



MAREVIVO

INSIEME PER IL MAR MEDITERRANEO

COME OTTENERE ENERGIA PULITA DAI
RIFIUTI DI PLASTICA RECUPERATI DAL MARE



Studio realizzato
dall'Università Politecnica delle Marche

In collaborazione con **TEZENIS**
swimwear

INSIEME PER IL
MAR MEDITERRANEO

REPORT DEL PROGETTO



**COMBATTERE
L'INQUINAMENTO
DA PLASTICA
PER DIFENDERE
IL MARE**

Sommario



01

Executive Summary
Insieme per il Mar Mediterraneo
pg. 9



02

Il Problema
L'inquinamento da plastica nel mare
pg. 13



03

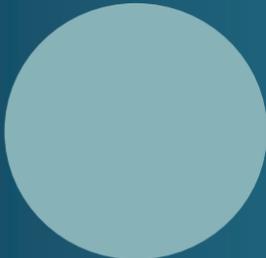
Studio scientifico dei dati raccolti
Università Politecnica delle Marche
pg. 21



04

Company profile
pg. 63

01



Insieme per il Mar Mediterraneo

Executive Summary

Ogni anno finiscono negli oceani più di 10 milioni di tonnellate di plastica, materiale destinato ad accumularsi poiché non si biodegrada.

Nel Mar Mediterraneo è stata stimata attualmente la presenza di circa 1.178.000 tonnellate di plastica, quantità che purtroppo può solo aumentare se non ripensiamo il modo in cui viene usata e gestita.

Nell'ottica sempre più urgente di dover adottare un modello di economia circolare, Marevivo e Tezenis hanno dato vita al progetto "Insieme per il Mar Mediterraneo".

Questa iniziativa ha avuto come obiettivo la raccolta di rifiuti dal mare e la loro trasformazione, in via sperimentale, in energia pulita tramite l'utilizzo di un dispositivo prototipale, il Green Plasma, dimostrando così che i rifiuti possono diventare una preziosa risorsa.

Nell'arco di 5 mesi è stata effettuata un'attività di pulizia degli specchi d'acqua della costa marchigiana a bordo del battello ecologico Pelikan di Garbage Group.

La pulizia ha interessato un'area di mare pari a circa 240.000.000 m², percorrendo 543,5 miglia per un totale di 354 ore e 121 uscite in mare.

Particolare attenzione è stata rivolta alle aree maggiormente soggette all'impatto antropico. In totale sono stati recuperati 12.306 kg di rifiuti, di cui 11.247 (più del 91%) costituiti da materiali plastici e di questi circa il 75% derivante da attività di pesca.



I ricercatori del Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università Politecnica delle Marche hanno effettuato uno studio su un campione selezionato di 150 kg di rifiuti plastici per analizzare le diverse tipologie di oggetti e le caratteristiche chimiche dei principali polimeri rinvenuti.

I rifiuti sono stati suddivisi in 11 categorie e per ognuna ne è stata definita abbondanza e peso.

La categoria più rappresentata è quella della pesca/acquacoltura (72% del totale), seguita dagli oggetti di uso comune e i materiali isolanti (pari al 5% ciascuno).

All'interno della categoria pesca/ acquacoltura gli oggetti più abbondanti in termini di peso (61 kg totali) sono risultati essere le boe, mentre in termini di quantità i frammenti di polistirolo, che costituiscono il 51% del totale.

La caratterizzazione dell'origine chimica delle plastiche è stata effettuata tramite tecniche di spettroscopia infrarossa.

Su un campione di alcune delle categorie più rappresentative dei rifiuti, sono state effettuate valutazioni dei livelli di contaminanti tramite tecniche che permettessero di non modificare l'integrità strutturale dei polimeri.

È stata analizzata la presenza di metalli, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), idrocarburi alifatici totali, policlorobifenili, pesticidi organo alogenati, pesticidi organo fosfati e carbammati e ritardanti di fiamma bromurati.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che le plastiche sono in grado di assorbire e veicolare contaminanti sia organici che metallici.

Tutte le categorie analizzate hanno rilasciato idrocarburi policiclici aromatici e idrocarburi alifatici, con valori particolarmente elevati nel polistirolo.

Il polistirolo inoltre è risultato essere il polimero in grado di assorbire le maggiori concentrazioni di metalli insieme alle gomme dei rapidi (attrezzi da pesca tipici dell'Adriatico) e i retini dei mitili.

Considerando la totalità dei materiali plastici raccolti durante le attività di pulizia è stato possibile stimare la quantità di contaminanti che questi avrebbero potuto rilasciare nell'ambiente marino.

L'ultima fase del progetto ha previsto la produzione di energia dai rifiuti marini raccolti in mare e trattati con il dispositivo Green Plasma della società IRIS S.r.l.

Il Green Plasma è un dispositivo per la pirolisi, un processo di decomposizione termochimica, che permette di trasformare i rifiuti in syngas, una miscela di gas combustibile.

I rifiuti sono stati separati, tritati e trattati ottenendo energia pulita poi stoccata in batterie al litio. La produzione elettrica è stata pari a 4,29 kWh per 5 kg/h di marine litter misto e 4,32 kWh per 5 kg/h di reti da pesca.

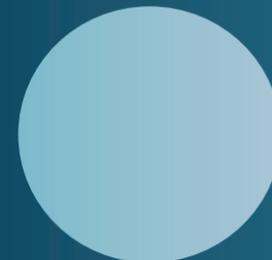
Questo studio ha dimostrato che la tecnologia del Green Plasma è molto promettente, basti pensare che con 150 kg di rifiuti di plastica si potrebbero ricavare 130 kWh che equivalgono a circa 600 ricariche di monopattino (15.000 km) oppure 3 cariche di Nissan Leaf (819 km).

Le prossime attività della società IRIS saranno finalizzate all'ottimizzazione dell'impianto al fine di raggiungere nuovi obiettivi per rendere il sistema sempre più efficiente.





02



Il Problema della
plastica nel mare



La Plastica nel Mar Mediterraneo

Il Mar Mediterraneo è un hot-spot ricco di biodiversità - ospita fino al 18% delle specie marine conosciute ad oggi di cui circa il 20-30% endemiche - minacciato seriamente dall'inquinamento da plastica.

È infatti particolarmente vulnerabile agli impatti causati dalla plastica per via della sua natura di bacino semichiuso, dell'elevata densità di popolazione costiera e delle intense attività turistiche e marittime.

Secondo il rapporto IUCN, "The Mediterranean: Mare plasticum", la plastica totale accumulata nel Mar Mediterraneo ad oggi equivale a circa 1.178.000 tonnellate, con un'immissione annua di circa 229.000 tonnellate.

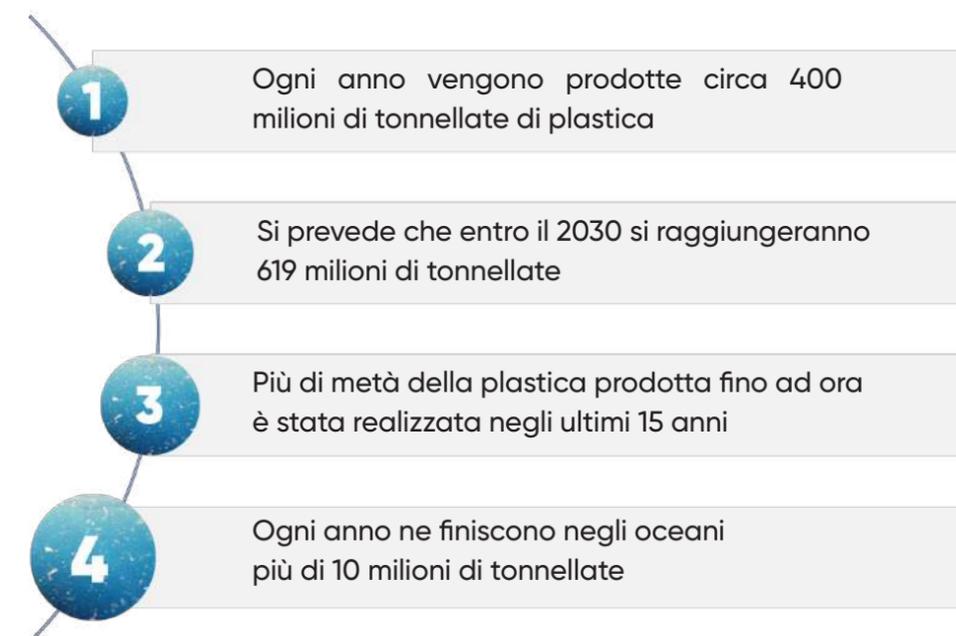
È stato definito "zuppa di plastica" infatti, nonostante copra lo 0,82% della superficie degli oceani contiene il 7% della microplastica marina globale.

La plastica

Una grave emergenza per il nostro Mare

La plastica è un materiale leggero, versatile e resistente. Queste sue caratteristiche hanno fatto sì che dagli anni 50 la produzione di plastica arrivasse a superare quella di qualsiasi altro materiale.

A livello globale, più della metà dei rifiuti in plastica dispersi sono rappresentati da plastica monouso rendendo questo tipo di inquinamento una delle problematiche ambientali più pressanti dei nostri giorni.



La plastica negli oceani

Ogni anno finiscono negli oceani più di 10 milioni di tonnellate di plastica, l'equivalente di circa 1200 volte il peso della Torre Eiffel e, secondo stime recenti, entro il 2050 la sua quantità supererà quella dei pesci.

La plastica è il materiale dominante fra i rifiuti marini, rappresentando fino al 95% di quanto rinvenuto in mare e lungo la costa.

Gli effetti sulla fauna marina

Oggetti come sacchetti di plastica e contenitori di polistirolo possono richiedere fino a centinaia di anni per decomporsi, contaminando il suolo e l'acqua e mettendo a rischio la biodiversità del Pianeta. L'ingestione di plastica da parte degli organismi marini può portare a ulcere, soffocamento, problemi di galleggiamento ecc. Più di 600 specie marine subiscono danni legati all'inquinamento da plastica, il 15% corre il rischio di estinzione per la sua ingestione o l'intrappolamento in questo tipo di rifiuti. È stato calcolato che nel 2050 il 99% degli uccelli marini avrà ingerito plastica.

Le plastiche minacciano i pesci e gli organismi marini anche attraverso il rilascio di inquinanti adsorbiti da questi oggetti, modificano le risposte dei sistemi immunitari e la probabilità di insorgenza di malattie (nei coralli aumenta dal 4% all'89% quando sono a contatto con plastiche). Tutti gli organismi marini, dal plankton ai predatori terminali, sono soggetti all'ingestione di microplastiche che sono dimensionalmente simili al cibo normalmente consumato (da 0,2 a 1.000 μm).

Effetti sulla salute umana

Le materie plastiche sono una potenziale minaccia per la salute umana perché contengono numerose sostanze chimiche pericolose come ftalati, alchilfenoli, ritardanti di fiamma bromurati (BFR), stabilizzatori UV, ecc. Alcune di queste sostanze agiscono come interferenti endocrini (sostanze che alterano la normale funzionalità ormonale) e possono causare cancro, diabete, disturbi del sistema riproduttivo, disturbi neurologici ecc.

Recentemente è stata fatta una scoperta sconvolgente: le microplastiche sono state ritrovate nella placenta umana. Gli effetti sulla salute derivanti dalla presenza di microplastiche nella placenta non sono ancora noti, ma avendo quest'organo un ruolo cruciale nel supportare lo sviluppo del feto e agire come interfaccia tra quest'ultimo e l'ambiente esterno, desta grande preoccupazione la presenza di particelle (plastiche) esogene e potenzialmente dannose al suo interno. Le microplastiche sono ovunque, anche nel cibo che consumiamo: in Italia è stato stimato che ogni persona ingerisce in media 1.769 particelle di plastica (circa 5 g) a settimana, che in un anno possono essere più di 90.000.

Attrezzi da pesca abbandonati, ALDFG (Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear)

Sono circa 4,6 milioni i pescherecci marini del mondo che potenzialmente abbandonano o perdono attrezzi da pesca in mare, rappresentando un grande fattore di stress per gli ecosistemi costieri e marini.

Si stima che ogni anno nel mondo si disperdono in mare il 5,7% delle reti, l'8,6% di tutte le trappole e il 29% delle lenze utilizzate nelle attività di pesca. La perdita o l'abbandono delle attrezzature da pesca comporta il continuo intrappolamento di molte specie (come tartarughe, uccelli marini e mammiferi marini), alterazioni dell'ambiente bentonico, rischi per la navigazione, detriti/rifiuti sulla spiaggia, introduzione di plastica nella rete trofica marina e introduzione di specie aliene trasportate da questi oggetti.

