



**Politecnico
di Torino**

Corso di Laurea in
Design e Comunicazione
A.A. 2024/2025

DESIGN E MARINE PLASTIC LITTER

APPROCCI TECNOLOGICI E PROGETTUALI
PER LA RIMOZIONE, LA TRASFORMAZIONE
E LA VALORIZZAZIONE DEI RIFIUTI PLASTICI
RECUPERATI DALL'IDROSFERA

Relatrice
Prof.ssa Amina Pereno

Candidata
Chiara Sampò





Politecnico di Torino
Corso di Laurea in Design e Comunicazione
A.A. 2024/2025

Design e *marine plastic litter*

Approcci tecnologici e progettuali per
la rimozione, la trasformazione e la valorizzazione
dei rifiuti plastici recuperati dall'idrosfera.

Tesi di Laurea
Sessione di Laurea Dicembre 2025

Relatrice
Prof.ssa Amina Pereno

Candidata
Chiara Sampò



alla mia famiglia.

Abstract

L'elaborato approfondisce il legame tra design e inquinamento da plastica negli ecosistemi acquatici, analizzando approcci tecnologici e progettuali finalizzati al recupero, alla trasformazione e alla valorizzazione del *marine plastic litter*.

A seguito della contestualizzazione del tema, attraverso l'analisi delle origini, degli impatti, della distribuzione geografica e della composizione dei detriti marini, si esaminano le responsabilità dei Paesi maggiormente coinvolti e le principali politiche attualmente in vigore per far fronte al problema.

La ricerca prosegue confrontando gli approcci tecnologici e le strategie esistenti per la prevenzione, la raccolta e la rimozione dei rifiuti plastici dall'ambiente, evidenziandone i punti di forza e le criticità.

In un'ottica di economia circolare, il lavoro esplora poi il ruolo del design come strumento di valorizzazione dei rifiuti plastici recuperati, attraverso lo studio delle sfide legate alla loro reintroduzione nei processi produttivi e l'analisi di diversi approcci progettuali che mirano a trasformarli in risorsa.

Il confronto tra vari casi studio di prodotto consente di delineare alcune linee guida utili ai designer impegnati nello sviluppo di progetti sostenibili. A conclusione della ricerca, è stato realizzato un progetto sia in formato fisico, sotto forma di libretto consultabile in contesti dedicati, sia in versione digitale, destinata ad una più ampia diffusione.

L'obiettivo dell'elaborato è dimostrare come il design possa contribuire concretamente alla mitigazione del problema dell'inquinamento da plastica nell'idrosfera e offrire strumenti efficaci a chi desidera operare in questo ambito.

The paper explores the connection between design and plastic pollution in aquatic ecosystems, analyzing technological and design approaches aimed at recovering, transforming, and valorizing marine plastic litter.

Following a contextualization of the topic, through an analysis of the origins, impacts, geographic distribution, and composition of marine debris, the responsibilities of the countries most affected and the main policies currently in place to address the problem are examined.

The research continues by comparing existing technological approaches and strategies for preventing, collecting, and removing plastic waste from the environment, highlighting their strengths and weaknesses.

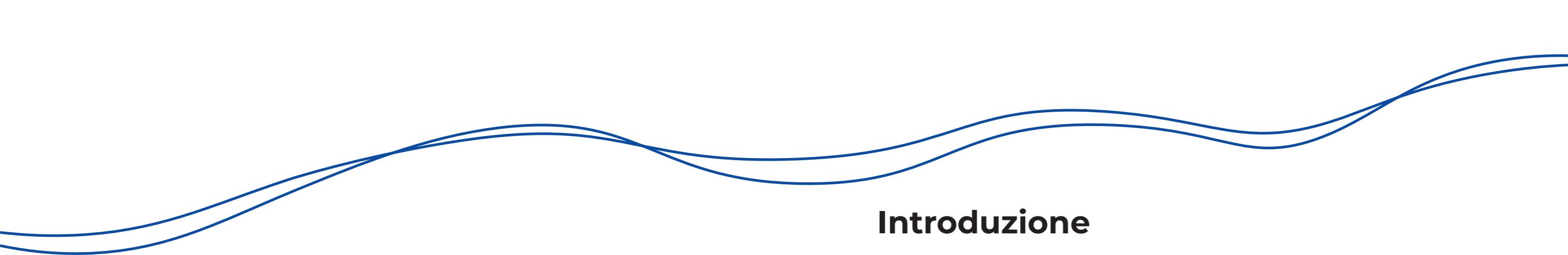
From a circular economy perspective, the paper then explores the role of design as a tool for valorizing recovered plastic waste, studying the challenges associated with its reintroduction into production processes and analyzing different design approaches that aim to transform it into a resource.

The comparison of various product case studies allows us to outline some useful guidelines for designers developing sustainable projects. At the conclusion of the research, a project was developed both in physical format, in the form of a booklet available for consultation in dedicated contexts, and in digital format, intended for wider dissemination.

The aim of the project is to demonstrate how design can concretely contribute to mitigating the problem of plastic pollution in the hydrosphere and to offer effective tools to those wishing to work in this field.

Indice

Introduzione	1	3. Il <i>marine plastic litter</i> come risorsa progettuale	67
1. L'inquinamento da plastica nell'idrosfera	3	3.1 Economia circolare applicata alla plastica	68
1.1 <i>Marine litter</i>	4	3.1.1 Il ruolo attuale del design	71
1.1.1 Le fonti del <i>marine litter</i>	6	3.2 Sfide per i designer nell'uso del <i>marine plastic litter</i>	74
1.1.2 Composizione del <i>marine litter</i>	8	3.2.1 Il rischio di <i>greenwashing</i>	76
1.1.3 Microplastiche e cause della loro dispersione	12	3.2.2 La percezione e la comunicazione dei prodotti in <i>marine plastic litter</i>	79
1.2 Effetti deleteri dei rifiuti marini	16	3.3 Applicazioni progettuali del <i>marine plastic litter</i>	81
1.2.1 Impatti sulla fauna	17	3.3.1 Design della comunicazione e approcci artistici	81
1.2.2 Impatti sulla flora	20	3.3.2 Design di prodotto	86
1.2.3 Impatti sull'essere umano	23	3.4 Riflessioni sui casi studio	94
1.3 Distribuzione e responsabilità globali dei detriti marini	26	4. Linee guida per il design di prodotto che nasce dal <i>marine plastic litter</i>	99
1.3.1 Aree maggiormente dense di rifiuti	26	4.1 Il concept	100
1.3.2 Fiumi e Paesi maggiormente inquinanti	30	4.1.1 Il progetto fisico	104
1.4 Il quadro normativo	34	4.1.2 Il progetto digitale	118
1.4.1 L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile	35	4.2 Definizione del target e dei canali di diffusione	119
1.4.2 Le politiche significative a livello internazionale	37	Conclusioni e prospettive future	121
1.4.3 Le strategie dell'Unione Europea	40	Bibliografia e sitografia	123
2. Le tecnologie per l'intercettazione e la raccolta dei rifiuti plastici dall'idrosfera	43	Ringraziamenti	133
2.1 Classificazione delle tecnologie attuali	44		
2.2 Tecnologie fisse	45		
2.2.1 Il modello <i>Sungai Watch</i>	50		
2.3 Tecnologie mobili	53		
2.3.1 Il modello <i>The Ocean Cleanup</i>	58		
2.4 Interventi di pulizia delle coste	62		
2.5 Confronto tra le tecnologie esistenti	64		



Introduzione

L'inquinamento da plastica negli ambienti acquatici ha assunto proporzioni tali da rappresentare una delle principali emergenze ambientali a livello globale. Si stima infatti che, ogni anno, finiscano negli oceani dalle 8 alle 12 tonnellate di rifiuti plastici.

L'elaborato di tesi nasce dall'esigenza di affrontare questo tema in un'ottica di design. Nel primo capitolo si espone il problema dell'inquinamento da plastica negli ecosistemi acquatici, approfondendone innanzitutto le fonti, la composizione e gli impatti negativi sulla flora, sulla fauna e sulla salute umana. Dopodiché si presentano le aree più colpite e le responsabilità dei vari Paesi, nonché il quadro normativo in atto per affrontare il problema.

La seconda sezione è invece dedicata alle tecnologie esistenti per l'intercettazione e la raccolta del *marine plastic litter*, suddivise in soluzioni fisse e mobili. Per ciascuna categoria vengono proposte best practice ed esempi concreti, analizzando i vantaggi e le criticità del loro impiego.

Nel terzo capitolo entra in gioco il ruolo della progettazione nel trasformare i rifiuti marini in risorsa, in nuovi prodotti: dopo un'iniziale analisi delle sfide legate alla progettazione e alla percezione dei materiali recuperati dall'ambiente, sono presentati i principali approcci del design di prodotto e gli approcci artistici e di comunicazione che mirano a valorizzare i rifiuti.

Infine, l'ultima parte della tesi definisce linee guida per la progettazione sostenibile che nasce dalla plastica oceanica. L'obiettivo è quello di offrire strumenti utili a progettisti e a chiunque voglia cimentarsi in questo ambito.

In questo modo, l'elaborato vuole dimostrare i modi in cui il design possa contribuire in maniera significativa alla gestione della plastica recuperata dall'idrosfera, non soltanto riducendone l'impatto ambientale, ma agendo sul modo di pensare e produrre. Adottando un approccio circolare è possibile immaginare un nuovo scenario in cui i rifiuti plastici marini non siano considerati soltanto come un rifiuto da eliminare, bensì come una risorsa da valorizzare.

A large school of striped fish is swimming in the ocean, their mouths open as if they are trying to catch something. In the bottom right corner, a large, translucent plastic bag floats in the water, partially submerged. The ocean surface is visible in the background, with some small pieces of debris floating on it.

1.

L'inquinamento da plastica nell'idrosfera

1.1 Marine litter

L'inquinamento ambientale consiste nell'alterazione o contaminazione degli equilibri di un ecosistema, mentre si definisce **inquinante** "qualsiasi sostanza, di origine naturale o antropica, che non rientri nella composizione della matrice di interesse o sia presente in essa in concentrazione nettamente superiore ai valori naturali, esercitando di conseguenza un effetto ritenuto dannoso sull'ambiente e sulla salute dell'uomo" (Campanella, 2007).

Tra le varie forme di inquinamento ambientale, una delle più preoccupanti è rappresentata dalla crescente immissione incontrollata di sostanze inquinanti negli ambienti acquatici da parte dell'uomo, che ha reso necessaria la definizione di una specifica categoria per questo fenomeno globale: l'**inquinamento da plastica nell'idrosfera**, che si riferisce alla contaminazione di fiumi, laghi, mari, oceani e coste e costituisce una minaccia concreta per il nostro pianeta.

Secondo il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (2009), i **rifiuti marini** possono essere descritti come "[...] qualsiasi materiale solido antropogenico persistente, prodotto o trasformato, scartato, smaltito o abbandonato nell'ambiente marino e costiero. I rifiuti marini consistono in oggetti che sono stati fabbricati o utilizzati dalle persone e deliberatamente scartati in mare, nei fiumi o sulle spiagge; portati indirettamente in mare da fiumi, fognature, acque piovane o venti; o persi accidentalmente, incluso il materiale perso in mare a causa del maltempo".

Si tratta di una problematica di natura ambientale, economica e sanitaria, oltre che estetica, principalmente riconducibile a pratiche inefficienti di gestione dei rifiuti solidi, alla carenza di infrastrutture, alle attività umane e alla mancanza di sistemi legali ed esecutivi adeguati, aggravati dalla scarsità di risorse finanziarie.

