mediterraneo, una delle aree più colpite dall'inquinamento da rifiuti marini. Questa specie risulta essere particolarmente vulnerabile e sensibile agli effetti negativi provocati dai detriti di plastica.

I seguenti studi hanno preso in esame tartarughe morte e/o spiaggiate sulle coste delle isole Baleari e sulla costa molisana del Mar Adriatico, e si pongono l'obiettivo di analizzare il contenuto gastrointestinale, il pellet fecale, il tessuto epatico e il tessuto adiposo degli esemplari campionati per valutare la quantità e la tipologia dei detriti plastici ingeriti da questi organismi.

Lo studio svolto alle isole Baleari ha evidenziato che circa il 60% degli esemplari ha ingerito detriti plastici, con prevalenza di film di plastica bianchi o trasparenti; i principali polimeri plastici rinvenuti sono stati il polietilene ad alta densità (42,3%) e il polipropilene (33,8%).

Lo studio svolto presso la costa molisana ha invece evidenziato la presenza di microplastiche di diverso range dimensionale; nello specifico particelle fino a 0,45 μm nei contenuti intestinali e tra 0,45 μm e 1 mm nei tessuti epatici ed adiposi; i principali polimeri identificati sono stati poliestere (100%) nei contenuti stomacali, polietilene ad alta densità (50%) nel fegato e polipropilene (50%) nel tessuto adiposo.

In conclusione, *Caretta caretta* si è confermato essere un buon bioindicatore dell'inquinamento marino da plastica.



Fig. 1

Inquinamento da plastica

Il Mar Mediterraneo è un tesoro di biodiversità, costantemente minacciata da problemi di natura antropogenica come l'inquinamento da plastica.

Ogni anno, circa 230.000 tonnellate di rifiuti plastici (94% macroplastiche) raggiungono le acque del Mar Mediterraneo; tra i diversi polimeri il PE è stato segnalato come il polimero plastico più diffuso.

Le specie marine ne subiscono gli effetti negativi, ingerendo detriti plastici. Tra queste, la tartaruga marina *C. caretta* è particolarmente incline a consumare detriti a causa della strategia di foraggiamento altamente opportunistica.

Introduzione

Ciclo vitale

Il ciclo vitale di *Caretta caretta* si sviluppa in habitat ecologicamente e spazialmente differenti tra loro.

- La deposizione delle uova e lo sviluppo embrionale avvengono sulla terraferma.
- I nidiacei raggiungono il mare aperto (zona oceanica).
- I giovani (CCL > 46 cm) migrano dalla zona oceanica alla zona neritica.
- Gli adulti (CCL > 70 cm) migrano dalle aree di alimentazione verso le aree di accoppiamento e riproduzione.