Le microplastiche

La plastica è un materiale non biodegradabile, ciò significa che si degrada progressivamente frammentandosi in parti sempre più piccole. Le microplastiche sono definite come "qualsiasi particella solida sintetica o matrice polimerica, con forma regolare o irregolare e con dimensioni variabili da 1 μm a 5 mm, di origine primaria o secondaria".

Le microplastiche primarie rappresentano fino al 31% di quelle presenti nell'oceano e sono frammenti di materie plastiche rilasciati direttamente nell'ambiente con queste dimensioni. La fonte principale di tale tipologia di microplastiche è il lavaggio di capi sintetici (35% delle microplastiche primarie), seguita dall'abrasione degli pneumatici durante la guida (28%) e microplastiche aggiunte intenzionalmente nei prodotti cosmetici (2%).

Le microplastiche secondarie rappresentano fino all'81% delle microplastiche presenti nell'oceano e sono frammenti di materie plastiche derivanti dalla disgregazione progressiva di rifiuti di maggiori dimensioni.

Le microplastiche agiscono come vettori di dispersione di additivi chimici, inquinanti organici e metallici accumulati dalle acque circostanti.



Bibliografia

Bianchi C. N. and Morri C. (2000). *Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research*. *Marine Pollution Bulletin* 40: 367–376.

Boucher J. and Bilard G. (2020). *The Mediterranean: Mare plasticum*. Gland, Switzerland: IUCN. x+62 pp

Cózar A., Sanz-Martín M., Martí E., González-Gordillo J. I., Ubeda B., Gálvez J. A., Irigoien X. and Duarte C. M. (2015). *Plastic Accumulation in the Mediterranean Sea*. *PLOS ONE* 10(4): e0121762.

ECHA. (2019). *ANNEX XV RESTRICTION REPORT PROPOSAL FOR A RESTRICTION SUBSTANCE NAME: intentionally added microplastics*, (January).

Flaws J., Damdimopoulou P., Patisaul H. B., Gore A., Raetzman L. and Vandenberg L. N. (2020). *Plastics, EDCs and Health*. Washington DC: Endocrine Society; and Gothenburg: IPEN.

Gilman E. L., Musyl M., Suuronen P., Chaloupka M., Gorgin S., Wilson J. and Kuczenski B. (2021). *Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gears*. *Scientific Reports* 11, 7195.

Jambeck J. R., Geyer R., Wilcox C., Siegler T. R., Perryman M., Andrady A., Narayan R. and Law K. L. (2015). *Plastic waste inputs from land into the ocean*. *Science* 347: 768–771.

Lamb J. B., Willis B. L., Fiorenza E. A., Couch C. S., Howard R., Rader D. N., True J. D., Kelly L. A., Ahmad A., Jompa J. and Harvell C. D. (2018). *Plastic waste associated with disease on coral reefs*. *Science* 359: 460–462.

Mattsson K., Johnson E.V., Malmendal A., Linse S., Hansson L. and Cedervall T. (2017). *Brain damage and behavioural disorders in fish induced by plastic nanoparticles delivered through the food chain*. *Scientific Reports* 7, 11452.

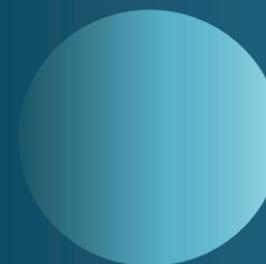
Ragusa A., Svelato A., Santacroce C., Catalano P., Notarstefano V., Carnevali O., Papa F., Rongioletti M. C. A., Baiocco F., Draghi S., D'Amore E., Rinaldo D., Matta M. and Giorgini E. (2021). *Plasticenta: first evidence of microplastics in human placenta*. *Environment International* 146:106274.

Richardson K., Hardesty B.D. and Wilcox C. (2019). *Estimates of fishing gear loss rates at a global scale: a literature review and meta-analysis*. *Fish and Fisheries* 20: 1218–1231.

Rochman C., Hoh E., Kurobe T. and Teh S. J. (2013). *Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress*. *Scientific Reports* 3, 3263.

Stothra Bhashyam S., Nash R., Deegan M., Pagter E. and Frias J. (2021). *Microplastics in the marine environment; sources, impacts and recommendations*. *Research@THEA*.

UNEP (2018). *SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability (Rev. ed., pp. vi; 6)*



Studio scientifico dei dati raccolti
Università Politecnica delle Marche

Analisi delle plastiche raccolte dal mare per valutare i livelli di contaminanti trasportati e definirne la resa energetica con l'utilizzo del Green Plasma



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



Report di progetto a cura di Università Politecnica delle Marche:

Francesco Regoli_ f.regoli@univpm.it
Stefania Gorbi_ s.gorbi@univpm.it
Daniele Fattorini_ d.fattorini@univpm.it
Marta di Carlo_ marta.dicarlo@staff.univpm.it
Carola Mazzoli_ c.mazzoli@pm.univpm.it
Lucia Pittura_ l.pittura@univpm.it
Alessandro Nardi_ a.nardi@univpm.it

IRIS srl:

Manuel Lai_ manuel.lai@irissrl.eu
Carlo Ferraro_ carlo.ferraro@irissrl.eu

Garbage Group srl:

Paolo Baldoni_ p.baldoni@garbagegroup.it
Filippo Ugolini_ f.ugolini@garbagegroup.it



1/Raccolta dei rifiuti dal mare con il battello Pelikan

Nell'arco di tempo compreso tra aprile e agosto 2021 è stata effettuata un'attività di pulizia degli specchi acquei della costa marchigiana, operata da Garbage Group con l'ausilio del battello ecologico Pelikan. Particolare attenzione è stata rivolta alle zone maggiormente soggette all'impatto antropico come le aree portuali (soggette al traffico marittimo) e le foci dei fiumi, così come quelle piccole insenature spiagge/scogliere più difficilmente raggiungibili, ove tendono ad accumularsi nel tempo grandi quantità di rifiuti trasportati dalle correnti.

I battelli ecologici Pelikan hanno pattugliato e ripulito un'estensione di mare pari a circa 240 chilometri quadrati tra porti, coste e foci dei fiumi, percorrendo 543,5 miglia durante le operazioni di pulizia, per un totale di 354 ore e 121 uscite in mare. In questo modo sono stati recuperati **12.306 kg di rifiuti, di cui 11.247 kg, più del 91% del totale, rappresentati da materiali plastici**, l'8% circa da materiali organici legnosi (886 kg) e lo 0,5% da rifiuti misti non recuperabili (66 kg) (Figura 1).

% Rifiuti raccolti espressi in peso (Kg)

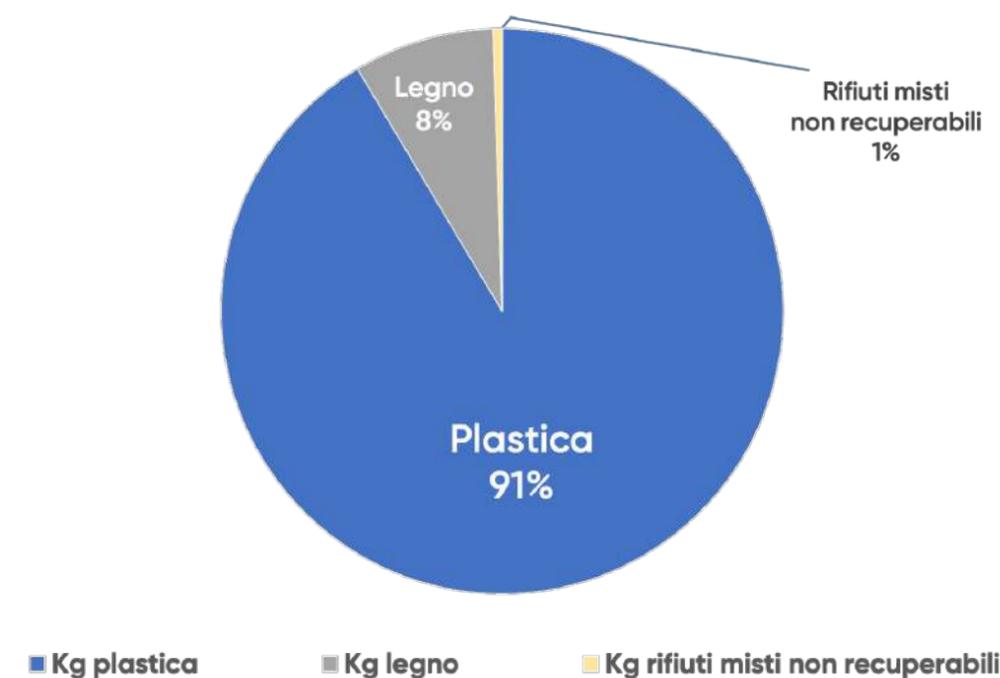


Figura 1/Percentuali relative (esprese in kg) dei rifiuti raccolti durante le operazioni di pulizia del battello Pelikan nel periodo aprile-agosto 2021, lungo la Costa Marchigiana.

Considerando soltanto gli oltre 11.000 kg di plastica raccolta (11247 kg), circa il 75% in peso dei materiali sono riconducibili alla attività di pesca (incluse boe e cime, reti, retini per l'allevamento di molluschi, gomme dei rapidi, cassette di polistirolo, ceste per il pesce) mentre il restante 20% si riferisce a imballaggi e altri materiali riconducibili ad altre attività (es. bottiglie, flaconi e buste, maschere subacquee, calzature da spiaggia).

Le informazioni relative alle uscite del Pelikan e ai chilogrammi di rifiuti raccolti in ogni giornata vengono sintetizzate in Figura 2. Le attività di raccolta, condotte nell'arco di 5 mesi lungo la costa marchigiana e in particolare l'area della Riviera del Conero, hanno dimostrato una costante diminuzione nel quantitativo di materiale raccolto, suggerendo che le attività di *Clean Up* sono efficaci nel contrastare la presenza di rifiuti in mare: si passa infatti da un valore medio di kg raccolti per ogni uscita effettuata pari a **197,5 kg** ($\pm 21,45$) nel mese di aprile, a un valore di **75,66 kg** ($\pm 22,59$) raccolti nelle giornate di attività effettuate nel mese di agosto (Figura 2).

Rifiuti recuperati

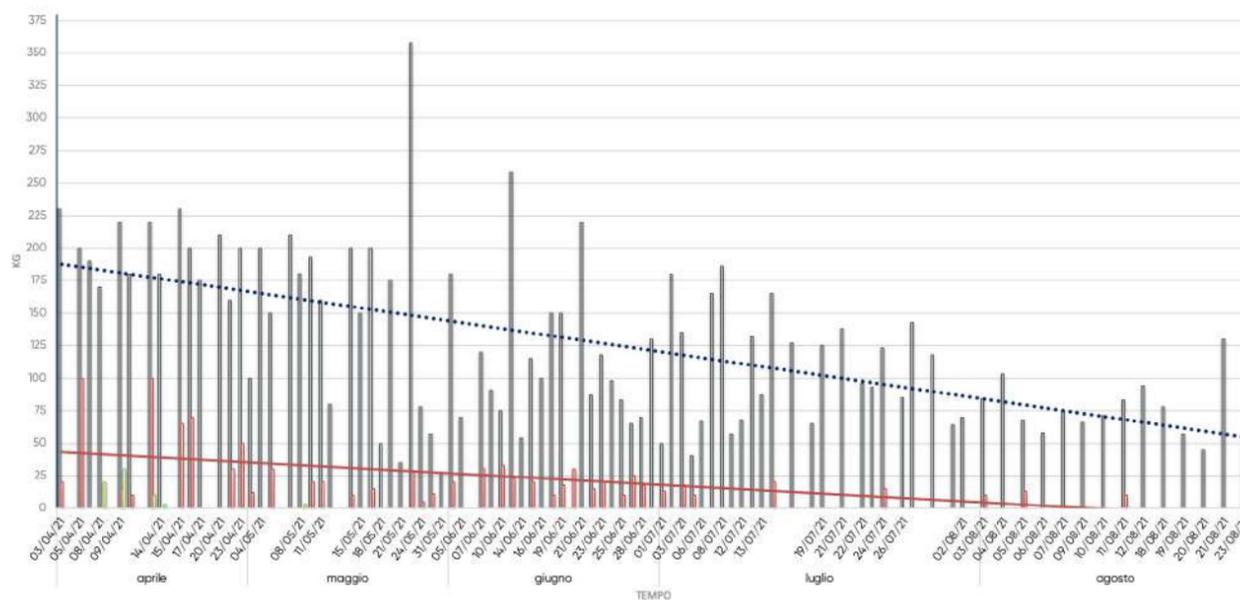


Figura 2/Rappresentazione grafica della quantità di plastica (blu) e legno (arancione) espressa in kg, raccolta durante le singole uscite in mare da Garbage Group, nel periodo compreso tra aprile e agosto 2021.