La persistenza di tali rifiuti è invece derivata dall'assenza di strategie globali e regionali coordinate e dalle difficoltà nell'attuazione e nell'applicazione efficace di programmi, regolamenti e standard a tutti i livelli (UNEP, 2009).

Il percorso dei rifiuti in mare è dovuto alle correnti oceaniche e all'azione del vento, ma è influenzato anche dalla loro dimensione e dalla loro capacità di galleggiamento. Sono presenti sia nelle regioni densamente popolate sia in aree remote, lontane da fonti evidenti e dal contatto umano, ma le analisi si concentrano sulle acque meno profonde, sulla superficie e sulle coste, per facilità di campionamento, di accessibilità e per ragioni economiche.

Come mostrato nella Fig. 1, le ricerche in acque profonde sono però altrettanto importanti perché circa la metà dei rifiuti in plastica affonda – arrivando fino al 70% secondo Leal Filho et al. (2025) – contro il solo 15% dei rifiuti marini galleggianti e un ulteriore 15% sospeso nella colonna d'acqua. Il cambiamento nella natura, la presenza o l'abbondanza di detriti antropici sul fondo marino è dunque molto meno indagato rispetto alla superficie del mare.

Campanella, L. (2007). Inquinamento ambientale. In: Encyclopædia della Scienza e della Tecnica. Roma: Istituto della Encyclopædia Italiana. [https://www.treccani.it/encyclopædia/inquinamento-ambientale_\(Encyclopædia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/encyclopædia/inquinamento-ambientale_(Encyclopædia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)

United Nations Environment Programme (UNEP). (2009). Marine Litter: A Global Challenge. <https://www.unep.org/resources/report/marine-litter-global-challenge>

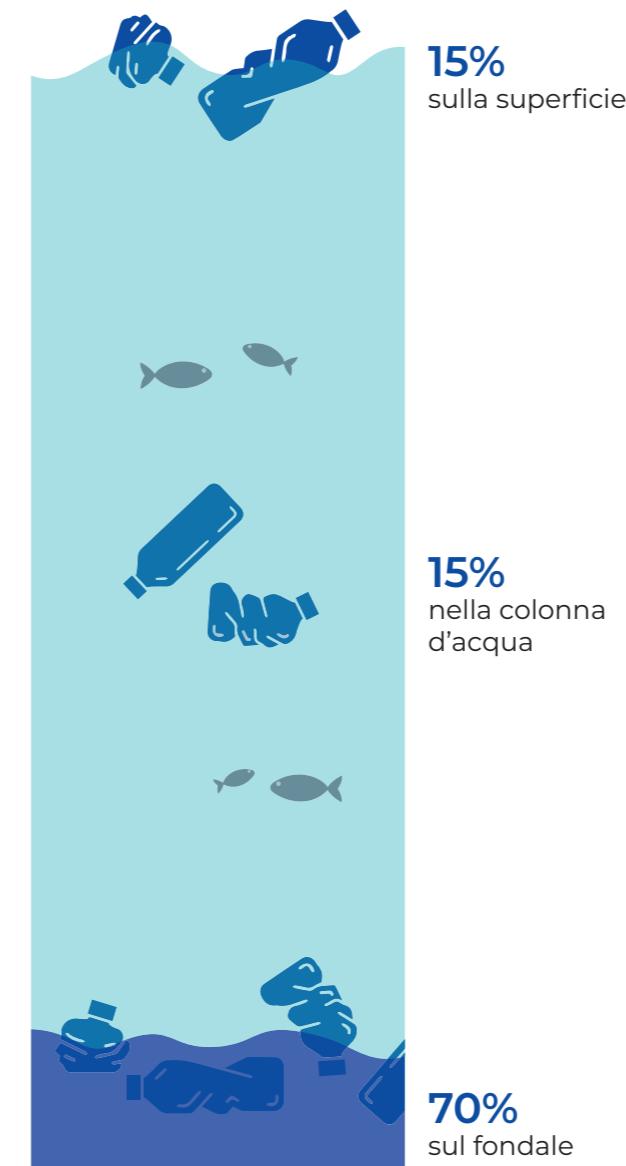


Fig. 1 - Distribuzione dei rifiuti plastici in mare

La vastità e la complessità dell'idrosfera rendono ancora più critico il problema dell'inquinamento da plastica.

Sulla Terra sono presenti circa 1.386 miliardi di chilometri cubi di acqua, il 97,5% dei quali costituito da acqua salata ed il restante 2,5% da acqua dolce (USGS, 2019). Gli oceani coprono i tre quarti della superficie terrestre e ospitano approssimativamente 200.000 specie identificate, rappresentando un elemento fondamentale per il mantenimento della vita sul pianeta. Funzionano inoltre come un termostato per la Terra e sono in grado di assorbire circa il 30% di tutta la CO₂ emessa annualmente dalle attività antropiche, mitigando gli effetti del cambiamento climatico.

Tuttavia, la presenza di rifiuti marini in quantità sempre maggiori sta compromettendo l'equilibrio di ogni ambiente acquatico: si trovano lungo le coste, negli estuari, nelle enormi correnti vorticose dell'oceano medio, sulle isole remote, nel ghiaccio marino, sul fondale, nelle regioni polari fino alle fosse più profonde del pianeta (Ecomondo, 2022).

US Geological Survey (USGS) (2019). How Much Water is There on Earth? In: Water Science School. USGS. <https://www.usgs.gov/water-science-school/science/how-much-water-there-earth>

Ecomondo (2022). Inquinamento da plastica in mare: cause, conseguenze e soluzioni. <https://www.ecomondo.com/it/dettaglio-news/inquinamento-da-plastica-in-mare-cause-conseguenze-soluzioni?newsId=352340>

1.1.1 Le fonti del marine litter

Per attuare misure efficaci nella lotta all'inquinamento da plastica nell'idrosfera è necessario ottenere informazioni su come i rifiuti raggiungano i siti in cui sono recuperati.

Una delle classificazioni generali più comuni dell'origine dei rifiuti marini è la distinzione tra apporti di origine marina e apporti di origine terrestre. Contrariamente a quanto si possa pensare, la maggioranza dei rifiuti marini (80%) proviene da fonti legate alle attività umane sulla terraferma: deriva dall'abbandono diretto lungo le coste e dal successivo trasporto in mare attraverso i fiumi, oppure proviene da città e siti industriali da cui i materiali vengono trascinati dal vento o dilavati dalle acque piovane fino all'oceano. Anche i rifiuti che entrano nell'ambiente attraverso scarichi fognari sono considerati di origine terrestre, anche se la maggior parte degli scarichi si trova nei fiumi o sfocia direttamente in mare. Allo stesso modo, i rifiuti fluviali possono essere considerati una fonte terrestre, nonostante parte di essi possa essere generata da imbarcazioni che navigano sui fiumi (Veiga et al., 2016).

Le principali fonti terrestri che generano rifiuti marini sono (Fig. 2):

- discariche non correttamente gestite
- riempimenti di terra e disseminate di spiagge e zone costiere
- fiumi e acque alluvionali
- emissioni industriali
- scarico da scarichi d'acqua delle tempeste
- fognature comunali non trattate
- attività turistiche

Di conseguenza, soltanto il restante 20% è prodotto da **risorse marine**, che riguardano (Ecomondo, 2021):

- pesca e acquacoltura
- scarico illegale o accidentale in mare da parte della navigazione
- estrazione ed estrazione offshore
- attività turistiche

Anche il **trasporto aereo** può essere rilevante, soprattutto per i detriti di dimensioni molto ridotte, che possono fuoriuscire ad esempio dalle discariche scoperte e successivamente depositarsi nei corpi idrici (Napper e Thompson, 2018).

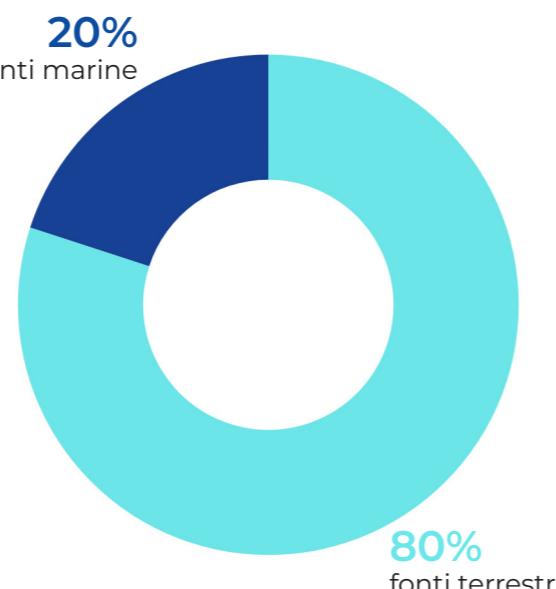


Fig. 2 - Fonti globali di inquinamento dell'idrosfera

Alcuni oggetti sono facilmente identificabili e possono dunque essere attribuiti, con un alto grado di certezza, a specifici settori industriali, ai consumatori o ancora a punti di origine ben definiti. Le reti e le attrezzature da pesca sono, ad esempio, direttamente riconducibili all'industria della pesca, mentre i cotton fioc rappresentano un ben noto caso di smaltimento improprio nei sistemi fognari da parte delle persone (Veiga et al., 2016).

Molti rifiuti non possono tuttavia essere collegati ad un'unica fonte, modalità di rilascio, via di ingresso o origine geografica. Le bottiglie di plastica per bevande possono essere lasciate sulle spiagge dai turisti, gettate in mare dalle navi mercantili, smaltite impropriamente nell'entroterra e trascinate in mare attraverso gli sfioratori delle acque piovane; possono anche entrare in mare tramite i fiumi e, grazie alla loro galleggiabilità, possono essere facilmente trasportate in una determinata area da correnti marine e venti dominanti (Napper e Thompson, 2018; Ecomondo, 2021).

L'origine dei macrorifiuti si può attribuire facilmente attraverso i codici a barre, le etichette o design specifici, ma per i frammenti questo tipo di identificazione diventa impossibile. Si utilizzano allora modelli che considerano dati sulle emissioni fluviali e simulazioni di trasporto, permettendo di mappare la loro probabile origine geografica (Pierard et al., 2022).