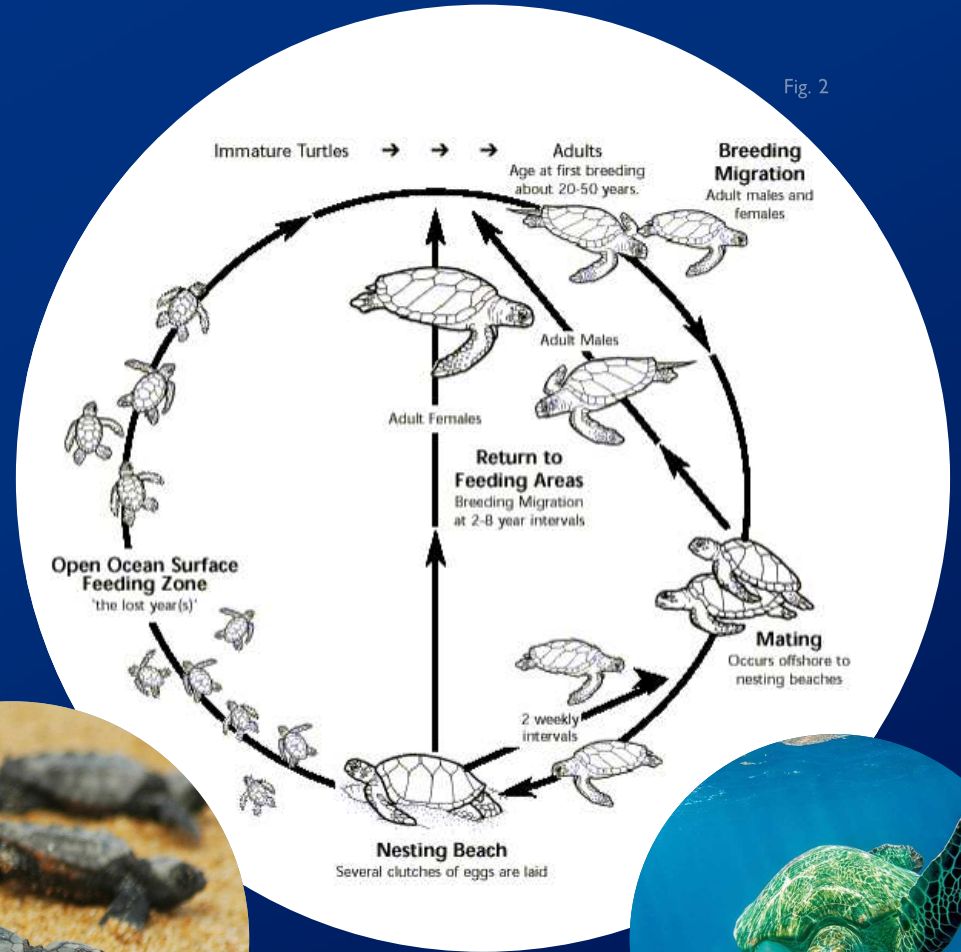


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Aree di studio

Le due aree di studio sono localizzate nel bacino del Mediterraneo, un mare vulnerabile all'inquinamento da plastica dovuto a fattori di origine antropica.

Costa delle Isole Baleari

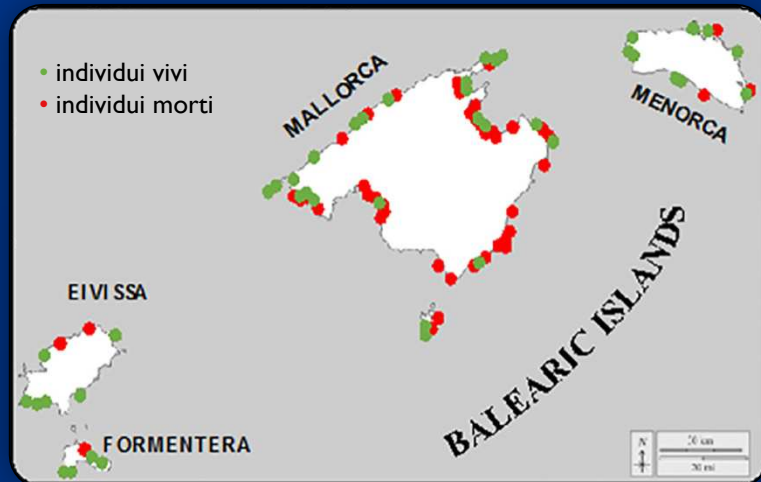


Fig. 5

Costa molisana del Mar Adriatico

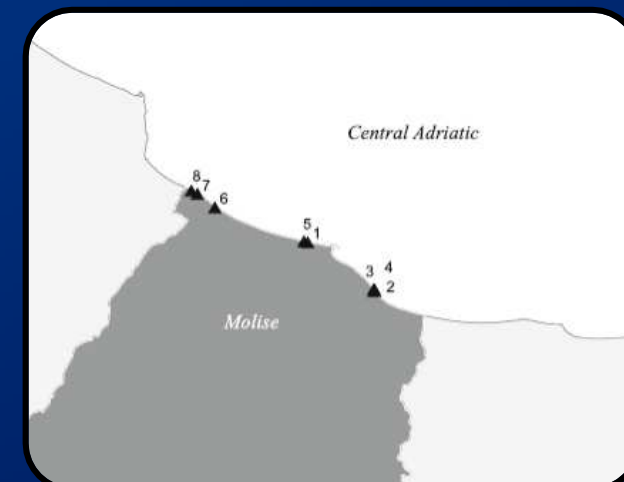


Fig. 6

Esemplari campionati tra il 2019 e il 2021:

- 45 individui morti → contenuti gastrointestinali
- 67 individui vivi → pellet fecali

Esemplari campionati nel 2019:

- 8 individui morti → contenuto intestinale, tessuto epatico, tessuto adiposo

Detriti plastici

Possono essere classificati per:

- Dimensioni (macroplastiche, mesoplastiche, microplastiche)
- Tipologia di materiale plastico (PET, PC, ecc..)
- Forma (filamenti, frammenti, fogli, schiume, sfere)
- Colore

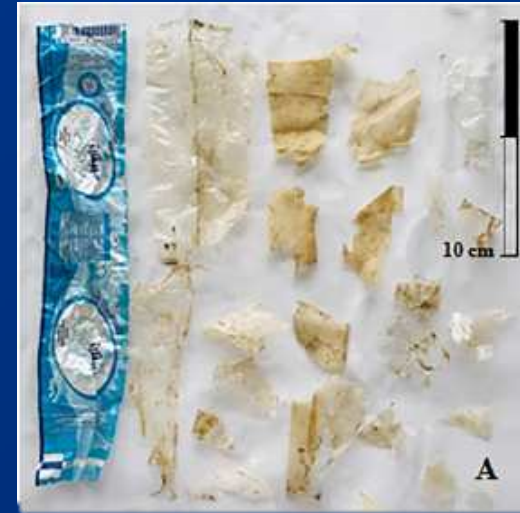


Fig. 7

Materiali e metodi

In seguito a segnalazioni, si attiva la rete di soccorso: gli esemplari vivi vengono ricoverati negli appositi centri e gli esemplari morti vengono sottoposti a necropsia.

Vengono registrati i dati biometrici di tutti gli esemplari (CCL, peso, sesso).

Studio 1 (Isole Baleari)

1. Raccolta dei campioni di GI (contenuto gastrointestinale) e FP (pellet fecale)
2. Filtrazione delle sezioni di GI
3. Filtrazione delle feci
4. Essiccazione degli elementi plastici ottenuti
5. Classificazione per dimensione, forma e colore

Studio 2 (costa molisana)

1. Prelievo del contenuto intestinale
2. Estrazione delle microplastiche (MEP) in 4 fasi:
 1. Lavaggio detriti con rete 1 mm e raccolta acqua di lavaggio (SW)
 2. Sedimentazione per 24h del 20% in peso del SW
 3. Filtrazione del supernatante del SW con filtro di cellulosa nitrata (0,45 μm)
 4. Essiccazione del sedimento del SW a 75 °C per 2 ore

Caratterizzazione spettroscopica

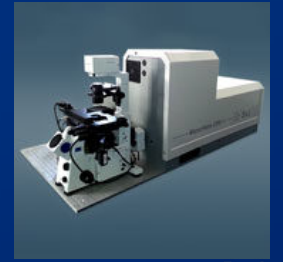


Fig. 8

Studio 1 (Isole Baleari)

- Utilizzo della spettroscopia a trasformata di Fourier con riflessione totale attenuata (ATR-FTIR) su un sottocampione casuale di 260 articoli derivanti dai campioni di GI e FP

Studio 2 (costa molisana)

- Utilizzo della spettroscopia a trasformata di Fourier con riflessione totale attenuata (ATR-FTIR) solo su MP > 1 mm
- Utilizzo della microspettroscopia Raman (RMS) direttamente sui filtri utilizzati nei passaggi 3. e 4. del MEP

In entrambi gli studi, gli spettri ottenuti vengono successivamente confrontati con database spettrali. Sono considerate accettabili le corrispondenze superiori al 70% dell'Hit Quality Index.