In collaborazione con i ricercatori di Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente dell'Università Politecnica delle Marche, le attività di raccolta sono state integrate con una indagine approfondita e puntuale effettuata su un pool rappresentativo di circa 150 kg di rifiuti plastici selezionati per caratterizzare le diverse tipologie di oggetti e le caratteristiche chimiche dei principali polimeri rinvenuti.

In Figura 3 vengono riportate alcune immagini che si riferiscono alle fasi della selezione del materiale utilizzato per questa parte dello studio.



Figura 3/Selezione del materiale raccolto durante una giornata di pulizia del litorale del Conero: a) gomme dei rapidi e polistirolo; b) retini per l'allevamento di molluschi e oggetti di plastica di varia origine; c) polistirolo e calzatura; d) fasi di raccolta e di trasferimento del materiale in laboratorio.

IL BATTELO PELIKAN

- ✓ 12.306 KG DI RIFIUTI RACCOLTI IN MARE
- ✓ PIÙ DEL 91% SONO MATERIALI PLASTICI



Tutti gli oggetti raccolti sono stati suddivisi in 11 diverse categorie: oggetti legati alle attività di pesca e acquacoltura; bottiglie; materiali isolanti; calzature; oggetti di uso comune; tubi e cavi; tessuti; taniche; frammenti di gomme e schiume; frammenti rigidi; altro (inclusi oggetti e frammenti vari) (Tabella 1).

Per ogni categoria è stata definita l'abbondanza (n. oggetti) e il peso (kg) degli oggetti. L'elaborazione di questi dati ha permesso di valutare le differenze di abbondanza del materiale raccolto e le eventuali analogie o diversità sulle tipologie di oggetti raccolti, riconducibili a precise fonti di rilascio.

Tabella 1/Categoria dell'oggetto (descrizione), numero e peso degli oggetti ritrovati in un pool rappresentativo di plastica raccolta durante le attività di clean up.

CATEGORIA		n. oggetti	Kg
1	OGGETTI PESCA/ACQUACOLTURA	789	121,26
2	BOTTIGLIE/TAPPI/O-RING	29	1,37
3	MATERIALI ISOLANTI	53	7
4	CALZATURE	24	4,1
5	OGGETTI USO COMUNE	54	2
6	TUBI/ CAVI	50	8,64
7	TESSUTI	14	0,565
8	TANICHE	9	1,32
9	FRAMMENTI GOMME SCHIUME	19	0,265
10	FRAMMENTI RIGIDI	15	1,57
11	ALTRO	42	0,45
TOTALE		1098	150

I risultati riportati in Tabella 1 mostrano che su un campione di circa 150 kg di materiale è stato possibile distinguere 1098 oggetti. **La categoria di oggetti riconducibili a pesca/acquacoltura risulta essere quella più rappresentata** con 789 oggetti pari al **72%** del totale (Figura 4): tra questi si ritrovano frammenti di polistirolo, foderoni in gomma dei rapidi (specifiche reti a strascico), cime, retini, boe, galleggianti, reti e cassette da pesca.

La seconda categoria più abbondante risulta essere quella degli *oggetti di uso comune* e dei *materiali isolanti* (rispettivamente 54 e 53 oggetti, pari al 5% ciascuno) (Tabella 1, Figura 4). Tra gli oggetti di *uso comune* vengono inclusi: i contenitori alimentari (bevande, cannucce, bicchieri usa e getta, tappi di contenitori alimentari, involucri di caramelle e merendine, ecc.), prodotti per la cura personale o la pulizia (cotton fioc, flaconi di shampoo e deodoranti per l'ambiente, taniche di detersivi, preservativi), nonché oggetti relativi alle attività balneari e di diving, altri contenitori rigidi e tappi, frammenti e fogli plastificati, sacchetti, buste e altri oggetti (accendini, mollette, siringhe, colla, giochi, vasi giardinaggio, ecc.).

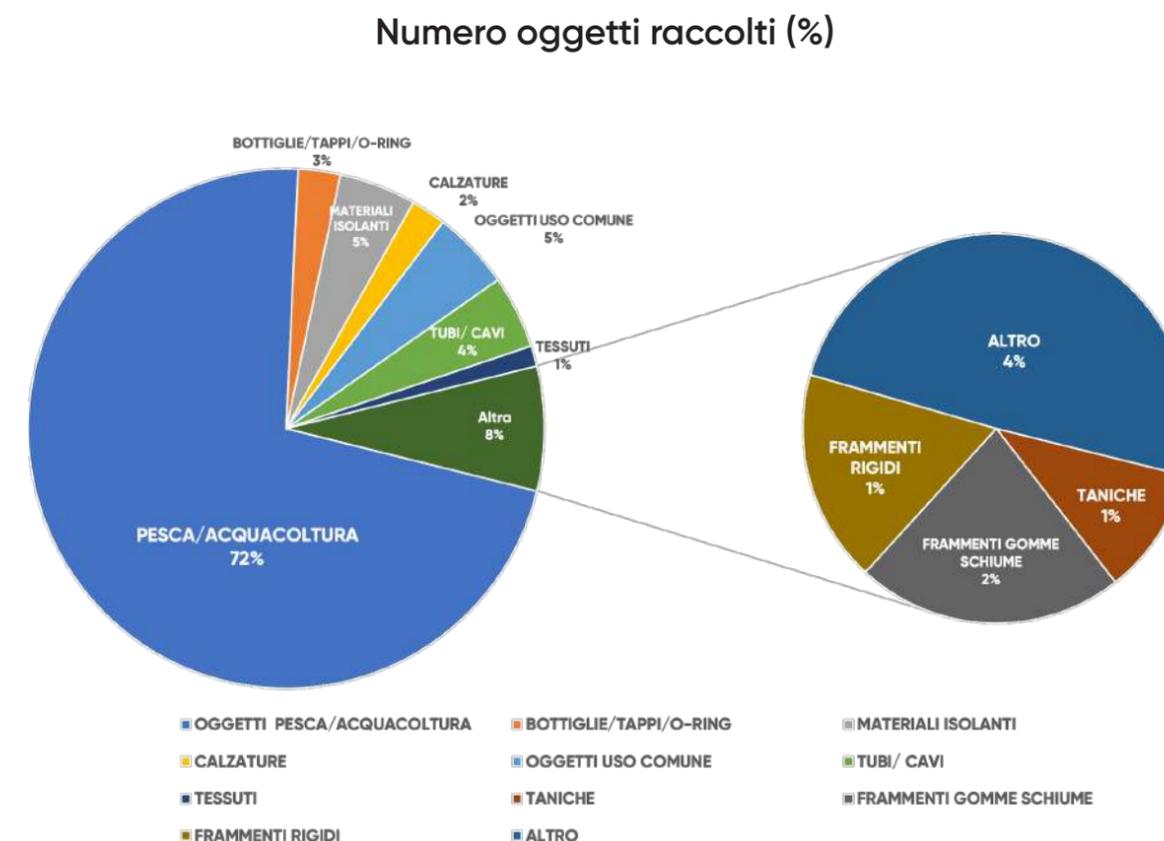


Figura 4/Percentuale relativa al numero di oggetti inclusi in ognuna delle categorie.

I risultati di questa indagine evidenziano come le attività legate alla pesca (ed in particolare alla pesca a strascico) rappresentino un fattore di input di rifiuti di plastica molto rilevante lungo la costa del Conero; infatti, cime, retini, galleggianti, boe, reti da pesca, rapidi, oggetti delle imbarcazioni, ecc. risultano essere gli oggetti ritrovati con maggiore frequenza e abbondanza (Tabella 2).

In particolare, le gomme dei rapidi costituiscono la tipologia di oggetti più abbondanti in termini di peso (kg). La lunghezza media di ogni singolo frammento raccolto risulta di 1.40 ± 0.986 m. Il rapido è una rete a strascico a bocca fissa, sviluppata principalmente per la cattura delle sogliole ed utilizzabile in fondi strascicabili sabbiosi e fangosi a profondità limitata come quelli caratteristici del mare Adriatico. Le gomme ritrovate costituiscono il cosiddetto *foderone* che viene posizionato sotto la rete e che ha la funzione di proteggere la rete stessa dall'abrasione con il fondo. Essi rappresentano, dunque, quella porzione del rapido che si trova a contatto diretto col fondale e con gli organismi bentonici che lo abitano e che quindi può accidentalmente essere persa in mare durante la battuta di pesca, se incontra degli ostacoli sul fondo. I pezzi di gomma del *foderone* ritrovati in grande quantità sulla spiaggia, si presentavano spesso come grovigli (Figura 5) nei quali si trovavano intricate anche reti o cime. Sulla loro superficie sono stati persino ritrovati organismi come oloturie o spugne, principali organismi non-target della pesca a strascico.

Tabella 2/Dati relativi alla macrocategoria oggetti pesca/acquacoltura. Categoria dell'oggetto (descrizione), numero e peso degli oggetti raccolti

	Categoria	n oggetti	kg
1	RAPIDI	278	38,5
2	POLISTIROLO	405	1,59
3	CIME	44	11,09
4	RETINI	33	0,91
5	RETI/MACROAGGREGATI/FILI PESCA	12	7
6	OGGETTO IMBARCAZIONE	1	0,2
7	CASSETTE	4	0,53
8	BOE IMBARCAZIONE	4	61
9	GALLEGGIANTI	8	0,056
	TOTALE	789	121



Figura 5/Fotografie di oggetti appartenenti alla sottocategoria rapidi: a) intrecci di rapidi, reti, cime; b) dettaglio dell'oggetto; c) organismi (spugna ed oloturia) adesi all'oggetto



Nel grafico a torta di Figura 6 vengono riportati i valori percentuali del numero di oggetti inclusi nella categoria *pesca/acquacoltura* dove i frammenti di polistirolo rappresentano il 51% del totale seguiti dalle gomme dei *rapidi* (35%). In termini di peso (kg) sono invece le *boe per imbarcazioni* a rappresentare la classe più abbondante (50%), seguite ancora una volta dalle gomme dei *rapidi* (32%) (Figura 7).

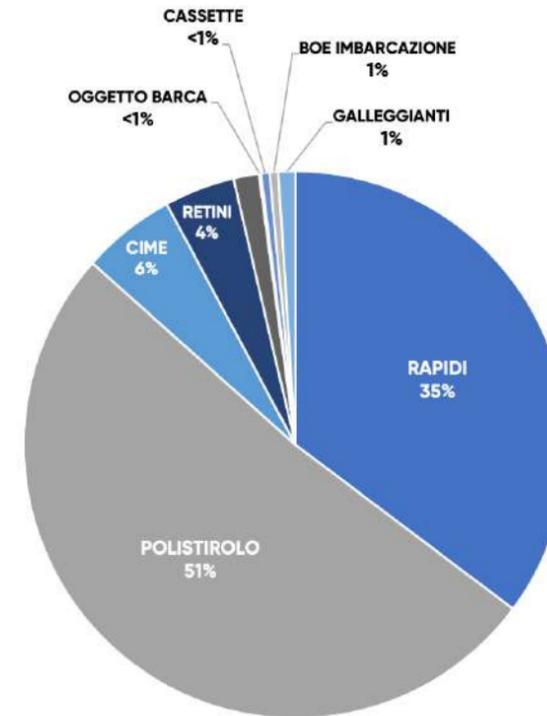
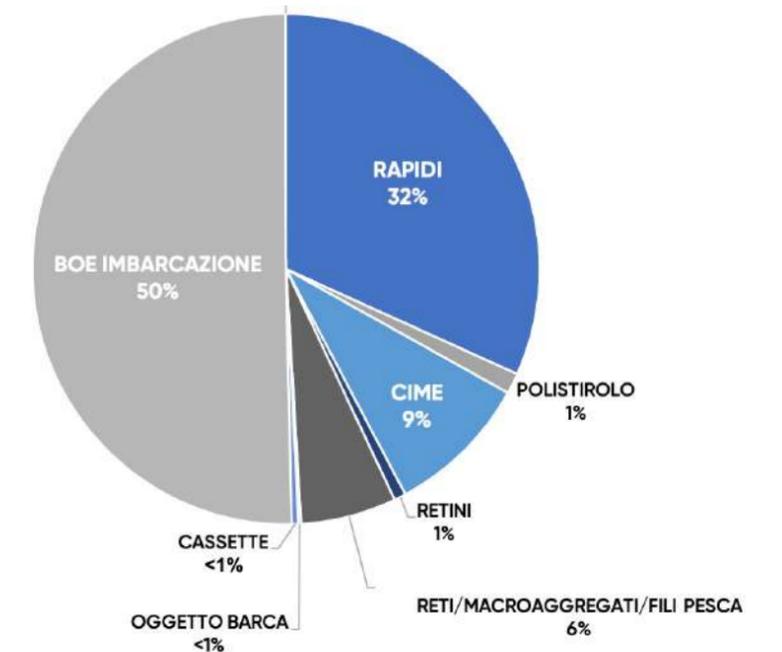


Figura 6/Numero di oggetti (%) raccolti per ogni sottocategoria all'interno della categoria *pesca/acquacoltura*

Figura 7/Chilogrammi di materiale (%) raccolti per ogni sottocategoria all'interno della categoria *pesca/acquacoltura*



2/ Applicazione di tecniche di spettroscopia infrarossa per la caratterizzazione dell'origine chimica delle plastiche raccolte in mare

Per le diverse categorie di oggetti raccolti è stata effettuata la caratterizzazione del polimero, attraverso la tecnica di spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR) in riflettanza totale attenuata (ATR), utilizzando uno spettrometro *Spectrum Two* (PerkinElmer) dotato dell'accessorio ATR universale e funzionante con il software *Spectrum 10* (Figura 8).