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P. e Cronin, R. (2016). Identifying Sources of Marine Litter. JRC Technical Report. <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201703030936.pdf>

Ecomondo (2021). Marine Litter: il punto della situazione. <https://www.ecomondo.com/it/detttaglio-news/marine-litter-il-punto-della-situazione?newsId=549504>

Pierard, C., Bassotto, D., van Sebille, E. e Meirer, F. (2022). Attribution of Plastic Sources Using Bayesian Inference: Application to River-Sourced Floating Plastic in the South Atlantic Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 9, 925437. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.925437>

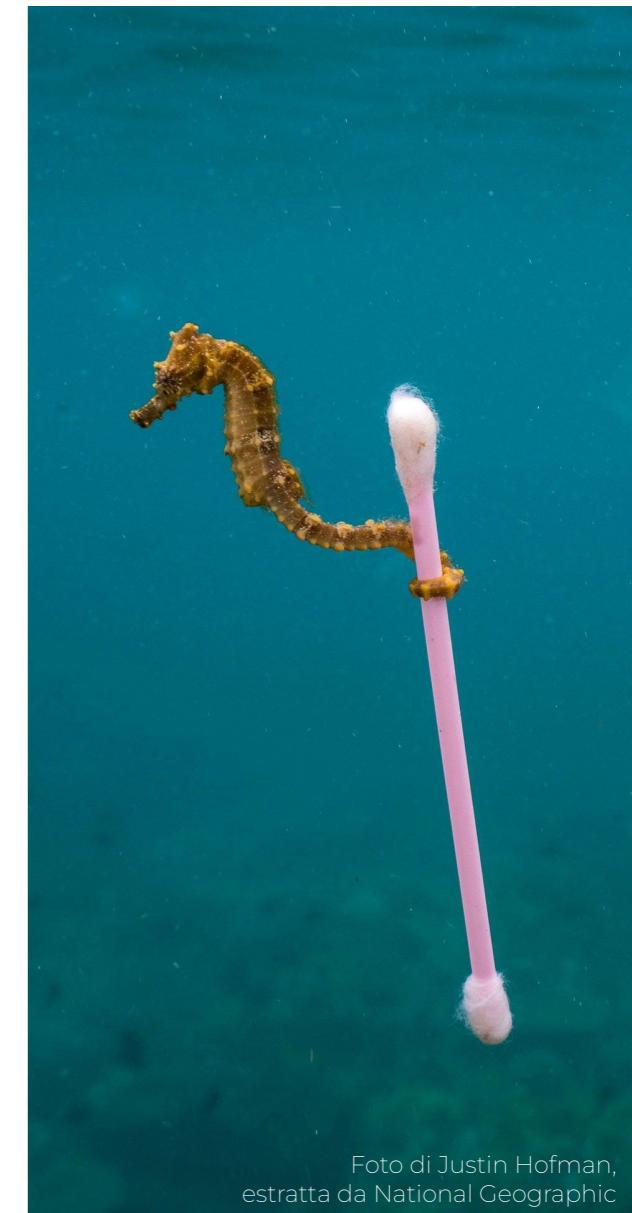


Foto di Justin Hofman, estratta da National Geographic

1.1.2 Composizione del marine litter

Analizzare la composizione dei rifiuti marini è necessario per ricavare informazioni riguardanti le loro fonti.

LITTERBASE è il portale online che attualmente raccoglie informazioni da 1.539 pubblicazioni scientifiche inserite in un database completo, che fornisce mappe e dati costantemente aggiornati sulla quantità, sulla distribuzione e sulla composizione globale dei rifiuti marini, fruibili da responsabili politici, autorità, scienziati, media e dal grande pubblico.

Numero di studi per ambiente marino

619 spiaggia
426 superficie del mare
373 fondale marino
121 colonna d'acqua

Le valutazioni e i grafici (Fig. 3-5) mostrano che la plastica rappresenta la categoria di inquinante marino più abbondante, dannosa e persistente in tutti gli ambienti di rilevamento, indipendentemente dalle sue dimensioni, con percentuali comprese tra il 60 e il 74% (AWI, s.d.).

Ogni anno vengono infatti prodotte a livello globale oltre 460 milioni di tonnellate di plastica di cui, secondo l'UNEP (2023), 11 milioni finiscono negli oceani. In assenza di interventi urgenti, le quantità attuali triplicheranno nei prossimi vent'anni, raggiungendo tra i 23 e i 37 milioni di tonnellate, che equivalgono a 50 chili di plastica per metro di costa.

Sul fondo del mare, anche il metallo e il vetro/ceramica hanno contribuito in modo significativo alla documentazione dei rifiuti.

Piccoli frammenti di plastica e polistirolo dominano le microplastiche sulla superficie del mare e nella colonna d'acqua, mentre grandi quantità di pellet di resina - la materia prima da cui vengono realizzati i prodotti in plastica - persistono sulla spiaggia e sul fondale marino.

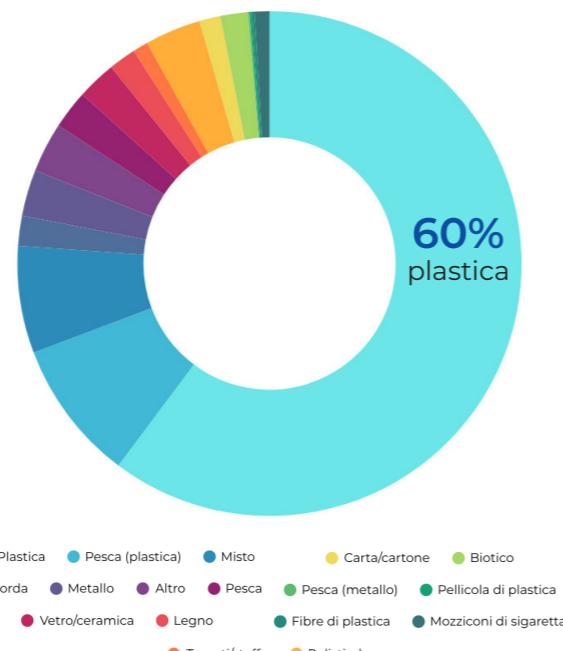


Fig. 3 - Composizione globale dei rifiuti marini

Alfred-Wegener-Institut (AWI) (s.d.). LITTERBASE: Online Portal for Marine Litter. <https://litterbase.awi.de/>

United Nations Environment Programme (UNEP) (2023). From Pollution to Solution. <https://www.unep.org/interactives/pollution-to-solution/>

Le fibre di plastica rappresentano una componente significativa e onnipresente in tutti gli ambienti acquatici analizzati per i micro-rifiuti (< 5mm), rendendole una delle forme più preoccupanti ed estremamente diffuse di micro-inquinamento da plastica.

Il rifiuto di dimensioni maggiori ($\geq 5\text{mm}$) è invece più vario e la sua distribuzione è molto influenzata dalle proprietà fisiche dei materiali, in particolare dalla densità. Gli oggetti più pesanti, come metallo e vetro, si accumulano sul fondale, mentre quelli più leggeri, tra cui il polistirolo, si trovano più facilmente sulla superficie.

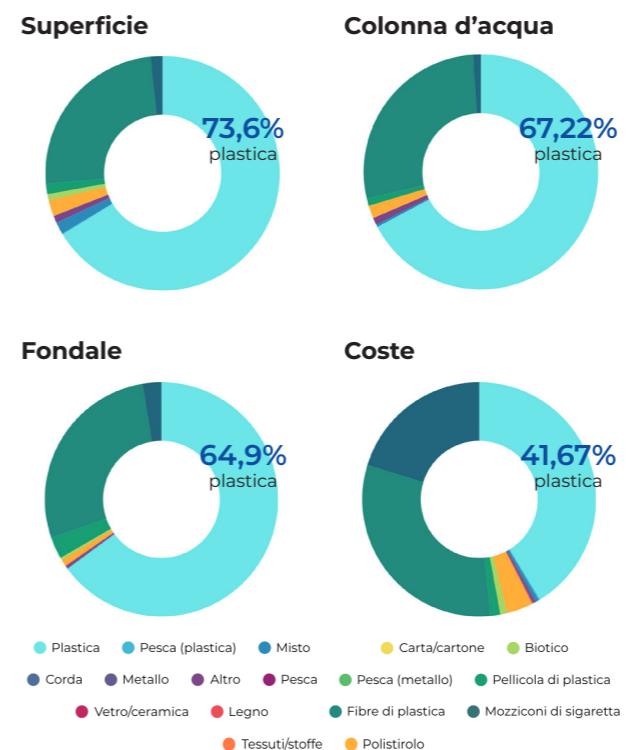


Fig. 4 - Composizione dei rifiuti marini (< 5mm) per ambiente di rilevamento, da LITTERBASE

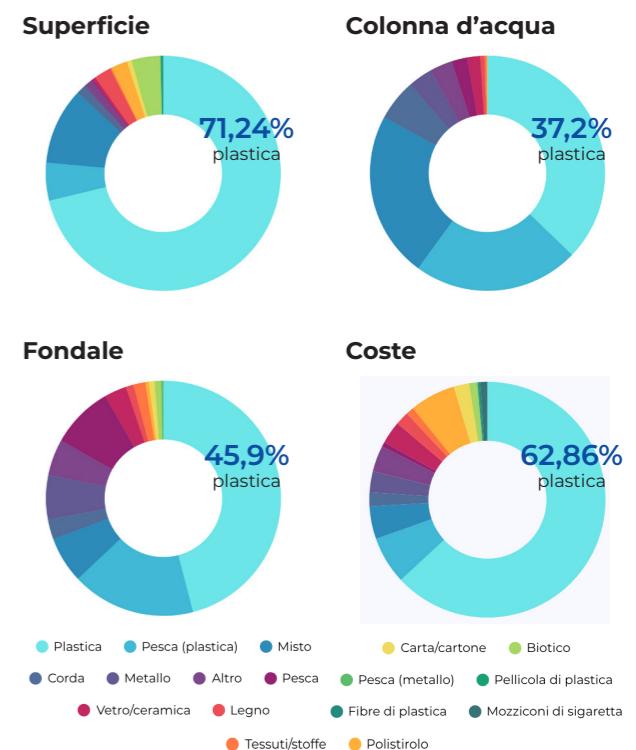


Fig. 5 - Composizione dei rifiuti marini ($\geq 5\text{mm}$) per ambiente di rilevamento, da LITTERBASE

Il movimento della plastica nell'idrosfera

Avviene sia in verticale, attraverso la sedimentazione, sia in orizzontale, con il movimento lungo la superficie o nel corso dei fiumi e degli oceani.

Dal punto di vista verticale, il comportamento della plastica dipende proprio dalle caratteristiche del materiale, come la densità, la dimensione delle particelle e l'area superficiale, e da fattori ambientali locali, quali correnti, turbolenza, temperatura e salinità. I polimeri a bassa densità tendono a galleggiare, mentre quelli ad alta densità affondano più facilmente. Le particelle con elevata superficie, come pellicole e fibre, hanno un tasso di sedimentazione più elevato, dovuto al fenomeno di *biofouling*, ovvero la crescita di organismi sulla superficie, che aumenta la densità della plastica e ne provoca l'affondamento.

A livello di trasporto orizzontale, gli oggetti galleggianti estesi sono influenzati dal vento, che li spinge più velocemente e più lontano, depositandoli sovente sulle spiagge o sulle rive dei fiumi. Anche le tempeste, le alte maree o i monsoni contribuiscono allo spostamento della plastica tra la terraferma e i corpi idrici (Schwarz et al., 2017).

La superficie dell'oceano, tuttavia, è solo un'area di accumulo temporaneo, mentre si prevede che il fondale oceanico sia tra i maggiori serbatoi a lungo termine di rifiuti di plastica a causa della mancanza di processi per la loro rimozione. Ciò è ulteriormente aggravato dai tassi di degradazione estremamente lenti della plastica in ambienti freddi, privi di ossigeno

e di radiazioni UV. Uno studio condotto dall'Agenzia scientifica nazionale dell'Australia in collaborazione con l'università di Toronto ha stimato la possibilità che sui fondali oceanici si trovino da 3 a 11 milioni di tonnellate di plastica, una quantità fino a 100 volte superiore rispetto a quella dei rifiuti plastici galleggianti, distribuita in particolare attorno ai continenti, in prossimità degli insediamenti umani.

Il 46% della massa plastica si trova al di sopra dei 200 metri di profondità ed è costituito prevalentemente da microplastiche, mentre il 54% a profondità maggiori ed è composto da oggetti di plastica di dimensioni più grandi (Carboni, 2024; Zhu et al., 2024).