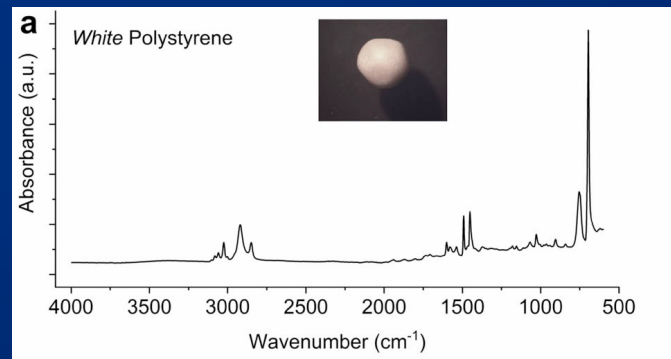


Fig. 9

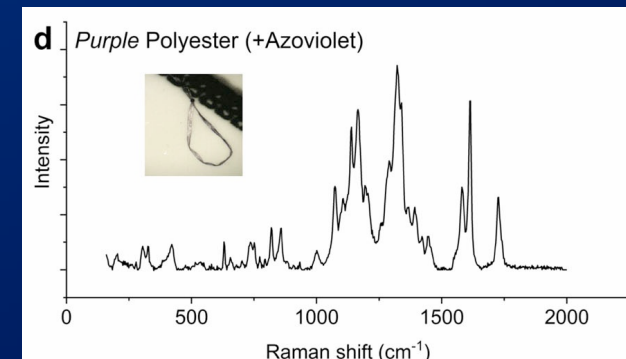


Fig. 10

Determinazione di PET e PC

Studio 2 (costa molisana)

1. Preparazione dei campioni di tessuto epatico e adiposo
2. Valutazione delle concentrazioni libere di PTA e BPA nei tessuti
3. Analisi UPCL MS/MS dei campioni e delle soluzioni standard mediante utilizzo del Cromatografo Liquido ad Ultra Pressione e dello Spettrometro di massa
4. Analisi statistica mediante il test di Spearman per valutare la correlazione tra i polimeri PET e PC e il BPA e il PTA disponibili liberamente.