Gli spettri IR sono stati acquisiti con una risoluzione di 4 cm^{-1} nella regione dell'infrarosso medio (intervallo del numero d'onda = $4000\text{--}600\text{ cm}^{-1}$) con 4 scansioni dopo una scansione in background. L'identificazione del campione è stata ottenuta confrontando lo spettro IR con librerie di spettri standard (PerkinElmer®). I polimeri corrispondenti agli spettri di riferimento per oltre il 70% sono stati convalidati.

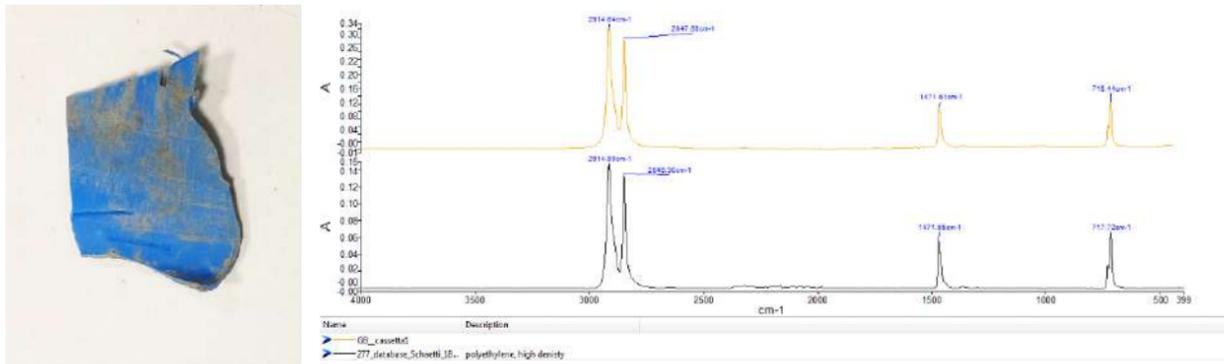
Per i rapidi non è stato possibile effettuare un'indagine attendibile sulla natura del polimero attraverso FTIR. Infatti, la natura ed il colore dell'oggetto, composto di gomma nera, impediscono l'efficace determinazione del polimero mediante tecniche spettrometriche; altre tecniche, come la pirolisi accoppiata con gas cromatografia e spettrometria di massa (Py-GC/MS o Py-GC/MS), potrebbero essere utilizzate in futuro per la caratterizzazione chimica di questo materiale che, da indagine di mercato, risulta essere assimilabile ad una gomma sintetica riconducibile a neoprene.

Nelle immagini successive vengono riportati alcuni spettri ottenuti attraverso il software "PerkinElmer Spectrum 10 IR" durante le analisi dei diversi campioni. Per ogni grafico lo spettro in alto si riferisce a quello del campione analizzato, mentre quello in basso si riferisce allo spettro di riferimento in banca dati.

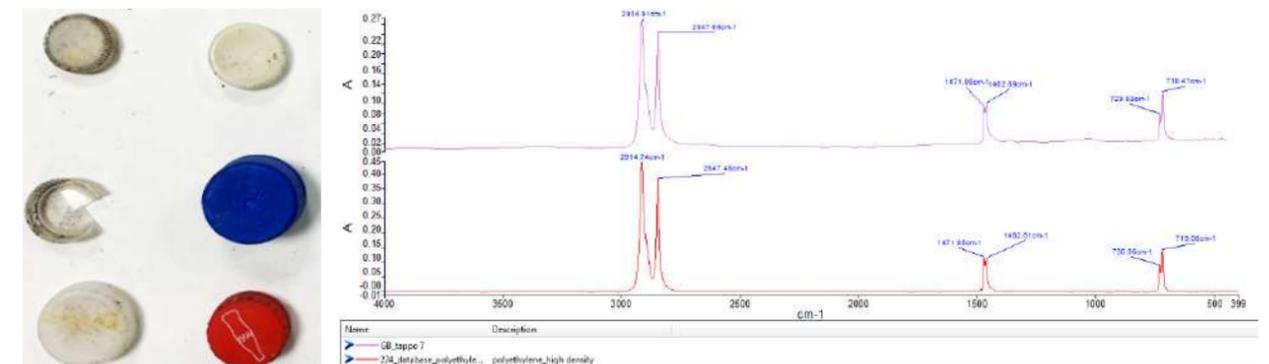
Figura 8/Immagine di un particolare del tavolino porta-oggetto di uno spettrofotometro *Spectrum Two* (PerkinElmer) dotato dell'accessorio ATR universale e funzionante con il software *Spectrum 10*.



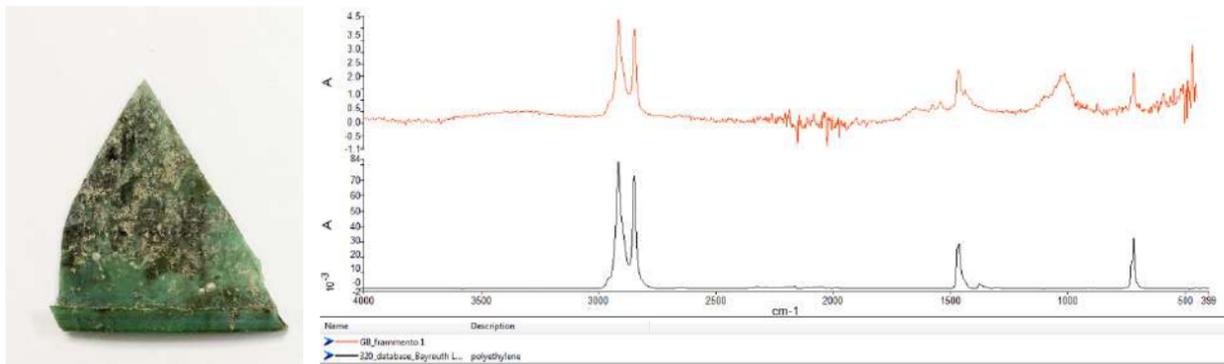
Frammento ottenuto da cassetta in plastica, polietilene ad alta densità (HDPE)



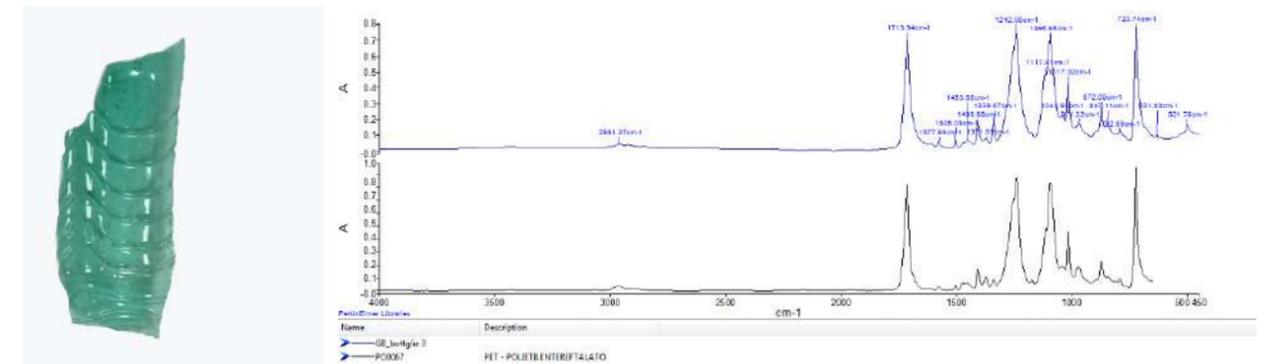
Tappo bottiglia, polietilene ad alta densità (HDPE)



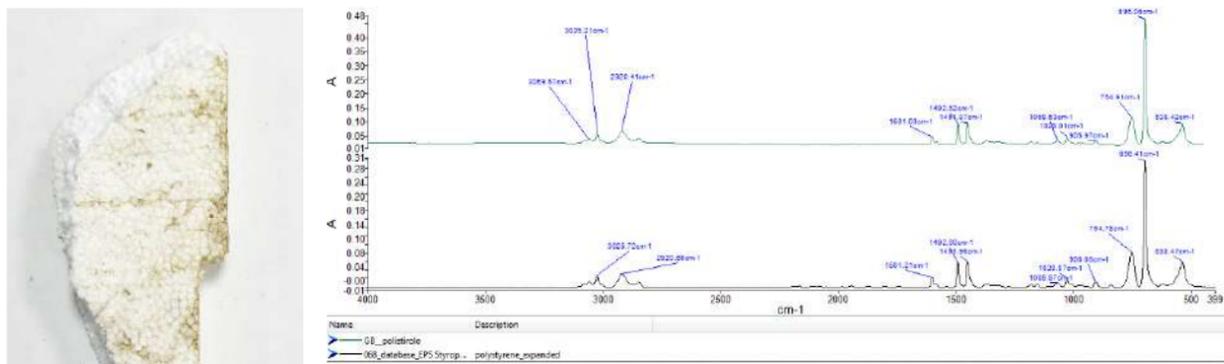
Frammento di plastica rigida, polietilene (PE)



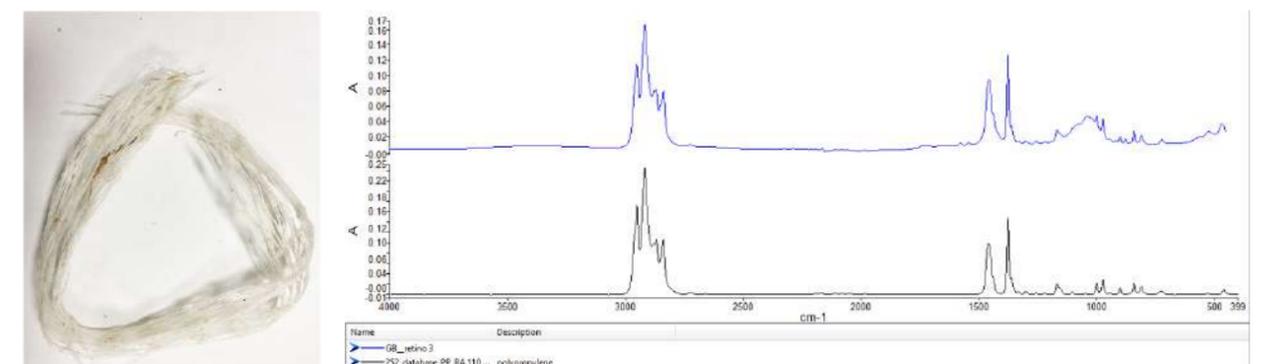
Frammento bottiglia, polietilene tereftalato (PET)