Il *marine plastic litter* viene raramente classificato in base al tipo di plastica; la classificazione avviene piuttosto in base alla geometria (fibre, pellet, frammenti, ...) o al tipo di prodotto (bottiglie, mozziconi di sigaretta, cannucce...). Inoltre, la plastica è introdotta nell'ambiente acquatico in un ampio range di dimensioni, che ne costituisce un'ulteriore categorizzazione, a seconda del diametro (Napper e Thompson, 2018):

- **>1 m** megaplastiche
- **1 m – 20 mm** macroplastiche
- **20 mm – 5 mm** mesoplastiche
- **5 mm – 1 µm** microplastiche
- **<1 µm** nanoplastiche

Schwarz, A.E., Lighthart, T.N., Boukris, E. e van Harmelen, T. (2017). Sources, transport, and accumulation of different types of plastic litter in aquatic environments: A review study. *Marine Pollution Bulletin*, 143, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.029>

Carboni, K. (2024). La plastica sul fondo del mare è molta di più di quanto pensiamo. Ambiente, Wired Italia. <https://www.wired.it/article/plastica-mare-inquinamento-fondali/>

Zhu, X., Rochman, C.M., Hardesty, B.D., Wilcox, C. (2024). Plastics in the deep sea – A global estimate of the ocean floor reservoir. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2024.104266>

Napper, I.E. e Thompson, R.C. (2018). Micro- and Macroplastics in Aquatic Ecosystems. *Encyclopedia of Ecology* (Second Edition), 1, 116-125. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10600-1>

Le colorazioni della plastica oceanica

Lo studio di Martí et al. (2020) fornisce un'analisi esaustiva del colore dei detriti plastici marini. Sono stati classificati 8849 oggetti galleggianti, raccolti da tutto il mondo, utilizzando una tavolozza di 120 colori e tenendo conto della tipologia, della dimensione e della distanza della plastica dalla terraferma. L'analisi si è concentrata sul tipo di frammento più abbondante, quello rigido.

La foto-ossidazione causa generalmente cambiamenti graduali nel colore della plastica verso colori chiari (scolorimento o sbiancamento), mentre l'accumulo di prodotti di degradazione nella matrice plastica a seguito dell'ossidazione conferisce colori gialli o arancioni (ingiallimento e abbronzatura).

Le proporzioni più elevate di particelle bianche sono state trovate nell'intervallo di dimensioni da 0,5 a 5 mm, in particolare nei dati dell'oceano aperto, mentre nei campioni raccolti a meno di 500 km dalla costa, la quantità di elementi bianchi risulta relativamente bassa, a supporto dell'ipotesi di una progressiva decolorazione man mano che i detriti di plastica si allontanano dalla costa.

Anche la frazione ciano chiaro aumenta lontano dalla riva, probabilmente per decolorazione dei colori bluastri. La presenza di molti elementi bluastri in contrasto con il numero molto basso di elementi rossastri è legata alla predazione selettiva dei predatori verso colori diversi dal blu, come uccelli marini o pesci migratori, a causa del mimetismo naturale con l'acqua.

Altre possibili spiegazioni per l'aumento di oggetti piccoli ciano chiaro in aree remote è la frammentazione delle lenze da pesca blu, la resistenza alla radiazione UV e la nanofratturazione.

I colori giallo e marrone risultano abbondanti, in quanto i fenomeni di ingiallimento e concia sono comuni nei polimeri più diffusi e dipendono dalla foto-ossidazione e dalla concentrazione di additivi. Gli oggetti gialli sono più frequenti nei frammenti di circa 1 cm, mentre quelli marroni chiari in frammenti di circa 1 mm. L'esposizione solare provoca il passaggio tipico dal bianco al giallo al marrone, indipendentemente dalla distanza dalla costa.

Il colore, insieme alle dimensioni, può fornire un indicatore qualitativo dell'età dei campioni – con bianco, giallo e marrone come principali segnali di invecchiamento – e può anche suggerire la provenienza dei frammenti, come reti e attrezzature da pesca nel caso di colorazioni blu o verdi.



Foto estratta da greenMe

1.1.3 Microplastiche e cause della loro dispersione

Il termine microplastica è stato utilizzato per la prima volta dal direttore del Marine Institute dell'Università di Plymouth, Richard Thompson, per descrivere frammenti microscopici di detriti di plastica (~20 µm di diametro) in una pubblicazione del 2004 su *Science*.

Le microplastiche sono piccole particelle di plastica, tra 1 µm e 5 mm, solitamente invisibili a occhio nudo, insolubili in acqua e disperse nell'ambiente, che possono essere ulteriormente suddivise in due categorie in base alla loro origine:

- **microplastiche primarie:** particelle che entrano direttamente nell'ambiente in forma di microplastica (<5 mm), ovvero prodotte intenzionalmente in quelle dimensioni;
- **microplastiche secondarie:** formate nell'ambiente dalla frammentazione di oggetti plastici di grandi dimensioni sotto l'effetto di fattori ambientali (raggi UV, abrasione meccanica, temperatura).



Foto estratta da *Il Fatto Alimentare*

Emenike, E.C., Okorie, C.J., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A., Iwuozor, K.O., Saliu, O.D., Okoro, H.K. e Adeniyi, A.G. (2023). From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. *Heliyon*, 9(10): e20440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20440>

Blastic (s.d.). Marine litter is a persistent and cumulative threat. <https://www.blastic.eu/knowledge-bank/introduction-plastic-marine-litter/marine-litter/>

In base alle caratteristiche fisiche si parla invece di forme diverse:

- **frammenti:** forma irregolare, bordo affilato, spesso e carbonizzato;
- **granuli:** tipicamente circolari;
- **filamenti:** estremamente piccoli e corti;
- **pellet:** solitamente piatti su un lato, ma dall'aspetto rotondo e uniforme;
- **film:** sottili;
- **schiume:** morbide e di colore bianco-giallo;
- **fibre:** dalla forma circolare e dalla lunghezza molto maggiore della larghezza, flessibili e sottili (Emenike et al., 2023).

Secondo l'UNEP (2017), nei mari ci sono 51 mila miliardi di particelle di microplastica e, nonostante la massa delle macroplastiche superi quella delle microplastiche totali presenti negli oceani del mondo, le microplastiche sono più numerose: si stima che rappresentino il 92,4% di tutti i frammenti di plastica che galleggiano nell'ambiente marino (Blastic, s.d.).

Le microplastiche primarie rappresentano il 15-31% del totale e la loro fonte principale è il lavaggio di capi sintetici (35%), seguita dalla polvere cittadina (24%) e dall'abrasione degli pneumatici durante la guida (28%).

Le microplastiche secondarie raggiungono il circa il 68-81% e si prevede che la loro quantità nell'idrosfera aumenterà a causa del continuo degrado dei rifiuti di grandi dimensioni già presenti in essi. Infatti, le materie plastiche col tempo subiscono rottura parziale o completa del polimero (Boucher e Friot, 2017).

Degradazione

In ambiente marino i principali processi di degradazione sono la fotodegradazione dovuta ai raggi UV e l'ossidazione termica e, che portano a perdita di resistenza e frammentazione. Tuttavia, l'erosione in condizioni marine avviene più lentamente rispetto alle condizioni terrestri a causa della temperatura più bassa e dell'attenuazione della radiazione solare con l'aumentare della profondità. Al contrario, sulle spiagge può essere accelerata da sole, calore e processi fisici. Il deterioramento della plastica è ulteriormente rallentato dalla formazione di biofilm e organismi incrostanti sulla superficie in quanto assorbono la radiazione solare e impediscono alla luce di raggiungere la plastica. L'unico meccanismo che potrebbe rimuovere realmente i polimeri dall'ambiente, trasformandoli in composti naturali come anidride carbonica e acqua, è la biodegradazione microbica. La velocità di questo processo è tuttavia troppo lenta per incidere in modo significativo (Blastic, s.d.).



Foto estratta da Archeoplastica

Boucher, J. e Friot, D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. Gland, Svizzera: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>

Le cause della dispersione di microplastiche sono (Boucher e Friot, 2017; Padula, 2021; Emenike et al., 2023):

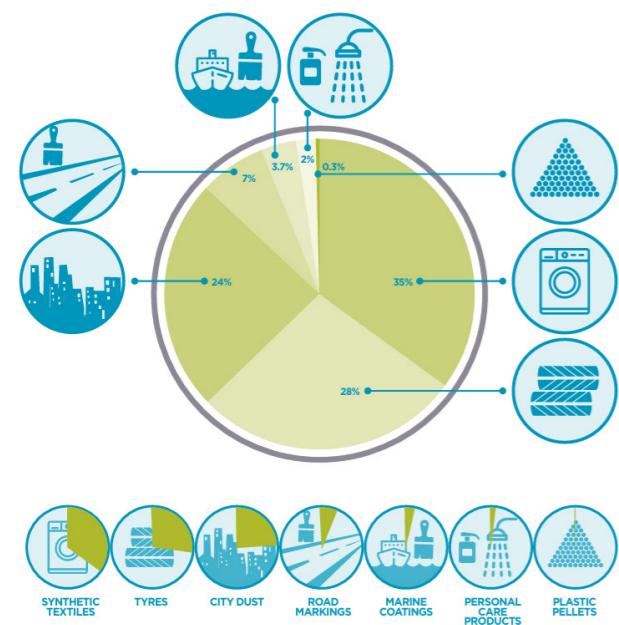


Fig. 6 - Fonti di rilascio globale di microplastiche primarie negli oceani

Pellet di plastica

Sono particelle di piccole dimensioni utilizzate per la produzione di materiali plastici, note anche come punte, granuli o lacrime di senna. Attualmente, si stima che ogni anno siano rilasciate nell'ambiente tra le 0,052 e le 0,184 Mt di pellet, a causa di manipolazioni improprie lungo l'intera catena di approvvigionamento, dalla produzione alla lavorazione, dal trasporto al riciclaggio (Consiglio dell'Unione Europea, 2025).



Emenike, E.C., Okorie, C.J., Ojeyemi, T., Egbemhenghe, A., Iwuozor, K.O., Saliu, O.D., Okoro, H.K. e Adeniyi, A.G. (2023). From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health. *Heliyon*, 9(10): e20440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20440>

Boucher, J. e Friot, D. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources. Gland, Svizzera: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>

Consiglio dell'Unione Europea (2025). Pellet di plastica: il Consiglio approva un regolamento per ridurre l'inquinamento da microplastiche. <https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2025/09/22/plastic-pellets-council-signs-off-regulation-to-reduce-pollution-from-microplastics/>

Lavaggio dei prodotti tessili

Il lavaggio industriale e domestico di tessuti sintetici è fonte di microplastiche primarie attraverso l'abrasione e la perdita di microfibre in poliestere, polietilene e nylon. Circa il 2% di esse si disperde durante il lavaggio e viene scaricato nelle acque reflue, contribuendo all'inquinamento marino. La perdita totale è stata stimata complessivamente pari a 0,26 Mt all'anno.

Abrasione degli pneumatici

L'erosione degli pneumatici avviene durante l'uso e dipende da fattori come lo stile di guida, il tempo, le caratteristiche degli pneumatici e della strada. Le particelle si formano dalle parti esterne dello pneumatico e sono costituite principalmente da una matrice di polimeri sintetici, ovvero gomma stirene butadiene (SBR), in una miscela con gomma naturale e molti altri additivi. La polvere degli pneumatici è diffusa dal vento o lavata via dalla strada dalla pioggia. La perdita totale di microplastica di SBR è di circa 1,41 Mt all'anno.