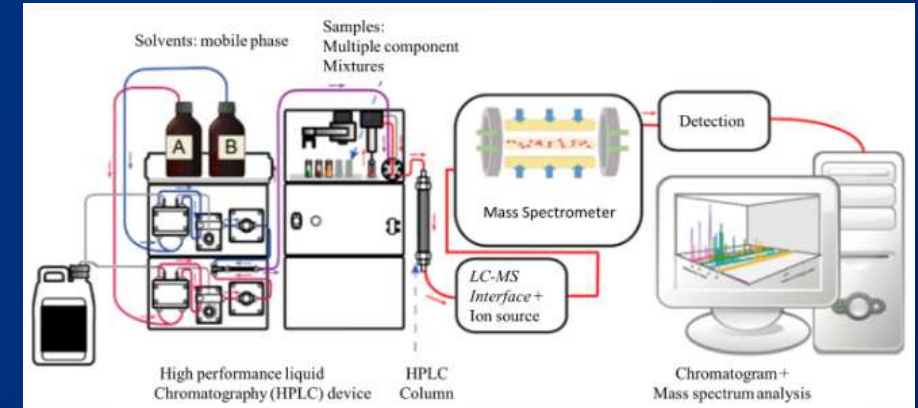


Fig. 11

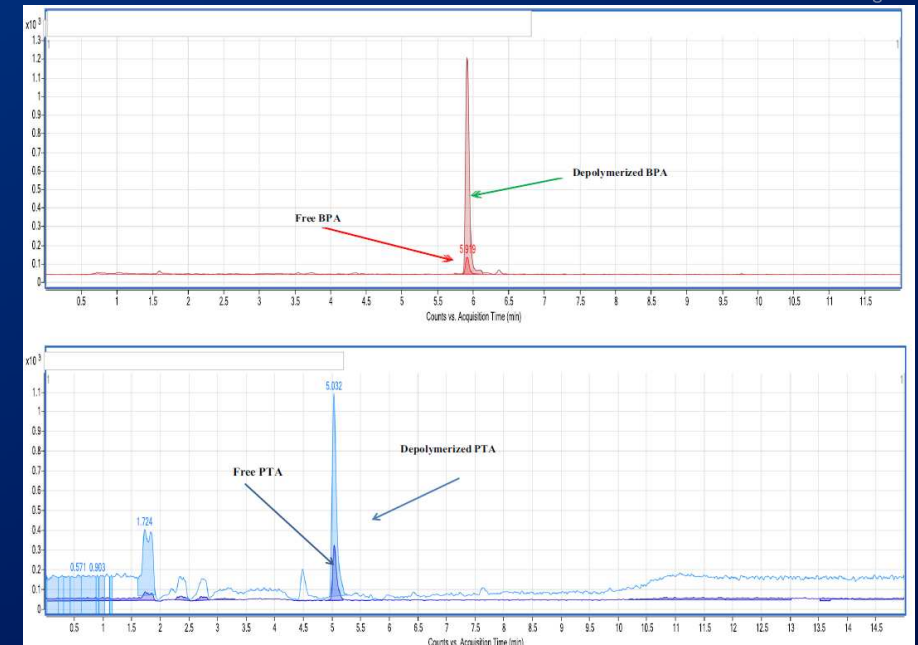


Fig. 12

Risultati

Biometrie degli esemplari

Tra il 2019 e il 2021 sono stati recuperati 45 esemplari di *C. caretta* morti e 67 esemplari vivi.

I valori di CCL (lunghezza curva del carapace) registrati erano compresi tra 20,4 cm e 78,6 cm, con una media di $48,4 \pm 1,9$ cm.

Il peso medio delle tartarughe era di $18,8 \pm 1,8$ kg, con valori compresi tra 1,1 e 55,32 kg.

27 delle 45 tartarughe necrotizzate presentavano detriti plastici nel tratto gastrointestinale, in particolare sono stati recuperati 344 detriti plastici, per un totale di 47,1g di massa secca, localizzati principalmente nello stomaco (257, 30,6g).

46 delle 67 tartarughe ricoverate (68,7%) hanno escretto un totale di 445 detriti plastici, in media $9,7 \pm 3,3$ per individuo, corrispondente ad una massa secca media di $1,8 \pm 0,4$ g.

I valori di CCL variano da 30 a 79cm, con un valore medio di 57,5cm.

I pesi registrati variano da 2,8 a 60,3kg, con un peso medio di 25,15kg.

Escludendo le tartarughe n.1 e n.2 con tratti intestinali vuoti, è stato estratto un totale di 1,11g di massa secca di detriti plastici.

Studio I (Isole Baleari)