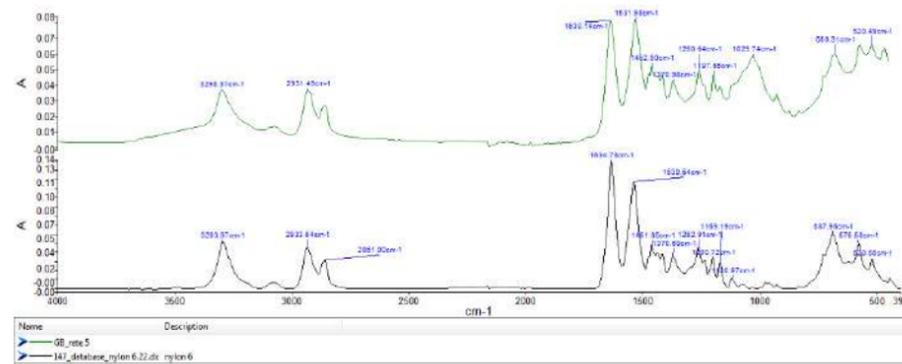
Frammento di polistirolo, polistirene espanso (EPS)



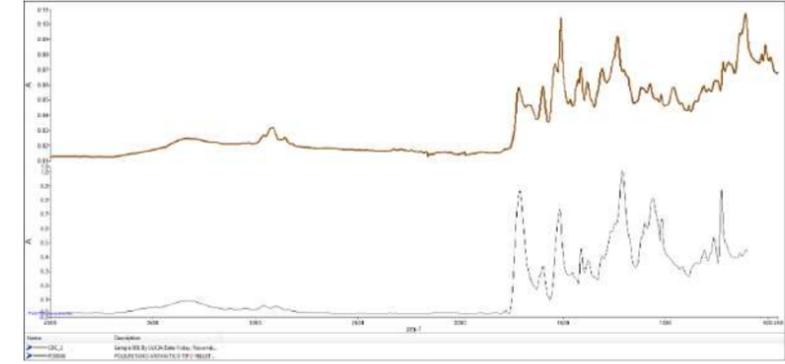
Retino per allevamento molluschi, polipropilene (PP)



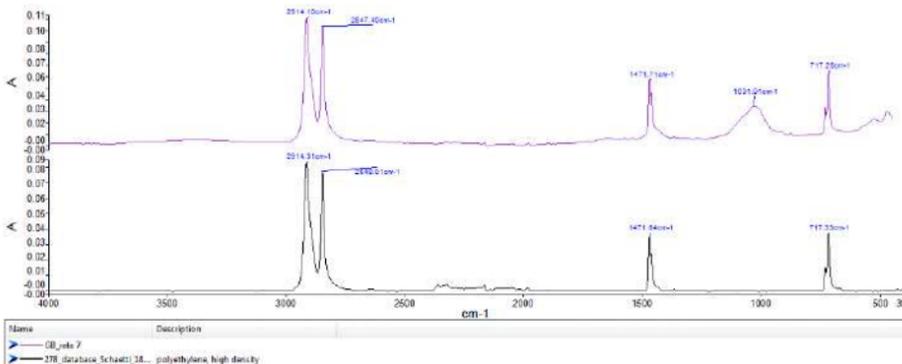
Rete da pesca, nylon (PA)



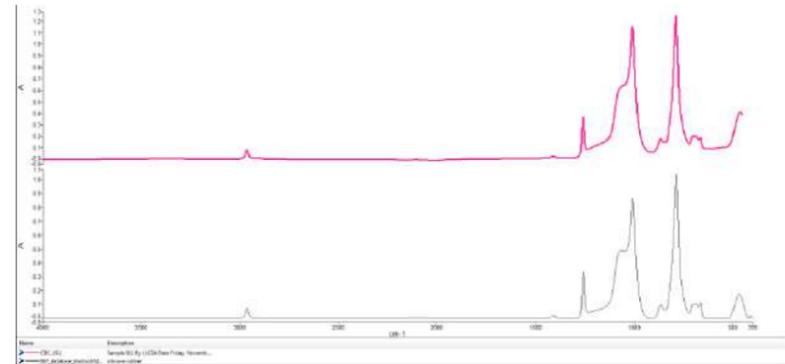
Galleggiante per reti, poliuretano (PUR)



Rete da pesca, polietilene ad alta densità (HDPE)



Ciuccio, silicone (SI)



3/Valutazione dei livelli di contaminanti (metalli e organici) trasportati dai rifiuti di plastica e il loro ruolo come concentratori e carrier di inquinanti

Questa parte dello studio ha permesso di caratterizzare il ruolo delle plastiche nel trasporto di inquinanti chimici. A partire dal materiale eterogeneo raccolto, sono state selezionate 5 diverse categorie di oggetti, considerate tra le più rappresentative (Figura 9):

- frammenti
- polistirolo
- retini da pesca
- gomme dei rapidi
- bottiglie

Su questi materiali sono stati successivamente analizzati i livelli di molte classi di inquinanti chimici come descritto di seguito.



Figura 9/Tipologie di oggetti utilizzate per l'esperimento: a) frammenti; b) polistirolo; c) retini per allevamento molluschi; d) gomme dei rapidi; e) bottiglie.

Per ogni singola tipologia di materiale sono stati selezionati 15 diversi oggetti, che sono stati sminuzzati manualmente in frammenti di dimensioni inferiori a 1 cm. È stato quindi ottenuto un campione composto da frammenti appartenenti a 15 oggetti diversi della medesima tipologia, rappresentativo della categoria scelta (Figura 10).



Figura 10/Frammenti di dimensioni < 1 cm, divisi in base alla tipologia di oggetto di partenza, ottenuti dallo sminuzzamento di 15 oggetti per ogni categoria: a) frammenti vari; b) polistirolo; c) retini per allevamento molluschi; d) gomme dei rapidi; e) bottiglie.

Le analisi chimiche sono state effettuate dopo aver trattato le plastiche con opportune soluzioni di lavaggio per rimuovere le sostanze adese o debolmente assorbite sulla superficie.

Il primo trattamento (Estratto 1) è stato effettuato con una semplice soluzione di acqua di mare artificiale in cui le plastiche sono state tenute in agitazione per 72h. Dopo questo primo trattamento gli stessi campioni sono stati sottoposti a un ulteriore lavaggio (Estratto 2) in metanolo per 4h (per le successive analisi di inquinanti organici) o in acido nitrico per 4h (per le analisi dei metalli). Queste soluzioni e le modalità di lavaggio, sono state scelte al fine di non modificare l'integrità strutturale dei polimeri dei vari campioni, ma garantendo la solubilizzazione di quei contaminanti debolmente adsorbiti alla superficie dei materiali.

In Figura 11 vengono riportate alcune immagini relative alla preparazione dei campioni e alle operazioni di lavaggio effettuate per la preparazione degli estratti e la successiva analisi dei composti chimici rilasciati dalle plastiche.



Figura 11/Preparazione dei frammenti di dimensioni < 1 cm, e fasi di lavaggio dei campioni nelle soluzioni di acqua di mare artificiale, metanolo o acido nitrico per l'ottenimento degli estratti.

I parametri chimici analizzati negli Estratti 1 e 2 riguardano le seguenti classi di inquinanti:

- **metalli:** Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V, Zn
- **composti organici:**
 - idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
 - idrocarburi alifatici totali (C10-C40)
 - policlorobifenili (PCB)
 - pesticidi organo alogenati
 - pesticidi organo fosfati e carbammati
 - ritardanti di fiamma organobrominati

● Analisi dei metalli

Le determinazioni dei metalli in traccia, tra cui alluminio (Al), arsenico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), ferro (Fe), manganese (Mn), mercurio (Hg), nichel (Ni), piombo (Pb), rame (Cu), vanadio (V) e zinco (Zn), sono state effettuate mediante tecniche di spettrofotometria ad assorbimento atomico. Ferro, manganese, rame e zinco sono stati analizzati mediante atomizzazione in fiamma con lo spettrofotometro SpectrAA 220FS (Agilent Technologies), mentre per alluminio, arsenico, cadmio, cromo, nichel, piombo e vanadio, è stato utilizzato uno spettrofotometro SpectrAA 240Z (Agilent Technologies), munito di elettroforne GT120 con microforno di grafite ed effetto Zeeman.

Quando necessario l'interferenza della matrice è stata risolta con apposite soluzioni di modificatori di matrice (palladio 1 g/L, 10% acido citrico, 20% HNO₃), e le interferenze spettrali sono state verificate utilizzando standardizzazioni con il metodo delle aggiunte. Infine, la determinazione del mercurio è stata eseguita tramite generazione di vapori freddi di mercurio ed idruri utilizzando un apposito analizzatore di mercurio CETAC QuickTrace M-6100 Mercury Analyzer (Agilent Technologies) munito di auto campionatore ASX-130.

Tutte le determinazioni analitiche sono state effettuate previa calibrazione della strumentazione analizzando apposite soluzioni di bianco e standard di riferimento a concentrazione nota e certificata; i risultati finali sono stati espressi in mg/kg (peso secco).

● Analisi dei composti organici

Per ogni campione di plastica, gli Estratti 1 e 2 sono stati purificati e concentrati attraverso cromatografia a bassa pressione con resine per estrazione in fase solida (SPE, Backerbond SPE C18, 500mg, 6mL, Gilson Aspec GX271, Gilson Inc.) (Figura 12). Le cartucce SPE sono state condizionare e poi lavate con 10 mL di MeOH 10%, rispettivamente prima e dopo il passaggio dei campioni, e poi portate a secchezza.

Per l'estrazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) le cartucce sono state eluite con 1 mL di acetonitrile, conservato a 4° C fino alle analisi in HPLC. Per l'estrazione degli altri inquinanti organici, le cartucce sono state eluite con 5 mL di *n*-esano ed il campione è stato quindi portato a secchezza mediante centrifuga evaporante (Speedvack, Juan) e mantenuto a 4 °C fino al momento delle analisi quando è stato ricostituito con 1 mL di *n*-esano.

Gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) sono stati analizzati mediante cromatografia liquida ad elevate prestazioni (HPLC) utilizzando un sistema di pompe per gradiente binario e coppia di detector in fluorescenza e serie di diodi Agilent Infinity 1260 Series (Agilent Technologies). L'analisi è stata condotta mediante gradiente dinamico utilizzando acqua ultrapura e acetonitrile come fasi mobili. Il volume di campione iniettato è stato pari a 10 µL ed è garantito costante



Figura 12/Purificazione e concentrazione degli "elutriati 1" e "2" attraverso cromatografia a bassa pressione con resine per estrazione in fase solida (SPE, Backerbond SPE C18, 500mg, 6mL, Gilson Aspec GX271, Gilson Inc.).

L'accuratezza e la precisione analitica sono state verificate analizzando apposite soluzioni di bianco e materiali standard di riferimento (SRM-NIST 1944, Sedimenti fluviali, National Institute of Standard and Technologies, MD, USA).

Gli idrocarburi alifatici sono stati analizzati mediante gascromatografia con detector a ionizzazione di fiamma (FID) (Perkin Elmer Clarus 500), calibrando il sistema con uno standard puro costituito da un mix di specie chimiche di idrocarburi con pari numero di carbonio da C₁₀ a C₄₀, lineari ed insaturi, conforme alle specifiche EN ISO 9377-3.

L'analisi dei **pesticidi organo alogenati, dei pesticidi organo fosfati, dei carbammati, dei policlorobifenili, dei ritardanti di fiamma organo brominati, degli idrocarburi mono-aromatici e dei fenoli** comprende oltre 100 analiti. Le determinazioni sono state condotte mediante un gascromatografo Agilent 7820A GC SYSTEM (Agilent Technologies), dotato di auto campionatore G4567A ed un detector costituito da uno spettrometro di massa Agilent 5977E MSD a singolo quadrupolo.

Al fine di garantire l'accuratezza e la precisione delle determinazioni, durante ogni sessione analitica sono state processate soluzioni di bianco, preparate con le stesse procedure descritte per i campioni, ma utilizzando solamente i solventi puri, oltre ad apposite soluzioni (minimo 10) a diverse concentrazioni di standard analitici puri (Supelco Pesticide EPA8081 Standard Mix; Supelco Organophosphorous Pest Mix A; Supelco Aroclor 1221, 1242, 1254 Standard Mix; Supelco Hexachlorobenzene standard; Supelco DM471 Phenols Mixture; Polychlorinated Biphenyl Congeners NIST SRM1493, Accustandard PBDE Congeners of Primary Interest Calibration Mix, Sigma Tetrabromobisfenol A, Sigma Esabromociclododecano); le determinazioni sono state corrette mediante l'utilizzo di appositi standard interni. L'accuratezza e la precisione analitica sono state verificate analizzando apposite soluzioni di bianco e standard di riferimento (SRM-NIST 1944, Sedimenti fluviali, National Institute of Standard and Technologies, MD, USA).