Polvere cittadina

Include diverse fonti, il cui contributo individuale è piccolo, ma che, considerate insieme, rappresentano una quantità considerevole di perdite nell'ambiente, stimata intorno alle 0,65 Mt all'anno. Comprende le microplastiche derivanti dall'invecchiamento delle vernici esterne, dall'abrasione delle suole delle calzature e degli utensili da cucina, dall'abrasione di infrastrutture e rivestimenti, dalla sabbatura di abrasivi e dal versamento intenzionale di detersivi.

Segnaletica stradale orizzontale

Le strisce sono composte da circa l'1-5% di polimeri come monomeri acrilici, stirene-isoprene-stirene, etilenevinilacetato e poliammide, ma la predominanza globale è rappresentata dalla vernice. La perdita di microplastiche deriva dall'esposizione agli agenti atmosferici o dall'abrasione dei veicoli. Si assume, per convenzione, che la segnaletica stradale è rimossoa completamente attraverso l'erosione, causando una dispersione nell'ambiente totale di 0,59 Mt all'anno.



Padula, C. (2021). OHH: Zero Plastic To Drink Come bere acqua riducendo l'inquinamento marino da plastica usa e getta: un approccio sistematico verso un consumo consapevole. Tesi di Laurea Magistrale. Politecnico di Torino, Torino. <https://webthesis.biblio.polito.it/19210/1/tesi.pdf>

Rivestimenti e pretrattamenti delle navi marittime

Applicati per proteggere scafo, sovrastruttura e attrezzature di coperta delle imbarcazioni, possono essere solidi, vernici anticorrosive o vernici antivegetative. I materiali più usati sono poliuretanici, epossidici, vinili e lacche. Le microplastiche sono rilasciate durante la costruzione, la manutenzione, la riparazione o l'uso. Si stima che circa il 10% venga perso nell'ambiente, per un totale di 0,05 Mt all'anno.

Cosmetici e prodotti per la cura personale

Le microplastiche possono essere trovate in varie forme, tra cui microsfere, microfibre e microcapsule, che sono abbastanza piccole da aggirare e non essere catturate dagli impianti di trattamento delle acque reflue e farsi strada nei sistemi idrici. Vengono utilizzate come ingredienti per assorbire, per somministrare principi attivi, per l'esfoliazione o la viscosità. La perdita totale di microsfere in PE (materiale predominante), PP, PET e PA è stata stimata pari a 0,01 Mt all'anno.



Foto estratta da Eco dalle Città

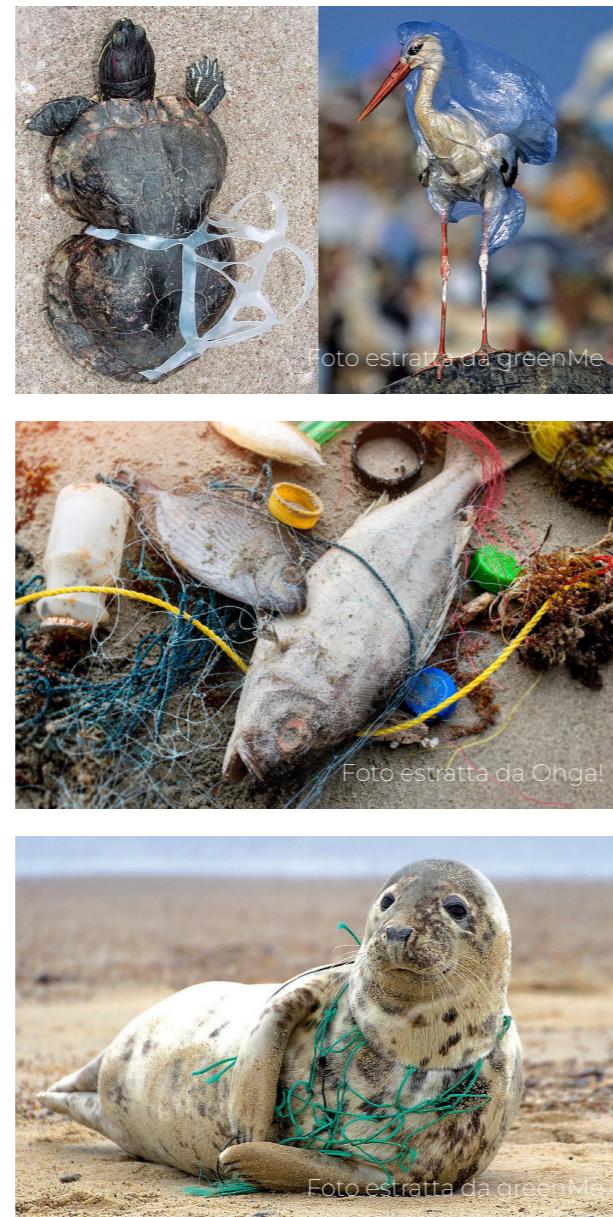
1.2 Effetti deleteri dei rifiuti marini

La storia della ricerca sui rifiuti marini è strettamente legata allo sviluppo delle materie plastiche e la loro percezione ha subito un'evoluzione significativa nel corso del tempo.

Agli anni '60 risalgono i primi aneddoti di impigliamento e ingestione di plastica da parte di specie marine, mentre negli anni '70 l'individuazione di grandi quantità di pellet plastici nell'Oceano Atlantico e Pacifico settentrionale ha stimolato la ricerca, con articoli che segnalavano la presenza di plastica sui fondali marini e l'impatto su una grande varietà di animali.

Negli anni '80 e '90, grazie a conferenze internazionali e a una crescente documentazione scientifica, la questione ha acquisito maggiore rilevanza, con un'attenzione crescente alla ricerca di soluzioni efficaci per affrontare il problema. Nel ventunesimo secolo l'interesse si è spostato sulle microplastiche e, ad oggi, i rifiuti marini sono stati riconosciuti come un'emergenza globale a tutti gli effetti (Ryan, 2015).

Gli ecosistemi marini sono tra gli ambienti più ricchi di specie diverse del pianeta, ma l'inquinamento sta determinando una significativa perdita di biodiversità, ovvero l'esaurimento o l'estinzione di varie specie ed ecosistemi, con ricadute sull'equilibrio ambientale e sulla stabilità del pianeta in generale (Thiagarajan e Devarajan, 2024).



Ryan, P.G. (2015). A Brief History of Marine Litter Research. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds) Marine Anthropogenic Litter. Springer, Cham. International Publishing, 1–25. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_1

Thiagarajan, C. e Devarajan, Y. (2024). The urgent challenge of ocean pollution: Impacts on marine biodiversity and human health. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103995>

1.2.1 Impatti sulla fauna

Sono ormai all'ordine del giorno le immagini diffuse dai fotografi della fauna marina che ritraggono tartarughe impigliate in reti da pesca, foche e pinguini strangolati da imballaggi di plastica, oppure pesci con lo stomaco colmo di microplastiche.

Questo fenomeno rappresenta una delle principali ed evidenti problematiche dell'inquinamento degli ecosistemi marini. Secondo uno studio della fondazione Ellen MacArthur, entro il 2050 negli oceani potrebbero esserci più frammenti di plastica che pesci.

Si classificano due principali situazioni a seconda dell'interazione rifiuto-specie animale e degli effetti che ne conseguono: intrappolamento e ingestione.

Intrappolamento

L'effetto più visibile dell'inquinamento è l'intrappolamento della fauna marina nei rifiuti di plastica. Spesso si verifica in corde o attrezzi da pesca abbandonati o persi, a causa delle dimensioni e della natura del materiale. Il danno diretto o la morte per intrappolamento sono riportati nell'80% dei casi, contro il solo 5% dei casi di ingestione, che deve essere verificata post mortem.

Kühn et al. (2015) hanno riscontrato, in confronto alla revisione precedente di Laist (1997), che il numero di specie di uccelli, tartarughe e mammiferi con casi noti di intrappolamento è aumentato da 89 (21%) a 161 (30%), comprendendo tutte le specie di tartarughe marine (7 su 7 specie), il 67% delle foche (22 su 33 specie), il 31% delle balene (25 su 80 specie) e il

Werner, S., Budziak, A., van Franeker, J.A., Galgani, F., Hanke, G., Maes, T., Matiddi, M., Nilsson, P., Oosterbaan, L., Priesl, E., Thompson, R., Veiga J. e Vlachogianni, T. (2016). Harm caused by Marine Litter. MSFD GES TG Marine Litter - Thematic Report. JRC Technical Report EUR 28317 EN. Lussemburgo: Publications Office of the European Union. https://indicit.cefe.cnrs.fr/wp-content/uploads/2017/07/Werner-et-al-2016_harm-caused-by-litter_JRC-report_final.pdf

25% degli uccelli marini (103 su 406 specie), con notevoli incrementi nei registri delle specie di pesci (89 specie) e invertebrati (92 specie). Le balene con fanoni (69%; 9 su 13 specie) e gli otaridi (100%, 13 su 13 specie) rimangono i mammiferi più colpiti dall'intrappolamento. Tuttavia, le stime tendono a sottovalutare gravemente il problema; infatti, solo dal 3 al 10% dei casi di intrappolamento vengono effettivamente osservati e segnalati (Werner et al., 2016).

L'*entanglement* restringe i movimenti, genera lacerazioni e infezioni, può portare alla morte per fame, all'annegamento o al soffocamento, limitare la crescita o fermare la circolazione agli arti e risultare letale. Molti uccelli raccolgono la plastica dal mare come materiale per il loro nido, insieme ad alghe e fanerogame, provocando un possibile rischio per la prole. Per i pinnipedi impigliati, invece, aumenta la resistenza al nuoto e di conseguenza il dispendio energetico, mentre diminuisce il successo riproduttivo (Cretton, 2007).



Cretton, N. (2007). Rapporto sui danni ambientali provocati dai sacchi di plastica. https://www.nicolascretton.ch/Ban_plastic_bags/Plastic_bag_pollution_revised.pdf

Ingestione

Quando la plastica viene ingerita dagli animali, può avere varie conseguenze che includono la fame dovuta a ostruzione intestinale, una falsa sensazione di sazietà, riduzione della forma fisica, riproduzione e crescita compromesse o addirittura la morte (Van Emmerik e Schwarz, 2020).

L'ingestione di microplastiche è comune a molte specie: dal **plancton**, che è alla base della rete alimentare, ai **pesci**, dagli **uccelli marini** alle **tartarughe** fino alle **balene**, ma anche **crostacei**, **foche** e **orsi polari**. Gli organismi ingeriscono le microplastiche accidentalmente, attraverso la filtrazione o l'ingestione delle prede, oppure perché ne vengono ingannati: per molti animali la plastica ha dimensioni simili al cibo oppure ha lo stesso odore e sapore per la presenza di sostanze, alghe e batteri che gli conferiscono un tipico "sapore di mare". Anche il colore e il suono che la plastica emette in mare fanno sì che venga scambiata da molte specie per alimento. Ad esempio, le tartarughe detengono il record di ingestione di sacchetti di plastica, che scambiano per meduse, elemento fondamentale della loro dieta (WWF, 2022).