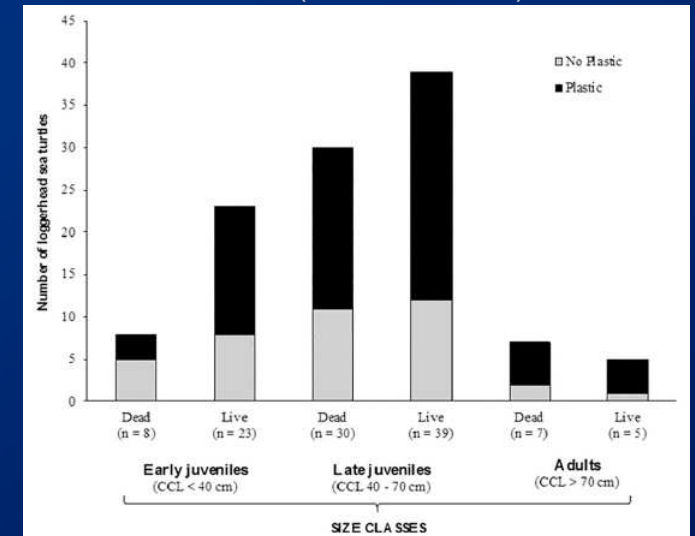


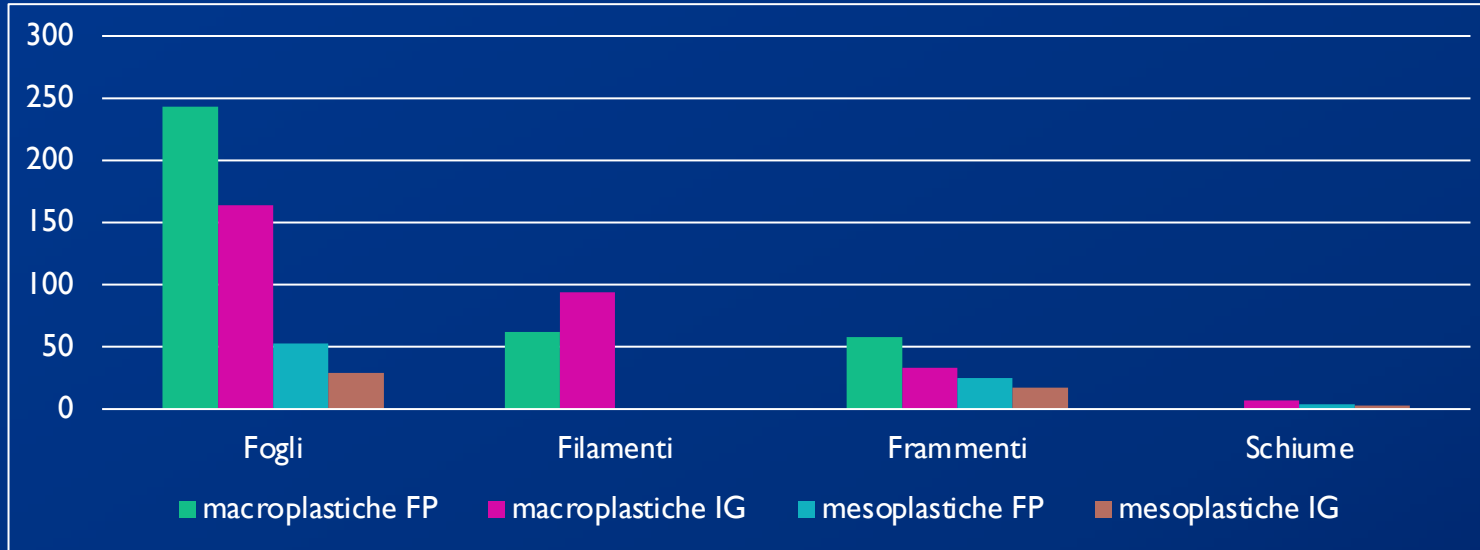
Fig. 13

Studio 2 (costa molisana)

Turtle code	Date of discovery	Location at finding	Decomposition status*	Cause of death	Health status*	Main injuries	Affected body part	CCL (cm)	Weight (kg)	Sex
No.1	25/02/2019	Termoli (CB)	4	Anthropogenic trauma	Poor	Fracture	Plastron	30	2.8	Female
No. 2	17/03/2019	Termoli (CB)	3	Bycatch related/disease	Good			57	18.8	Female
No. 3	11/06/2019	Termoli (CB)	2	Anthropogenic trauma	Good	Fracture	Carapace, head	53	16.8	Female
No. 4	10/08/2019	Campomarino (CB)	2	Natural disease	Good			76.5	60.3	Male
No. 5	22/08/2019	Termoli (CB)	4	Bycatch related	Good			61.5	27.8	Female
No. 6	24/08/2019	Termoli (CB)	3	Natural disease	Good	Compression	Frontal flip left	48	12.3	Female
No. 7	06/10/2019	Termoli (CB)	4	Natural disease	Good			55	16.8	Female
No. 8	01/11/2019	Montenero di Bisaccia (CB)	2	Bycatch-related/disease	Poor			79	45.6	Female

Fig. 14

Caratterizzazione dei detriti plastici



Considerando tutti gli individui presi in esame nello Studio 1:

- I fogli sono la tipologia di detrito maggiormente rilevata (56,1% nel FP, 75,9% nel GI)
- I colori più frequenti sono il bianco (42,7%), il trasparente (29,2%) e il nero (8,1%).

N. individuo	Plastica industriale	Filamenti	Frammenti	Film	Schiume	Sfere
3	2	7 2	1 46 16	4	2	
4		6 1	7 63	4 6		1
5		5 30	197	4 8	2	1
6	4	2 1	31 35	5 4	3	1
7		12 19	48 9	1		
8		6 8	18 12	7	1	

In rosso: MP step 1 (>1mm); in giallo: MP step 3 (supernatante SW); in verde: MP step 4 (sedimento SW).