Gli analiti presenti nel campione sono stati identificati confrontando il tempo di ritenzione e gli spettri con quelli precedentemente ottenuti per le soluzioni standard.

Inoltre, gli spettri di massa caratteristici sono stati confrontati con quelli di un database certificato di riferimento (NIST/EPA/NIH Mass Spectra Search Program Version 2.0f).

I risultati ottenuti hanno dimostrato che le plastiche sono in grado di adsorbire e veicolare contaminanti sia organici che metallici (Figure 13-15).

per tutte le analisi utilizzando un apposito auto campionatore. La determinazione qualitativa e quantitativa degli analiti è stata eseguita attraverso il confronto dei cromatogrammi e dei segnali, con quelli ottenuti iniettando soluzioni standard a concentrazioni note e scalari, preparate utilizzando una miscela di idrocarburi aromatici puri (EPA 610, Supelco).

Gli analiti determinati mediante il metodo appena descritto possono essere classificati in: i) IPA a basso peso molecolare (acenaftene, acenaftilene, antracene, fenantrene, fluorene e naftalene); ii) IPA ad alto peso molecolare (benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantrene, benzo(g,h,i)perilene, benzo(k)fluorantrene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, fluorantrene, indeno(1,2,3-cd)pirene, pirene); iii) IPA metilati (1-metilnaftalene, 2-metilnaftalene e 7,12-dimetilbenzo(a)antracene).

Di seguito vengono presentate le concentrazioni dei vari inquinanti rilasciati dalle varie tipologie di oggetti, a seguito del primo lavaggio (istogramma di colore blu) e del successivo trattamento (istogramma di colore grigio) effettuati per rimuovere i composti trasportati e più debolmente adsorbiti sulle plastiche.

Tutte le categorie di plastiche hanno rilasciato sia idrocarburi policiclici aromatici (IPA) che idrocarburi alifatici (IA) con valori particolarmente elevati nel polistirolo, forse a causa della sua natura spugnosa: un kg di questo materiale è in grado infatti di rilasciare circa 2 mg di IPA e quasi 1 g di idrocarburi alifatici.

Il polistirolo risulta anche il polimero in grado di adsorbire le maggiori concentrazioni di alcuni metalli, con quantitativi rilasciati da un kg di materiale pari a circa 200 mg di alluminio, 650 mg di ferro, 25 mg di manganese, 1.5 mg di zinco e 0.75 mg di nichel.

Altri metalli sono invece maggiormente adsorbiti nelle gomme dei rapidi (0.15 mg di cadmio e 2 mg di piombo per kg di polimero) o nei retini dei mitili, che rilasciano circa 15 mg di vanadio per ogni kg di materiale.

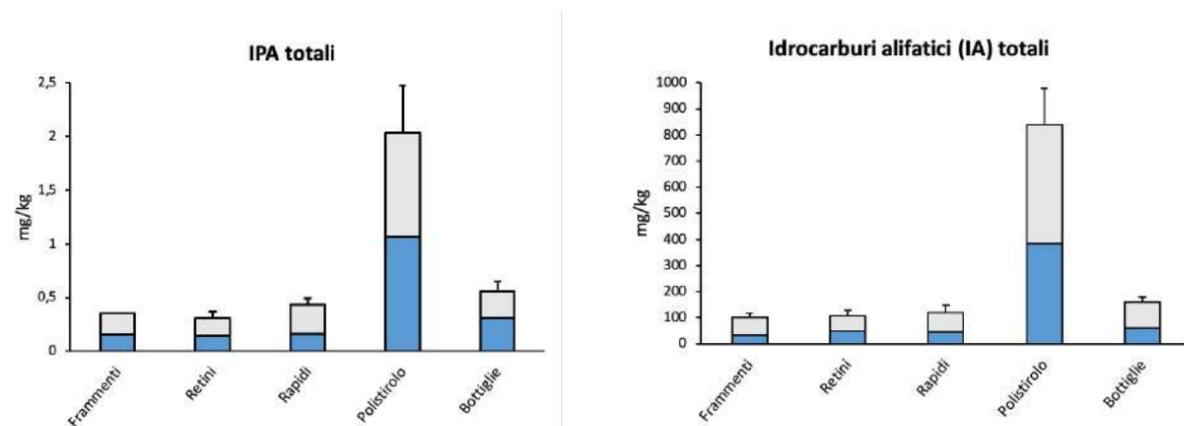


Figura 13/Livelli di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e idrocarburi alifatici (IA) negli estratti ottenuti a partire dalle diverse tipologie di plastica; la porzione dell'istogramma di colore blu indica i livelli di composti presenti nell'Estratto 1 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con acqua di mare artificiale) mentre la porzione dell'istogramma di colore grigio indica i livelli di composti presenti nell'Estratto 2 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con metanolo).

Figura 14/Livelli di alluminio, rame, ferro, zinco, manganese e vanadio negli estratti ottenuti a partire dalle diverse tipologie di plastica raccolta; la porzione dell'istogramma di colore blu indica i livelli di metalli presenti nell'Estratto 1 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con acqua di mare artificiale) mentre la porzione dell'istogramma di colore grigio indica i livelli di metalli presenti nell'Estratto 2 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con soluzione acida); LOD=Limit of Detection

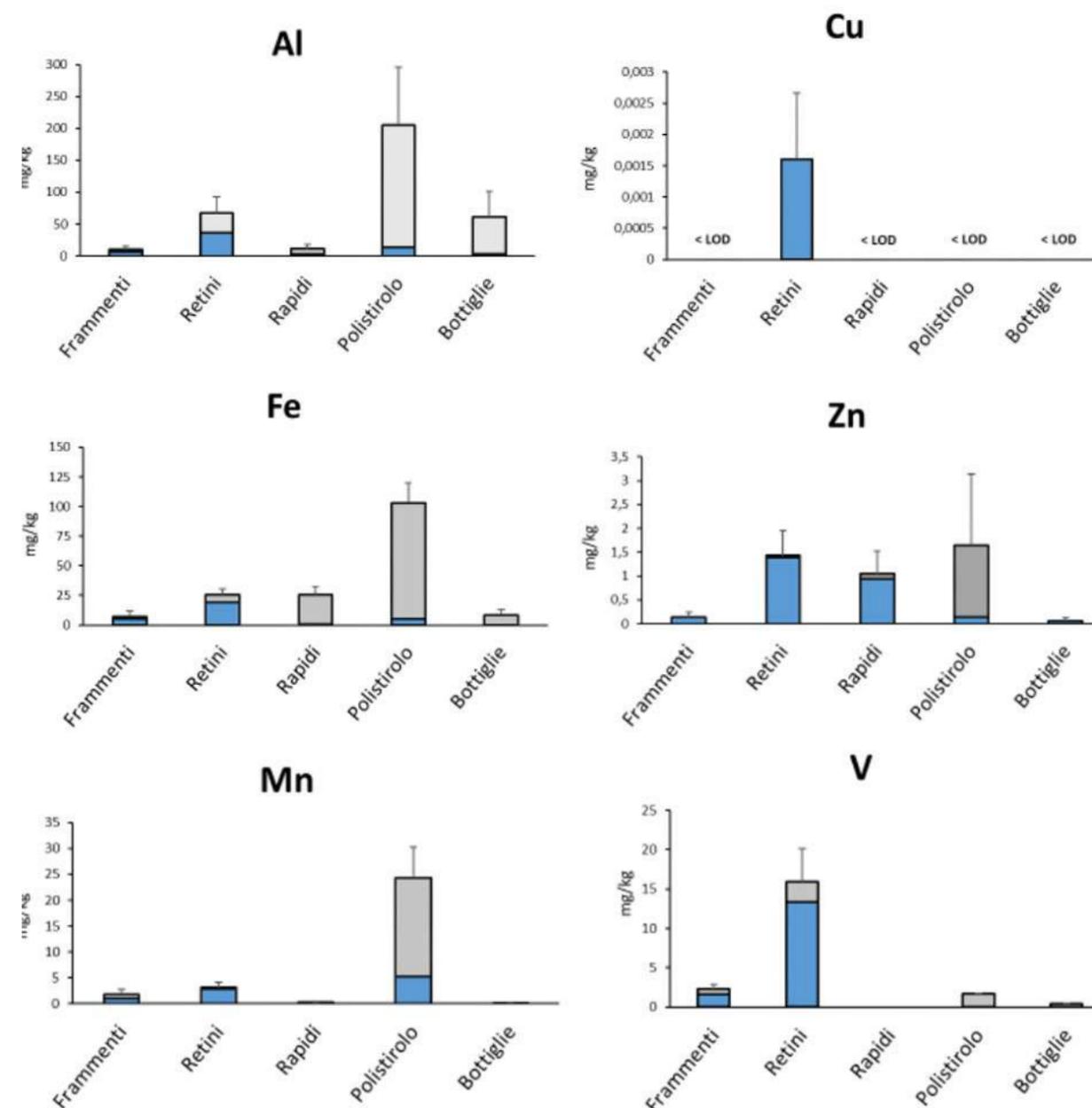
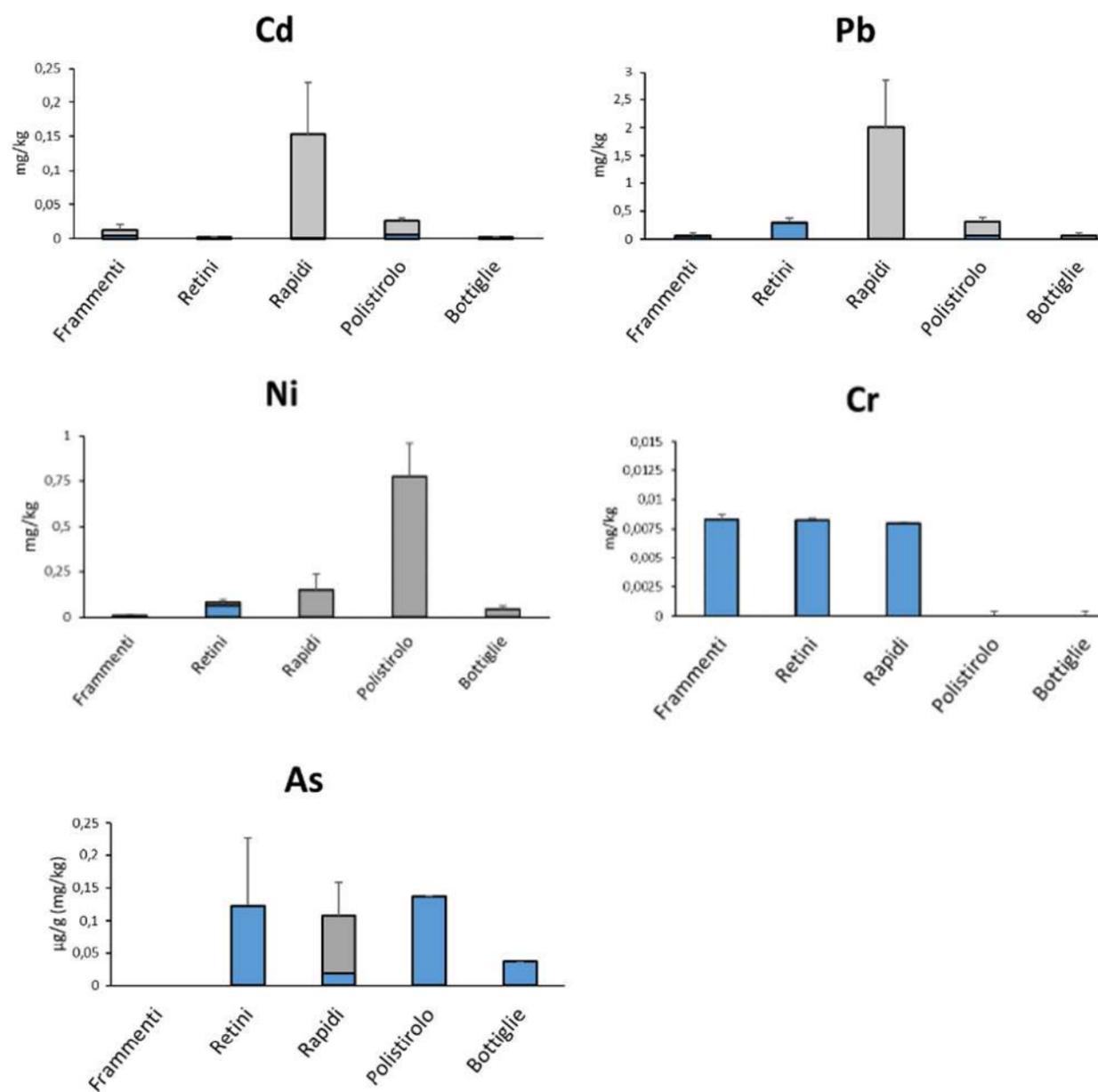


Figura 15/Livelli di cadmio, piombo, arsenico, nichel, cromo negli estratti ottenuti a partire dalle diverse tipologie di plastica raccolta; la porzione dell'istogramma di colore blu indica i livelli di metalli presenti nell'Estratto 1 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con acqua di mare artificiale) mentre la porzione dell'istogramma di colore grigio indica i livelli di metalli presenti nell'Estratto 2 (ottenuto dal lavaggio delle plastiche con soluzione acida).