Dalla prima importante revisione di Laist (1997), il numero di specie animali che hanno ingerito plastica è aumentato considerevolmente, da 177 a 331 specie. La revisione più recente di Kühn et al. (2015) documenta, come per l'intrappolamento, che almeno il 40% delle specie mondiali di uccelli marini (164 su 406 specie), il 100% delle specie di tartarughe (7 su 7) e il 50% dei mammiferi (62 su 123) sono at-

tualmente noti per aver ingerito detriti plasticci marini. Aumenti significativi per specie di pesci (92 specie) e invertebrati (6 specie) sono probabilmente legati a un maggior numero di studi anziché un improvviso aumento dei tassi di ingestione.

In generale, cresce l'evidenza dell'ingestione di plastica da parte di un'ampia gamma di organismi selvatici, inclusi **molluschi bivalvi** come cozze e ostriche, **arenicole**, **gamberetti** e **zooplancton**, in quanto le piccole dimensioni delle microplastiche le rendono facilmente ingeribili da organismi con diversi meccanismi di alimentazione, inclusi quelli che si nutrono di materia organica, di sedimenti e per filtrazione (Emenike et al., 2023).

Per quanto riguarda gli uccelli marini, i **tubenosi**, tra cui albatros e petrelli, sono i più colpiti (60% delle specie), seguiti dai **Caradriformi** (40%); le differenze dipendono anche dal sistema digerente: i tubenosi trattengono i rifiuti nello stomaco, mentre altri li rigurgitano.



Foto estratta da greenMe

van Emmerik e T., Schwarz (2020). Plastic debris in rivers. *WIREs Water*. 7:e1398. <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>

WWF (2022). Le microplastiche anche nella nostra tavola. Pandanews - WWF Italia. <https://www.wwf.it/pandanews/ambiente/inquinamento/le-microplastiche-anche-nella-nostra-tavola/>

Le reti fantasma

Sono comunemente definiti "reti fantasma" gli attrezzi da pesca persi o abbandonati in mare, invisibili tra le onde, che continuano a pescare passivamente, intrappolando pesci, tartarughe e grandi cetacei. Si tratta spesso di reti in plastica sintetica, resistenti, leggere e quasi indistruttibili, che possono restare in acqua per decenni.

Una rete può diventare "fantasma" in diversi modi: può impigliarsi negli scogli e rompersi, lasciando frammenti sul fondo del mare; può staccarsi dalle imbarcazioni durante mareggiate o incidenti e finire alla deriva; può essere abbandonata volontariamente durante la pesca illegale per evitare controlli, oppure lasciata in mare dai pescatori, se danneggiata o inutilizzabile, a causa di negligenza o della mancanza di adeguate infrastrutture portuali.



Foto estratta da MareVivo

Armonio, F. (2025). Reti fantasma: trappole invisibili che soffocano i nostri mari. Blue Conservancy. <https://blueconservancy.org/reti-fantasma-trappole-invisibili-che-soffocano-i-nostri-mari>

1.2.2 Impatti sulla flora

Anche la flora risente degli effetti negativi dell'inquinamento da plastica. In questa sezione, l'analisi si concentrerà in particolar modo sui due ecosistemi maggiormente colpiti dal fenomeno: i coralli e le mangrovie.

Le barriere coralline

Ospitano un quarto della vita marina e sostengono circa un miliardo di persone in tutto il mondo. Si trovano spesso in acque poco profonde vicino alla costa, il che le rende particolarmente vulnerabili agli effetti delle attività umane, che possono provocare danni fisici causati dallo sviluppo costiero, dal dragaggio, dall'attività estrattiva, da pratiche e attrezzature da pesca, dall'incagliamento delle imbarcazioni e dall'uso improprio.

Tuttavia, la conseguenza più impattante delle attività antropiche è l'inquinamento, che si declina in diversi modi (Thiagarajan e Devarajan, 2024; Samiul Islam, 2025):

- La **sedimentazione**, causata dallo sviluppo urbano, dall'agricoltura o dalla silvicoltura, può depositarsi sui coralli, soffocandoli e compromettendo la loro capacità di nutrirsi, crescere e riprodursi;
- Un **eccesso di nutrienti**, come azoto e fosforo, provenienti dall'uso di fertilizzanti agricoli e residenziali, scarichi fognari e rifiuti animali, può portare alla crescita di alghe che bloccano la luce solare, consumano l'ossigeno di cui i coralli hanno bisogno e favoriscono la crescita di microrganismi patogeni, come batteri e funghi;

- I **patogeni** provenienti da acque reflue, acque piovane e dal deflusso da recinti per il bestiame non adeguatamente trattati oppure i batteri e i parassiti provenienti da contaminazione fecale possono causare malattie nei coralli;
- I **pesticidi** possono influenzare la riproduzione, la crescita e altri processi fisiologici dei coralli, provocandone lo sbiancamento. Si sospetta che metalli, come mercurio e piombo, e sostanze chimiche organiche, come policlorobifenili (PCB), ossibenzene e diossina, influenzino la riproduzione, il tasso di crescita, l'alimentazione e le risposte difensive dei coralli;
- I **sacchetti di plastica**, le bottiglie e gli attrezzi da pesca possono portare a morte del corallo coprendolo, soffocandolo o semplicemente bloccando la luce del sole di cui ha bisogno per la fotosintesi oppure danneggiarlo.

Anche la **pesca** può essere dannosa: quella eccessiva riduce il numero di pesci erbivori che mantengono i coralli puliti dalla crescita eccessiva di alghe, mentre quella con esplosivi causa danni fisici ai coralli. Esistono poi pratiche come la raccolta di coralli per il commercio di acquari, gioielli e curiosità che portano alla distruzione di specie specifiche, dell'habitat e della biodiversità.

Le maggiori minacce globali per le barriere coralline rimangono al momento l'**aumento delle temperature oceaniche** e il **cambiamento nella chimica degli oceani**.

Thiagarajan, C. e Devarajan, Y. (2024). The urgent challenge of ocean pollution: Impacts on marine biodiversity and human health. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103995>

Samiul Islam, F.A. (2025). The Effects of Plastic and Microplastic Waste on the Marine Environment and the Ocean. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 6(3), 1-9. <https://www.ej-geo.org/index.php/ejgeo/article/view/508>

Il riscaldamento sottopone i coralli a stress e può indurli a espellere le alghe microscopiche che non solo producono il cibo di cui hanno bisogno, ma mantengono anche la loro colorazione, evitando di rivelare il colore bianco della struttura di carbonato di calcio sottostante i polipi e provocare il cosiddetto **sbiancamento** dei coralli (EPA, 2025).

Tra gennaio 2023 e maggio 2025, lo stress termico a livello di sbiancamento ha colpito l'84% delle barriere coralline a livello globale, in 83 paesi e territori (Fig. 7). Attualmente, il 44% delle specie di coralli rischia l'estinzione e, anche se il riscaldamento globale fosse limitato a 1,5 °C, dal 70 al 90% delle barriere coralline in acque calde potrebbe scomparire entro il 2050 (UN, 2025).

Quanto più appuntite sono le specie di corallo, tanto maggiore è la probabilità che trattengano plastiche, con un rischio 20 volte superiore di sviluppare malattie, in quanto i rifiuti plastici possono ospitare agenti patogeni e danneggiare il corallo attraverso la privazione della luce, il rilascio di tossine e l'anossia, dando agli agenti patogeni un punto d'appoggio per l'invasione. In particolare, tre malattie aumentano notevolmente se il corallo entra in contatto con la plastica: la malattia della banda erodente scheletrica (24%), le sindromi bianche (17%) e la malattia della banda nera (5%) (Lamb et al., 2018).

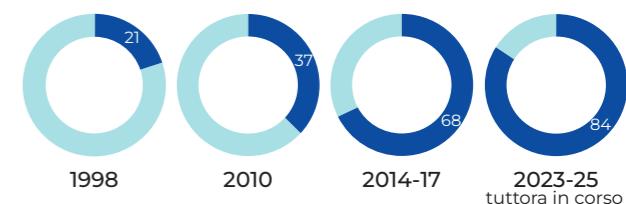


Fig. 7 - % di sbiancamento dei coralli dal 1998 al 2025, da International Coral Reef Initiative



Foto estratta da Caseper

US Environmental Protection Agency (EPA) (2025). Threats to Coral Reefs. EPA. <https://www.epa.gov/coral-reefs/threats-coral-reefs>

United Nations (UN) (2025). Goal 14: Life below water. In: SDG Report 2025. New York: UN Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/Goal-14/>

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. e Harvell, C.D. (2018). Plastic waste associated with disease on coral reefs. *Science*, 359(6374), 460–462. <https://doi.org/10.1126/science.aar3320>

Le foreste di mangrovie

Sono fondamentali per la protezione delle coste dall'erosione e dalle inondazioni e come serbatoi di carbonio per mitigare il cambiamento climatico. Pur fornendo questi servizi ecosistemici essenziali alle comunità costiere, alcune delle loro caratteristiche uniche, le rendono al contempo particolarmente vulnerabili alla plastica. Questo ha portato ad un declino della loro copertura globale negli ultimi anni.

I loro complessi sistemi di radici espansive ed aeree, sviluppate per resistere alle maree, alle onde e alle condizioni anaerobiche e saline dell'ambiente circostante, creano un elevato potenziale di **intrappolamento dei detriti marini**. Anche la loro posizione gioca un ruolo determinante nell'esposizione ai rifiuti di plastica: è stato dimostrato che le foreste rivolte verso la terraferma intrappolano più detriti rispetto a quelle rivolte verso il mare a causa della vicinanza alle abitazioni umane dove vengono prodotti i rifiuti di plastica. Inoltre, il 54% dell'habitat delle mangrovie si trova entro 20 km da alcuni dei fiumi più inquinanti di plastica.

Ad essere compromesse non sono soltanto le piante di mangrovie, ma anche le specie che le popolano: gli uccelli possono rimanere intrappolati nei sacchetti di plastica, il biota delle mangrovie utilizza i rifiuti plastici come nuovi habitat e i granchi riducono la frequenza di costruzione delle tane in presenza di elevati quantitativi di rifiuti o interrano frammenti di plastica in esse.

Nonostante gli effetti negativi generati, è stato recentemente suggerito che l'intrappolamento e il seppellimento della macroplastica all'interno degli ecosistemi di mangrovie possano in realtà essere ecologicamente vantaggiosi, in quanto riducono la quantità di plastica trasportata in mare aperto e, con essa, i relativi impatti negativi sulla vita marina (RKC-MPD, 2024).



Research on Knowledge-based Circular Economy for Managing Plastic Debris (RKC-MPD) (2024). Mangroves and Plastics. RKC-MPD - ERIA. <https://rkcmpd-eria.org/plastic-waste-and-mangrove/detail/mangroves-and-plastics>

1.2.3 Impatti sull'essere umano

Danni sulla salute

Un recente studio ha scoperto che gli esseri umani inalano più di 70.000 particelle all'anno, in ambienti chiusi (circa 190 al giorno) e molte sono così piccole da penetrare nei tessuti dei nostri organi (WWF, 2022). Microplastiche di vari colori e dimensioni sono infatti state rilevate in numerosi campioni umani, tra cui polmoni, latte materno, fegato, milza, placenta, sangue, espettorato, colon, saliva, urina, testicoli e sperma.

Le micro e nanoplastiche entrano nel corpo umano attraverso tre vie principali, come mostrato in Fig. 8: **ingestione, inalazione e contatto cutaneo**.