Considerando tutti gli individui presi in esame nello Studio 2:

- I frammenti sono la tipologia di detrito maggiormente rilevata (82.2%)
- I colori più frequenti sono il blu (8-65%), il nero (10-32%) e il trasparente (4-22%).

Identificazione dei polimeri

Material	Turtle no. 3		Turtle no. 4		Turtle no. 5		Turtle no. 6		Turtle no. 7		Turtle no. 8	
	>1 mm	<1 mm	>1 mm	<1 mm	>1 mm	<1 mm	>1 mm	<1 mm	>1 mm	<1 mm	>1 mm	<1 mm
	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S	A	S
PC												
PL	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
PU			X									X
PVAc						X						
PP					X	X		X	X	X		
PET			X		X			X	X			
HDPE					X		X	X	X	X	X	X
PEVA							X					
PE			X	X								X
PF				X								
CR				X								
UF											X	
PIB											X	
PVDC					X							
PS	X						X					
PPTA	X											
SBIR			X									
EPDP			X									
PA			X			X						
C										X		
CN				X		X		X	X			
CA							X					
lyocell (cellulose)											X	
Aluminium oxide						X		X				X
Quartz												X
Orthoclase		X							X			
AlmandineEssartine						X						
Goethite	X	X										

Fig. 15

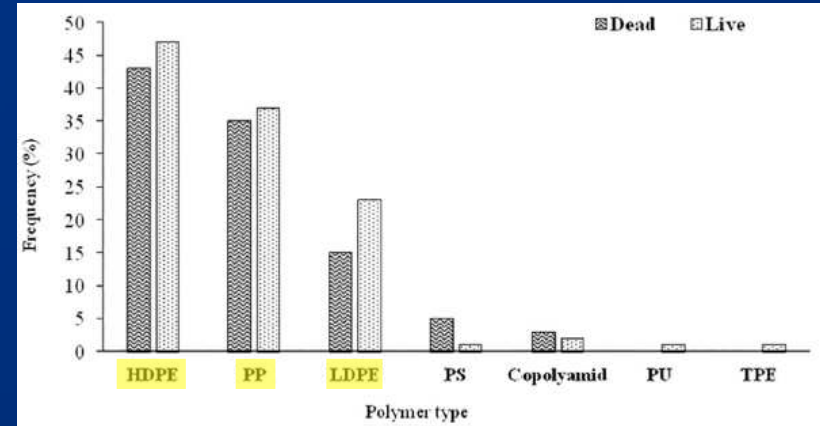


Fig. 16

- Tra i 7 polimeri identificati nello Studio 1, i 3 registrati con maggiore frequenza sono: polietilene ad alta densità (HDPE, 42,3%), polipropilene (PP, 33,8%) e polietilene a bassa densità (LDPE, 17,8%) (fig. 16).
- Tra i 19 polimeri identificati nello Studio 2, i 3 registrati con maggiore frequenza sono: poliestere (PL, 100%), polietilene ad alta densità (HDPE, 50%) e polipropilene (PP, 50%) (fig. 15).

Determinazione di PET e PC

I livelli di PET non hanno mostrato differenze significative tra i tessuti esaminati, però è stata osservata una relazione tra il contenuto di PET nei tessuti e le dimensioni dell'animale: l'esemplare più piccolo presentava un'alta concentrazione di PET nel tessuto adiposo mentre era assente nel fegato; nell'esemplare più grande si verificava l'inverso.

Questi risultati suggeriscono che l'animale abbia sviluppato meccanismi per ridurre l'accumulo di PET nel tessuto adiposo con l'aumentare delle proprie dimensioni.

Sono state rilevate concentrazioni significativamente più elevate di PC nel tessuto adiposo addominale rispetto al tessuto epatico.

Questi risultati suggeriscono che gli animali più grandi potrebbero escludere il PC dall'ingresso nel fegato e la possibilità di accumulo di PC nel tessuto adiposo.