Contaminanti organici e metalli raccolti insieme alla plastica

Considerando la quantità totale di materiali plastici raccolti nell'ambito del presente progetto (11.247 kg in cinque mesi di attività) è possibile stimare la quantità totale di contaminanti organici e metalli raccolti insieme alla plastica e che da questa sarebbero potuti essere liberati nell'ambiente marino:

- 4.32 g di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
- 1.3 kg di Idrocarburi Alifatici (IA)
- 222 g di alluminio
- 0.23 g di arsenico
- 0.54 g di cadmio
- 0.11 g di cromo
- 173 g di ferro
- 20 g di manganese
- 0.71 g di nichel
- 6.8 g di piombo
- 38 g di vanadio
- 6.2 g di zinco



**OGNUNO DI NOI
INGERISCE IN MEDIA
5 GRAMMI DI PLASTICA
A SETTIMANA**





4/ Sperimentazione della conversione dei rifiuti raccolti in energia pulita

Il progetto Marevivo - Tezenis 2021 è stato incentrato sulle attività di raccolta di rifiuti marini e sul loro trattamento finalizzato alla produzione di energia. In particolare il team della società **IRIS srl**, utilizzando il dispositivo prototipale Green Plasma, ha separato, tritato e trattato i rifiuti marini raccolti in mare ottenendo energia elettrica pulita poi stoccata in batterie al litio.

Il **Green Plasma** è un dispositivo compatto plug and play per la pirolisi di rifiuti speciali non riciclabili (rifiuti marini, plastiche, rifiuti medicali, rifiuti settore agricolo con umidità fino al 40%) di dimensioni molto ridotte che può essere posizionato in un container standard da 20' (6058 mm x 2438 mm x (h) 2591 mm).

La **pirolisi**, o piroschissione, è un processo di decomposizione termochimica ottenuto esclusivamente mediante l'applicazione di calore. Gli atomi del materiale di partenza subiscono un riassetamento trasformando i rifiuti speciali non riciclabili in gas combustibile.

Il rifiuto dopo un processo di sorting (per eliminare plastiche riciclabili, parti metalliche, vetro) viene tritato per ottenere un residuo con dimensioni inferiori a 35 mm. Questo materiale viene poi trasportato all'interno di una valvola rotativa offset che lo trasferisce all'interno della camera di reazione evitando ingresso di aria esterna. La camera di reazione è composta da una zona di pirolisi indotta per mezzo di una fonte di calore esterna (generata da elettricità creata dal processo) a temperatura controllata (<750°C), in funzione delle condizioni (umidità tipologia, quantità) del materiale in ingresso. La pirolisi avviene con un quantitativo di ossigeno controllato in relazione alla composizione del syngas in uscita. Il syngas, (synthetic gas), una miscela di gas composta prevalentemente da CO e H₂, prodotto viene quindi trattato al fine di ridurre gli inquinanti presenti (HCl, H₂S, Tar, PM etc..) per permetterne un utilizzo all'interno di motori a combustione interna o fuel cell per la produzione congiunta di energia termica ed elettrica (Figura 16).

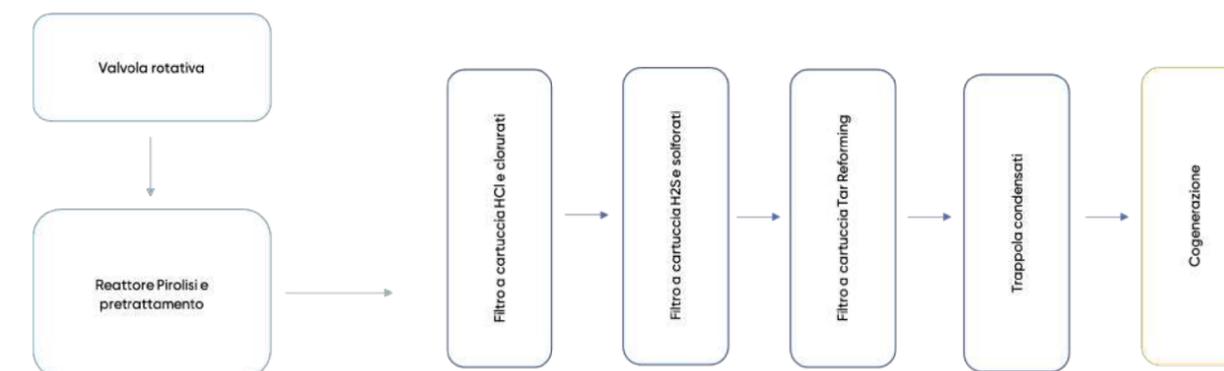


Figura 16/Schema di processo del funzionamento del Green Plasma



Figura 17/Render del sistema GreenPlasma

Per effettuare questa sperimentazione, i materiali raccolti dai battelli Pelikan sono stati separati differenziando le parti riciclabili (bottiglie di plastica in buone condizioni, tappi, parti metalliche, parti in vetro). Tutta la parte non riciclabile è stata poi divisa in 2 gruppi sottoposti a condizioni differenti di trattamento (figura 18).



Marine Litter misto:

materiale non riciclabile sporco composto da bottiglie, pezzi di gomma, nylon, teli, serbatoi, pezzi di boe e altri materiali a prevalenza plastica

Reti da pesca sporche

Figura 18/Tipologie di materiale raccolto durante le attività di clean up e selezionato per i test di resa energetica

Le analisi hanno permesso di ricavare una composizione media del syngas prodotto da cui è stato poi ricavato matematicamente il potere calorifico del syngas.

I risultati principali sono riportati nelle tabelle di seguito:

Marine litter misto				
Elemento	Formula	% V	Potere calorifico elemento	Potere calorifico Syngas
		[%]	[kWh/Nm ³]	[kWh/Nm ³]
Idrogeno	H ₂	20,82%	2,84	0,59
Monossido di Carbonio	CO	6,29%	3,34	0,21
Metano	CH ₄	7,99%	9,95	0,79
Data results				
Potere calorifico Syngas			kWh/Nm ³	1,60
Quantitativo Materiale ingresso			kg/h	5,00
Portata syngas unitaria			Nm ³ /h * kg	2,15
Portata syngas			Nm ³ /h	10,75
Efficienza elettrica			%	25%
Produzione elettrica unitaria lorda			kWh	4,29

Rete marina				
Elemento	Formula	% V	Potere calorifico elemento	Potere calorifico Syngas
		[%]	[kWh/Nm ³]	[kWh/Nm ³]
Idrogeno	H ₂	21,66%	2,84	0,62
Monossido di Carbonio	CO	11,70%	3,34	0,39
Metano	CH ₄	6,05%	9,95	0,60
Data results				
Potere calorifico Syngas			kWh/Nm ³	1,61
Quantitativo Materiale ingresso			kg/h	5,00
Portata syngas unitaria			Nm ³ /h * kg	2,15
Portata syngas			Nm ³ /h	10,75
Efficienza elettrica			%	25%
Produzione elettrica unitaria lorda			kWh	4,32

Le sessioni di prova effettuate sul materiale raccolto hanno permesso di concludere che:

- il potenziale effettivo di produzione elettrica è stato pari a 4,29 kWh per 5 kg/h di marine litter misto e 4,32 kWh per 5 kg/h di reti da pesca, risultati, coerenti con le aspettative. Tale valore potrà essere ulteriormente migliorato nella versione industriale dell'impianto, grazie all'ottimizzazione del sistema di tenuta che limiterà la quantità di aria introdotta;
- la triturazione è avvenuta in modo simile e senza particolari problematiche per entrambi i materiali;
- la piro-gassificazione dei due differenti materiali produce syngas con caratteristiche simili tra loro e anche quando il materiale risultava bagnato, il dispositivo ha funzionato regolarmente;
- la composizione del syngas ha al suo interno circa il 35% di composti combustibili che ne consente l'utilizzo nei motori a combustione interna commerciali;
- il syngas prodotto ha un potere calorifico superiore rispetto ai gassificatori a biomasse attualmente in commercio (1,6 kWh/Nm³ vs 1,3 kWh/Nm³) ulteriormente migliorabile nella versione industriale dell'impianto;
- la quantità di residuo, riciclabile, è accettabile (<10%) in quanto la temperatura di pirolisi e la temperatura dei filtri è stata mantenuta elevata e costante e potrà essere ulteriormente migliorato nella versione industriale dell'impianto.

Le prossime attività saranno finalizzate all'ottimizzazione dell'impianto al fine di raggiungere i seguenti obiettivi:

- aumento della quantità di materiale trattato a 50 kg/h per ottenere una maggiore produzione assoluta di energia elettrica.
- minimizzare l'ingresso di aria nella tramoggia/valvola stellare e nelle tubazioni, migliorando il sistema di guarnizioni di tenuta. In questo modo il potere calorifico del syngas potrà essere maggiore di 2,5 kWh/Nm³ e la quantità di residuo, comunque riciclabile, potrà essere ridotta ulteriormente.



Conclusioni

- ✓ Il 91% del marine litter raccolto nell'ambito del presente progetto era costituito da plastica
- ✓ Le attività legate alla pesca e all'acquacoltura rappresentano gli input principali di rilascio di plastica in mare (72% di tutta la plastica raccolta) e la categoria di materiale più abbondante (in termini di numero di oggetti) risulta essere il polistirolo con una percentuale del 51% sul totale.
- ✓ Le plastiche raccolte sono in grado di accumulare e veicolare contaminanti organici ed inorganici. Il polistirolo ha mostrato i livelli più alti di contaminazione potenzialmente a causa delle sue caratteristiche chimico-fisiche, il basso peso specifico, la porosità e l'elevata superficie specifica.
- ✓ Le analisi dei contaminanti organici adesi alle plastiche ci permettono di stimare che il materiale raccolto nell'ambito del presente progetto (11.247kg di plastica) conteneva circa 4.3 g di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e 1.3 kg di idrocarburi alifatici (IA).
- ✓ La piro-gassificazione di materiali diversi produce syngas con caratteristiche simili tra loro.

L'energia elettrica prodotta per 5 kg di rifiuto è pari a 4,32 kWh. Questo significa che:

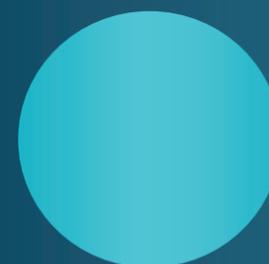
5 kg di rifiuto = 32 kWh

150 kg di plastiche = 130 kWh

130 kWh = 600 ricariche di monopattino = 15.000 km

150 kg di plastiche, pari a quelle che possono essere raccolte in una sola giornata da una spiaggia della Riviera del Conero, permetterebbero di recuperare 130 kWh che equivalgono a circa **600 ricariche di monopattino (15.000 km)** oppure 3 cariche di Nissan Leaf (810 km).

Se il calcolo venisse esteso ai circa **12.000 kg di plastiche** raccolti durante l'intero studio, avremmo avuto **48.000 ricariche di monopattino** (ben 1.200.000 km!) o 240 cariche di Nissan Leaf (64.800 km).