Si ritiene che il tratto gastrointestinale sia il principale punto di ingresso e che l'ingestione derivi principalmente dal consumo di pesce, frutti di mare, latte, birra, miele, zucchero, sale e acqua in bottiglia contaminati. In particolare, sono state rilevate microplastiche sia nell'acqua in bottiglia sia in quella del rubinetto. La contaminazione può derivare dai materiali plastici delle bottiglie e dei tappi, dal processo di imbottigliamento e dalla degradazione di componenti in plastica presenti negli impianti di trattamento e distribuzione idrica. Si stima che un individuo assuma annualmente tra 39.000 e 52.000 particelle di microplastica, di cui circa 3.000-4.000 provenienti dall'acqua del rubinetto (pari a una media di 4,34 particelle per litro).

L'inalazione di microplastiche si verifica quando piccole particelle di plastica vengono inalate nei polmoni. La superficie alveolare pre-

WWF (2022). Le microplastiche anche nella nostra tavola. Pandanews - WWF Italia. <https://www.wwf.it/pandanews/ambiente/inquinamento/le-microplastiche-anche-nella-nostra-tavola/>

Winiarska, E., Jutel, M. e Zemelka-Wiacek, M. (2024). The potential impact of nano- and microplastics on human health. Environmental Research, 251, e118535. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38460665>

senta infatti una barriera tissutale molto sottile che consente alle nanoparticelle di penetrare nei capillari. Le microplastiche aerodisperse, a differenza di quelle presenti in altri ecosistemi, hanno la capacità di essere inalate continuamente e direttamente nel corpo umano, rappresentando un possibile rischio per la salute, che aumenta per i lavoratori in settori come la produzione di materie plastiche, la gestione dei rifiuti e il riciclaggio, che sono potenzialmente esposti a livelli più elevati di microplastiche o per gli individui che vivono in zone caratterizzate da elevate concentrazioni di microplastiche aerodisperse.

La pelle agisce da barriera protettiva contro alcune particelle esterne, inclusi gli allergeni, ma è anche un sito di applicazione topica per farmaci e cosmetici grazie alla sua accessibilità. Sebbene non vi siano ancora prove conclusive sugli effetti negativi delle microplastiche attraverso il contatto diretto con la cute, non si può escludere il rischio di irritazioni cutanee e reazioni allergiche legate a microsfere o tessuti sintetici (Winiarska et al., 2024).

L'aspetto più pericoloso delle microplastiche è la loro capacità di assorbire contaminanti ambientali per poi rilasciarli negli organismi che le ingeriscono, assieme alle sostanze di cui sono esse stesse composte (WWF, 2022).

Il metilmercurio e i policlorobifenili (PCB) sono gli inquinanti oceanici i cui effetti sulla salute umana sono meglio compresi. L'esposizione dei neonati in utero, attraverso il consumo materno di pesce contaminato, può danneggiare il cervello in via di sviluppo, ridurre il QI e aumentare il rischio di autismo, ADHD e disturbi dell'apprendimento nei bambini. Negli adulti, l'esposizione al metilmercurio, che avviene principalmente attraverso il consumo di pesce e mammiferi marini contaminati, aumenta invece il rischio di malattie cardiovascolari e demenza.

Sostanze chimiche, come ftalati, bisfenolo A, ritardanti di fiamma e perfluorurati, molti dei quali rilasciati in mare dai rifiuti di plastica,

possono interrompere la segnalazione endocrina, ridurre la fertilità maschile, danneggiare il sistema nervoso e aumentare il rischio di cancro. Gli Harmful Algal Blooms (HAB) producono potenti tossine che si accumulano nei pesci e nei molluschi e, se ingerite, queste tossine possono causare gravi danni neurologici o morte rapida; possono anche essere trasportate dall'aria e causare malattie respiratorie. I batteri marini patogeni causano malattie gastrointestinali e infezioni profonde delle ferite (Landigan et al., 2020).

Sebbene le implicazioni per la salute siano ancora in fase di studio, è evidente che affrontare il problema dell'inquinamento da plastica richieda un'azione urgente.

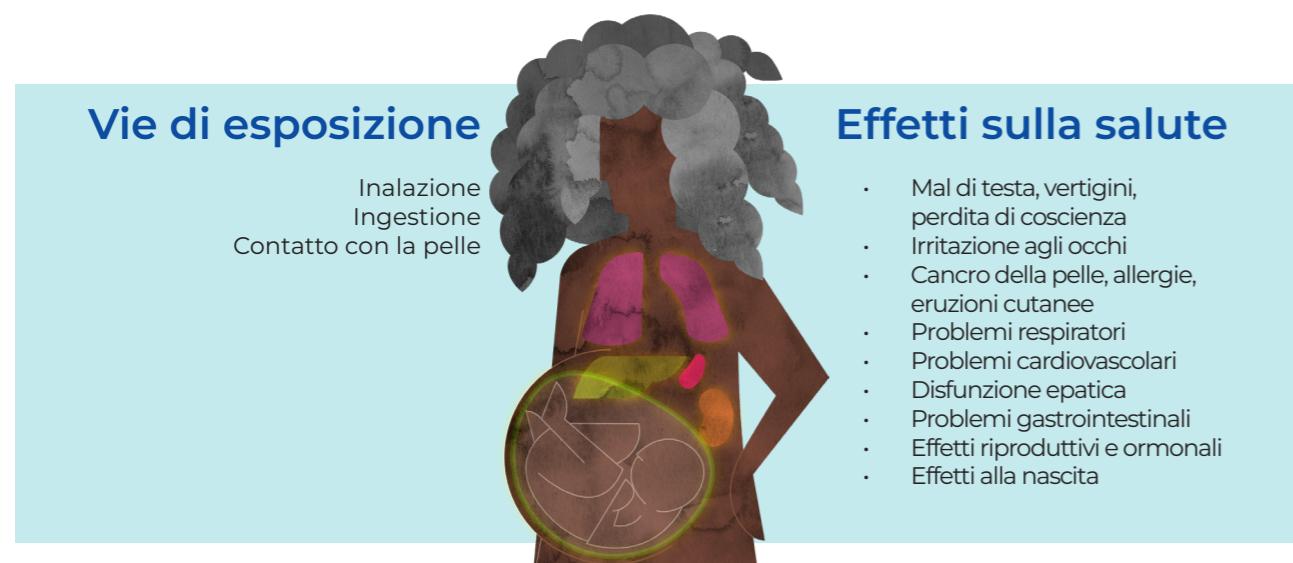


Fig. 8 - Effetti delle microplastiche sulla salute umana

Landigan, P.J., Stegeman, J.J., Fleming, L.E., Allemand, D., Anderson, D.M., Backer, L.C., Brucker-Davis, F., Chevalier, N., Corra, L., Czerucka, D., Bottein, M.D., Demeneix, B., Depledge, M., Deheyen, D.D., Dorman, C.J., Fénichel, P., Fisher, S., Gaill, F., Galgani, F., Gaze, W.H., ... Rampal, P. (2020). Human Health and Ocean Pollution. *Annals of Global Health*, 86(1), 151. <https://annalsofglobalhealth.org/articles/10.5334/aogh.2831>

Danni economici

L'inquinamento dell'idrosfera pone gravi implicazioni anche sull'aspetto economico, in particolare per le comunità umane che fanno affidamento sulle risorse acquatiche. La pesca viene facilmente colpita perché i detriti di plastica possono causare il declino delle popolazioni ittiche, influenzando direttamente la domanda, la sicurezza alimentare e i mezzi di sussistenza, con conseguente deprezzamento delle risorse ittiche e perdite economiche a livello globale.

Le spiagge e gli ambienti marini inquinati influiscono negativamente sul turismo nelle zone costiere, portando ad una diminuzione dell'attrattività estetica e ricreativa e alla perdita di entrate per le imprese locali. Catastrofi come le fuoriuscite di petrolio e il cedimento delle strutture offshore generano enormi costi di pulizia e danni ecologici a lungo termine (Thiagarajan e Devarajan, 2024; Pilapitiya e Ratnayake, 2024).

I rifiuti di plastica aggiungono costi diretti associati all'inquinamento da plastica, al degrado dell'ecosistema marino e alle spese governative per la bonifica, e costi indiretti che comprendono problemi di salute pubblica. I costi regionali per la bonifica marina variano a seconda delle diverse regioni geografiche; l'Asia presenta i costi medi più elevati a causa dell'elevata emissione di rifiuti, mentre l'Europa e il Nord America subiscono la maggiore perdita di fatturato dovuta ai rifiuti di plastica. Per la navigazione i rifiuti rappresentano inoltre un pericolo perché rischiano di rimanere impigliati nelle eliche e nei timoni.

Thiagarajan, C. e Devarajan, Y. (2024). The urgent challenge of ocean pollution: Impacts on marine biodiversity and human health. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103995>

Pilapitiya, P.G.C.N.T. e Ratnayake, A.S. (2024). The world of plastic waste: A review. *Cleaner Materials*, 11, 100220. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772397624000042>

I settori economici responsabili

Alcuni settori economici sono maggiormente responsabili per l'inquinamento marino da plastica (Copernicus Marine Service, s.d.):

- Il **turismo** aumenta la quantità di plastica immessa negli oceani attraverso la creazione e la costruzione di infrastrutture e servizi;
- La **vendita al dettaglio** contribuisce per il 40% circa alla produzione totale di plastica. Si tratta soprattutto di confezioni di alimenti e bevande, necessarie per ragioni sanitarie.
- L'**agricoltura** produce una quantità significativa di macroplastica, come tubi per l'irrigazione, pellet e container di fertilizzanti.
- L'**edilizia** produce una grande quantità di rifiuti in plastica, soprattutto attraverso i progetti di grandi infrastrutture.



Copernicus Marine Service (s.d.). Fonti dell'inquinamento marino da plastica. <https://marine.copernicus.eu/it/servizi/inquinamento-plastica/fonti-inquinamento-marino-plastica>

1.3 Distribuzione e responsabilità globali dei detriti marini

1.3.1 Aree maggiormente dense di rifiuti marini

A rendere l'idea della gravità e delle dimensioni del problema dei rifiuti in mare sono le *garbage patches*, conosciute come isole di spazzatura che si riferiscono a vaste aree nell'oceano dove si accumulano rifiuti. Queste isole sono formate da vortici, che prendono il nome di giroscopi, ovvero correnti oceaniche rotanti, che contribuiscono alla circolazione delle acque oceaniche in tutto il pianeta.

Poiché circa il 60% della plastica prodotta è meno densa dell'acqua di mare, una volta introdotta nell'ambiente marino, galleggia e può essere trasportata dalle correnti superficiali e dai venti, ricatturata dalle linee costiere, degradata in pezzi più piccoli dall'azione del sole, delle variazioni di temperatura, delle onde e della vita marina, oppure perdere galleggiabilità e affondare. Una parte di questa plastica galleggiante, tuttavia, viene trasportata al largo ed entra nei vortici oceanici.

Esistono sei principali vortici influenti in cui si creano le isole di immondizia, ovvero il vortice del Nord Atlantico, del Sud Atlantico, del Pacifico orientale, del Pacifico settentrionale, del Pacifico meridionale e dell'Oceano Indiano. Questi hanno un impatto significativo sull'oceano perché contribuiscono a far girare il cosiddetto nastro trasportatore oceanico, che favorisce la circolazione delle acque oceaniche in tutto il mondo, ma al contempo creano delle zone di accumulo di detriti (LealFilho et al., 2021; Il Giornale dell'Ambiente, s.d.).