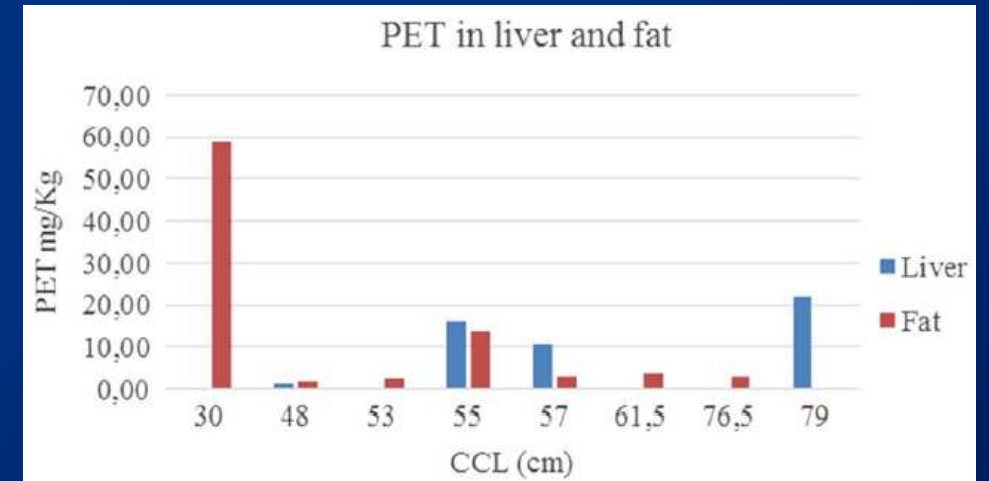


Fig. 17

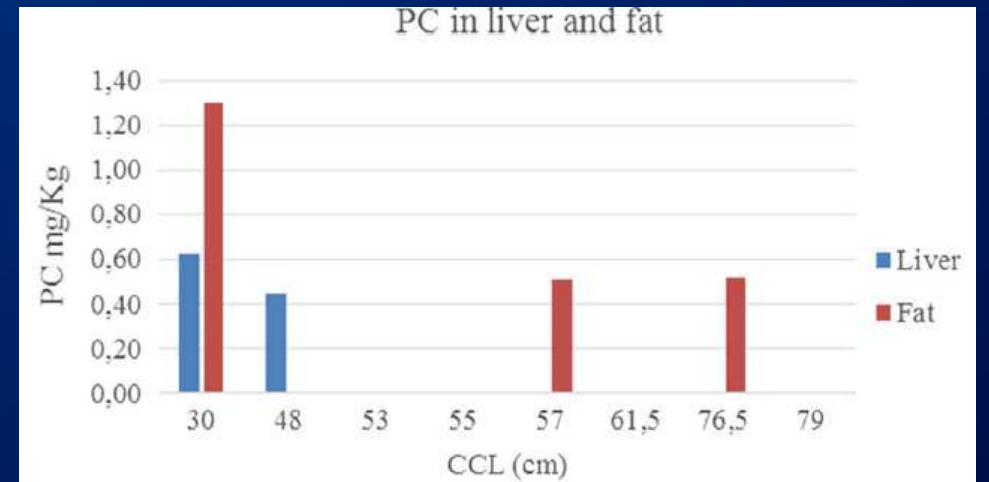


Fig. 18

Conclusioni

In generale, sono stati condotti pochi studi per indagare la presenza di microplastiche nella popolazione selvatica marina, così come si hanno pochi dati relativi alle concentrazioni di MP ambientalmente rilevanti.

Questi studi hanno dimostrato che la presenza di polimeri plastici è elevata nel Mar Mediterraneo e ha confermato la tartaruga marina *C. caretta* come bioindicatore idoneo per la valutazione dell'esposizione a polimeri di microplastiche e additivi plastici (BPA e PTA).

L'ingestione di plastica può avere effetti letali o subletali, più difficili da identificare e quantificare, ma sicuramente più comuni e ugualmente dannosi.

La descrizione delle caratteristiche chimiche dei detriti ci permette di individuare la loro provenienza ed i fattori che li rendono favorevoli all'ingestione, informazioni fondamentali per sviluppare progetti di gestione utili per mitigare l'ingestione di plastica in questi organismi.



Grazie per
l'attenzione