Company Profile

MAREVIVO

È un'associazione ambientalista impegnata dal 1985 nella tutela del mare e delle sue risorse attraverso azioni e campagne nazionali ed internazionali. Tra i suoi obiettivi principali, la conservazione della biodiversità, lo sviluppo sostenibile, la valorizzazione e la promozione delle aree marine protette, l'educazione ambientale, la lotta alla pesca illegale e all'inquinamento da plastica. Marevivo è costantemente attiva con iniziative di informazione e sensibilizzazione dell'opinione pubblica, delle istituzioni e dei governi con i quali dialoga per ottenere leggi efficaci e concrete per combattere il marine litter e proteggere l'ecosistema marino. Tra le battaglie vinte: legge per la messa al bando delle microplastiche nei cosmetici da risciacquo e dei cotton fioc non biodegradabili, divieto di pesca delle oloturie, legge per proibire l'utilizzo delle reti da posta derivanti (spadare) e legge per la protezione della *Posidonia oceanica*. Nell'ambito delle azioni contro l'inquinamento da plastica, l'associazione ha lanciato una serie di campagne e progetti per sensibilizzare svolgendo attività concrete sul territorio.

TEZENIS

Tezenis punta a identificarsi con l'anima cool e innovativa del Gruppo Calzedonia, attenta alle nuove tendenze e al mondo dei social media. È in costante evoluzione, sempre aggiornato e in grado di proporre una moda che fa della contemporaneità il suo punto di forza, con l'intento di adeguarsi rapidamente al cambiamento degli stili e intercettare le tendenze all'avanguardia nel settore dell'intimo, mare, calzetteria, maglieria e easywear per donna, uomo e bambino. L'impegno che Tezenis assume verso i temi della sostenibilità è il risultato di un percorso nato con l'azienda stessa. In nome della sua anima innovativa Tezenis guarda sempre verso il futuro con l'obiettivo di ridurre il proprio impatto ambientale massimizzando invece quello sociale, in un'ottica di costante evoluzione e miglioramento.

IRIS

Ha sviluppato GreenPlasma un sistema sicuro, compatto ed efficiente per trattare i rifiuti recuperati in mare: consente di produrre energia elettrica da quei rifiuti altrimenti non riciclabili per la loro natura composita. Si tratta di un dispositivo innovativo basato sulla conversione termochimica che avviene senza combustione, quindi i rifiuti non bruciano e non producono ceneri né emissioni nocive. Il GreenPlasma è il risultato di un lungo processo di ricerca e sviluppo sulle applicazioni della tecnologia con plasma, maturato anche grazie al ruolo attivo di IRIS all'interno di una rete di collaborazione europea con i più importanti istituti di ricerca impegnati sui temi della transizione all'economia circolare. Fondata nel 2012 e sita nell'area industriale di Torino, si distingue per la sua profonda specializzazione sulle tecnologie innovative applicate all'ambito industriale, expertise poi estesa anche allo sviluppo di moduli funzionali per il recupero di risorse (acqua, energia, materie prime da matrici altrimenti destinate allo scarto) promuovendo una visione della tecnologia al servizio dell'ambiente e della società.

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

Il dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente (DiSVA) dell'Università Politecnica delle Marche si caratterizza in Italia, fin dalla sua fondazione, come primo centro di studi scientifici e di formazione didattica sulle problematiche dell'ambiente marino, esaminato in tutte le sue componenti. Il dipartimento coordina 2 corsi di laurea triennale in Scienze Biologiche (L-13) e Scienze Ambientali e Protezione Civile (L-32), 4 corsi di laurea magistrale sia nazionali che internazionali (Biologia Molecolare e Applicata (LM-6); Biologia Marina (LM-6); Rischio Ambientale e Protezione Civile (LM-75); International Master of Science in Marine Biological Resources, IMBRSea) e un Corso di Dottorato in Scienze della Vita e dell'Ambiente. Dal 2016 il DiSVA è Struttura di Eccellenza (art. 1, commi 314 – 338, della Legge 11 dicembre 2016, n. 232), ai vertici della ricerca nazionale ed internazionale. Il DiSVA si caratterizza per una grande interdisciplinarietà, con gruppi di ricerca e competenze mirate ad affrontare problematiche complesse all'interno delle scienze della vita e dell'ambiente; le attività di ricerca sono in linea con le priorità di Horizon Europe, del PNR e del PNRR, e si contraddistinguono per l'elevato grado di innovazione nel metodo scientifico grazie all'utilizzo delle più moderne metodologie e l'accesso a laboratori ed infrastrutture di ricerca avanzate incluse le Large Scale Facilities nazionali, europee ed internazionali. Le principali aree tematiche della ricerca di base e applicata del DiSVA riguardano le biotecnologie cellulari, le nanotecnologie biologiche, l'invecchiamento, alimentazione e salute, la biologia computazionale e strutturale, la biodiversità e i nuovi approcci molecolari nello studio dell'evoluzione e della conservazione, la salute e il recupero degli oceani, il contrasto all'inquinamento e ai contaminanti emergenti come plastiche e farmaci, l'acquacoltura, la blue growth, i cambiamenti climatici e i nuovi rischi per l'uomo e l'ambiente, lo sviluppo di tecnologie innovative per il recupero dei rifiuti, lo sviluppo sostenibile, la riduzione del rischio disastri e la protezione civile.

GARBAGE GROUP

Garbage Group nasce nel 1958, e da oltre 60 anni protegge e si prende cura dell'ambiente in Italia e all'estero. Nel corso degli anni ha iniziato ad operare in molti porti italiani mettendo a disposizione di enti pubblici e privati la sua esperienza nei servizi ecologici portuali, marittimi e terrestri. Oggi è una realtà internazionale capace di gestire progetti importanti sulla salvaguardia dell'ecosistema marino e sulla pulizia dei nostri mari. Grazie a questa passione profusa e al desiderio di poter intervenire concretamente, nasce Pelikan, l'imbarcazione ecologica da lavoro, creata per la pulizia degli specchi acquei di tutto il mondo da ogni tipo di rifiuto. La sua realizzazione ha comportato un utilizzo di materiali ecocompatibili e di prodotti biologici, facendolo così diventare un battello efficiente e a basso impatto ambientale sull'ecosistema. Grazie alle attività di sensibilizzazione e ai partner con i quali collabora ogni giorno, opera non solo per combattere il problema dell'inquinamento, ma anche per contribuire a creare una cultura del rispetto e della tutela del mare e dell'intero ecosistema.

Testimonianze Partners



“Plastiche e microplastiche sono ingerite dagli organismi, possono rilasciare sostanze tossiche ed avere effetti subdoli, spesso difficili da diagnosticare. La ricerca sta facendo passi enormi nella conoscenza di questo fenomeno ma è importante anche creare sinergie ed approcci multidisciplinari che possano portare a soluzioni concrete e obiettivi misurabili”.

Francesco Regoli / Direttore Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente UNIVPM/Università Politecnica delle Marche



“Grazie ad anni di ricerca e sviluppo siamo arrivati ad una soluzione sicura, efficiente e compatta che trasforma i rifiuti in risorsa. Ora abbiamo una sfida ancora più grande da affrontare: utilizzare il nostro sistema brevettato Green Plasma per sviluppare progetti di economia circolare, con l'obiettivo di accelerare la transizione verso un mondo senza rifiuti, unendo mitigazione e prevenzione in un unico innovativo servizio per le comunità costiere e tutti i contesti isolati che hanno la necessità di essere autosufficienti”.

Manuel Lai / Amministratore Delegato IRIS Srl



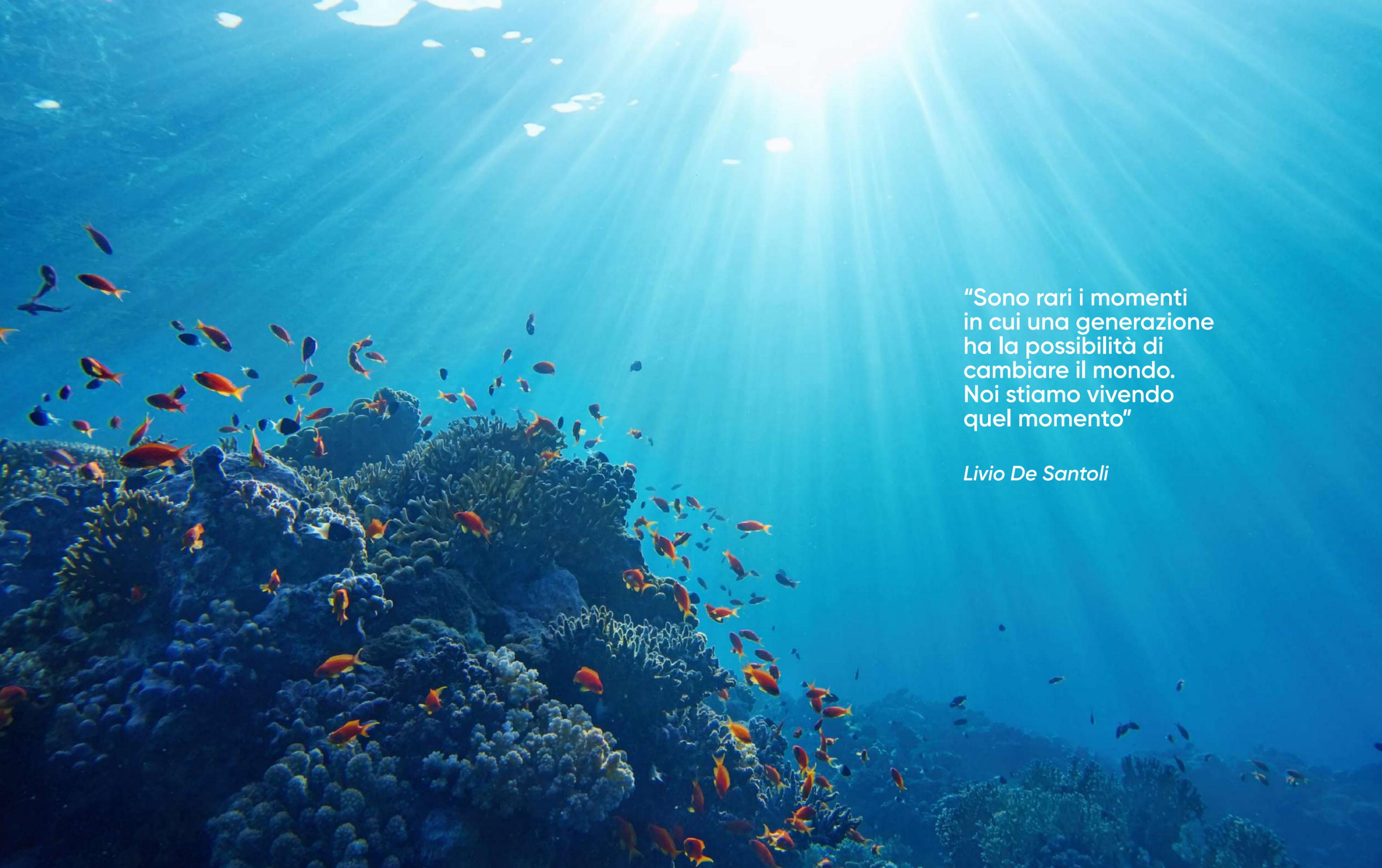
“Il settore del disinquinamento a mare è un modello di business dove l'innovazione sviluppata attraverso la ricerca deve essere applicata nel minor tempo possibile alla luce delle nuove e gravi emergenze ambientali cui le imprese del comparto debbono rispondere con soluzioni concrete. Insieme agli enti di ricerca e alle collaborazioni di aziende di filiera abbiamo oggi la possibilità di creare nel Porto di Ancona un Polo Tecnologico Scientifico di primissimo piano da replicare in Italia ed in Europa”.

Paolo Baldoni / Amministratore Delegato Garbage Group Srl



“Con questo progetto estremamente ambizioso e innovativo, Marevivo ha voluto sperimentare un modo sostenibile di trasformare in energia i rifiuti in plastica recuperati dal mare che non avrebbero potuto essere riutilizzati. Con questo progetto non solo abbiamo voluto contribuire alla pulizia del nostro mare ma, grazie alla tecnologia del Green Plasma, abbiamo voluto sperimentare un sistema di economia circolare molto promettente che trasforma i rifiuti non riciclabili in una risorsa”.

Raffaella Giugni / Responsabile Relazioni Istituzionali Marevivo



“Sono rari i momenti
in cui una generazione
ha la possibilità di
cambiare il mondo.
Noi stiamo vivendo
quel momento”

Livio De Santoli

Credits:

Realizzato nel mese di ottobre 2021

Progetto e realizzazione grafica: Rosa Lembo per Marevivo

Supervisione progetto: Raffaella Giugni per Marevivo

Stampa: Tipografia Former S.r.l. - Roma

In collaborazione con: Marevivo Onlus e Tezenis