Leal Filho, W., Hunt, J. e Kovaleva, M. (2021). Garbage Patches and Their Environmental Implications in a Plasticsphere. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1289. <https://doi.org/10.3390/jmse9111289>

Il Giornale dell'Ambiente (s.d.). Rifiuti in mare: inquinamento idrico e isole di plastica. <https://ilgiornaledellambiente.it/rifiuti-smartamento/rifiuti-in-mare-inquinamento/#isole>

Una volta che le plastiche entrano nel vortice, è improbabile che abbondono l'area finché non si degradano in microplastiche sotto l'effetto del sole, delle onde e della vita marina.

Il termine isola non è propriamente corretto in quanto, a differenza di come le si potrebbe immaginare, le *garbage patches* non sono masse solide visibili di spazzatura, ma una raccolta dispersa di rifiuti, nata come conseguenza delle correnti superficiali degli oceani che, muovendosi circolarmente, creano una spirale con al centro una zona di "acque ferme", caratterizzata da una densità maggiore, ri-

spetto ai bordi che sono frastagliati e meno densi. Inoltre, risulta piuttosto complesso definire con esattezza le dimensioni delle isole di spazzatura, poiché i rifiuti cambiano costantemente posizione e forma a causa della variabilità stagionale e interannuale di venti e correnti.

Una considerevole zona di accumulo per la plastica galleggiante è stata identificata nella parte orientale del vortice subtropicale del Pacifico settentrionale, tra le Hawaii e la California, più precisamente collocata fra il 135° e il 155° meridiano Ovest e fra il 35° e il 42° parallelo Nord. Quest'area è stata descritta come "un vortice all'interno di un vortice" ed è comunemente conosciuta come **Great Pacific Garbage Patch** o **Pacific Trash Vortex**.



The Ocean Cleanup (2025). The Great Pacific Garbage Patch. <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/#what-is-the-great-pacific-garbage-patch>

È la più grande delle cinque zone di accumulo di plastica offshore negli oceani di tutto il mondo, in quanto si stima che copra una superficie di 1,6 milioni di km², un'area grande il doppio del Texas o tre volte la Francia e che, attualmente, sia costituita da 1,1 a 3,6 trilioni di pezzi di plastica. La grande massa si sposta seguendo la corrente oceanica del vortice subtropicale del Nord Pacifico ed è distribuita nei primi metri di profondità dell'oceano (Leal Filho, Hunt e Kovaleva, 2021; Giornale dell'Ambiente, 2025).

Considerando la massa totale, il 92% dei detriti presenti nella chiazza è costituito da oggetti di dimensioni superiori a 0,5 cm, macro e megaplastiche. Tuttavia, in termini di conteggio degli oggetti, il 94% del totale è rappresentato da microplastiche (The Ocean Cleanup, 2025).

La seconda *garbage patch* per dimensione è la **North Atlantic Garbage Patch**, scoperta per la prima volta nel 1976, con un'estensione di 40 milioni di km² e contenente al suo interno 930 milioni di pezzi di plastica.

La **South Pacific Garbage Patch** è un ammasso di rifiuti che si estende al largo del Cile e del Perù, per una superficie di circa 2,6 milioni di km² (8 volte quella dell'Italia), in cui si contano 491 milioni di pezzi di plastica.

L'**Indian Ocean Garbage Patch** copre un'area compresa tra 2,1 e 5,0 milioni di km² ed è una distesa densa di 1300 milioni di detriti di plastica, scoperta nel 2010 al largo delle coste indiane, seconda per numero di detriti.

La **South Atlantic Garbage Patch**, mossa dalla corrente oceanica sudatlantica, tra l'America del Sud e l'Africa meridionale, è la meno conosciuta poiché è collocata lontana dalle rotte commerciali. Formata da ben 297 milioni di pezzi, era fino a poco tempo fa la più piccola delle cinque isole di spazzatura, con una dimensione di circa 0,7 milioni di km².

Di recente scoperta è, invece, l'**Arctic Garbage Patch** che si trova nel mare di Barents, in prossimità del circolo polare artico, dove si sono accumulati i rifiuti della società europea che per la corrente si sono poi andati a depositare di fronte alle coste della Norvegia. L'isola è molto più piccola delle altre, ma costituisce un serio pericolo per l'ecosistema marino della zona (Leal Filho et al., 2021; Il Giornale dell'Ambiente, s.d.).

- Great Pacific Garbage Patch **1**
- North Atlantic Garbage Patch **2**
- South Pacific Garbage Patch **3**
- Indian Ocean Garbage Patch **4**
- South Atlantic Garbage Patch **5**

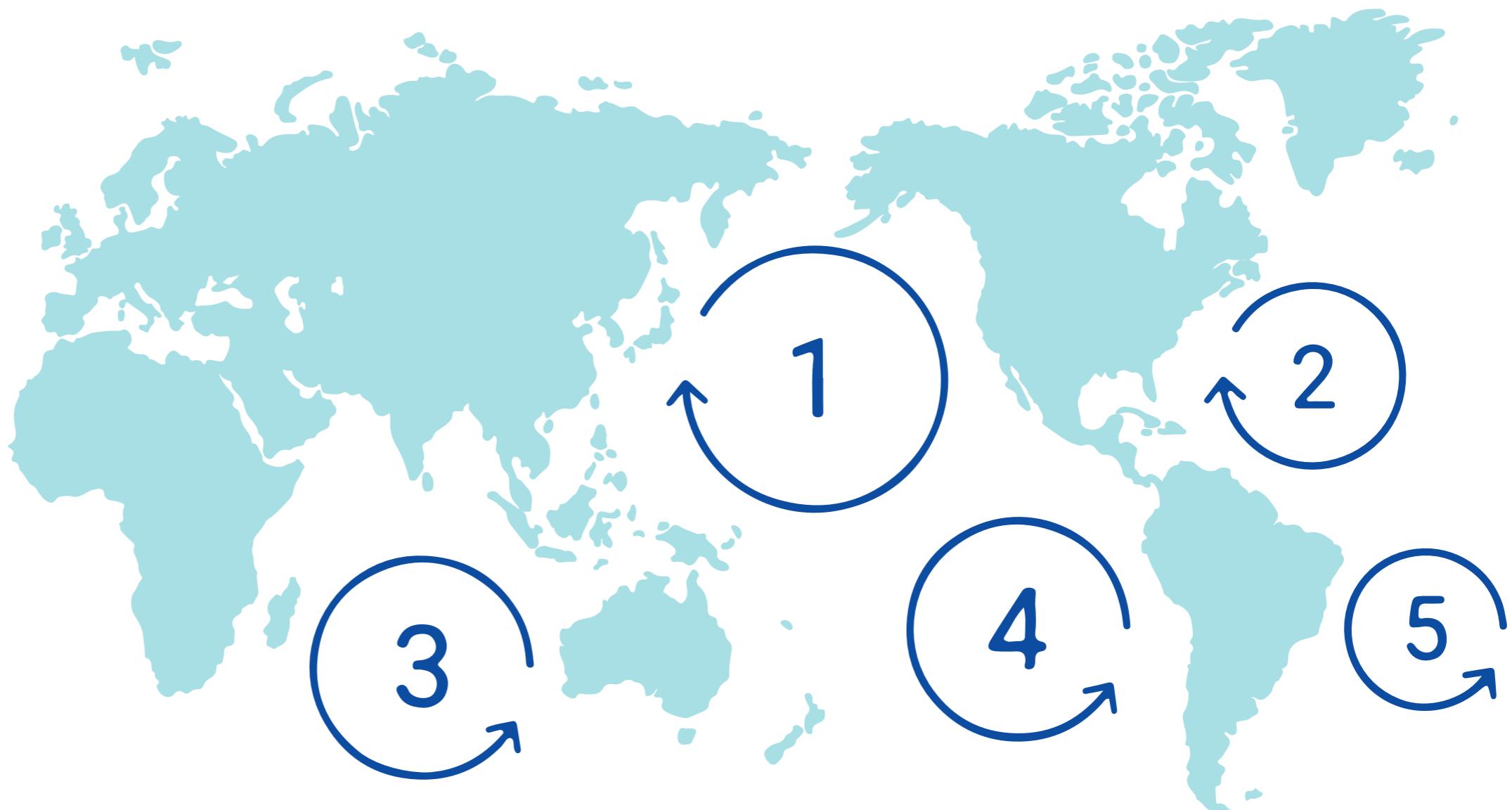


Fig. 9 - Distribuzione geografica delle zone di accumulo dei rifiuti galleggianti

Leal Filho, W., Hunt, J. e Kovaleva, M. (2021). Garbage Patches and Their Environmental Implications in a Plastic Sphere. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1289. <https://doi.org/10.3390/jmse9111289>

Il Giornale dell'Ambiente (s.d.). Rifiuti in mare: inquinamento idrico e isole di plastica. <https://ilgiornaledellambiente.it/rifiuti-smaltimento/rifiuti-in-mare-inquinamento/#isole>

1.3.2 Fiumi e Paesi maggiormente inquinanti

I fiumi sono una via naturale che trasporta nutrienti e sedimenti, tra cui la plastica, dalla terraferma all'oceano. Oltre a conoscere la quantità totale di plastica che entra negli oceani attraverso i fiumi è necessario sapere quali di questi trasportano la quota maggiore del carico totale di plastica. Il numero totale di corsi d'acqua che sfociano negli oceani è di circa 100.000 se si considerano anche quelli più piccoli e si stima che, ogni anno, siano responsabili del rilascio di 1,15-2,41 milioni di tonnellate di plastica nell'oceano (Meijer et al., 2021).

I primi studi sull'esportazione globale di plastica attraverso i fiumi, condotti da Lebreton et al. (2017) e Schmidt et al. (2017), hanno evidenziato che i grandi fiumi trasportano ingenti quantità di plastica. Il primo studio ha stimato che i venti fiumi più inquinanti contribuissero da soli a circa il 67% del totale globale, mentre il secondo ha rilevato un'incidenza ancora più estrema, con i primi dieci fiumi responsabili del 90% del carico di plastica fluviale totale. In seguito, Mai et al. (2019), hanno osservato che i carichi di plastica analizzati erano correlati all'indice di sviluppo umano (ISU) piuttosto che alla cattiva gestione dei rifiuti plastici. Anche in questo caso, i dieci fiumi più inquinanti, perlopiù di grandi dimensioni, risultavano responsabili di circa il 41% del totale. Questi studi presuppongono che la plastica disponibile per il trasporto raggiungesse gli oceani indipendentemente dalle dimensioni del bacino fluviale o dalla distanza del luogo di origine dalla costa.

Un approccio diverso è stato adottato da Mei-

jer et al. (2021), analizzando un nuovo set di dati incentrato sulle macroplastiche. Il modello, sviluppato per estrapolare le emissioni anche nei fiumi privi di dati osservativi, ha considerato diversi fattori del bacino idrografico, come l'uso del suolo e le precipitazioni. Lo studio ha inoltre dimostrato che la ritenzione all'interno dei sistemi fluviali può ridurre la quantità di plastica che raggiunge il mare: le fonti situate in prossimità della rete idrica o degli sbocchi costieri hanno quindi una probabilità maggiore di contribuire all'inquinamento marino.

Secondo le loro stime, sarebbero dunque oltre 1000 i fiumi responsabili dell'80% delle emissioni fluviali annuali di plastica. Inoltre, i piccoli corsi d'acqua che attraversano grandi città costiere risultano tra i principali contributori. Ne emerge dunque un quadro radicalmente diverso rispetto agli studi precedenti: la responsabilità del trasporto di plastica verso gli oceani non è solo di pochi grandi fiumi, ma soprattutto di numerosi fiumi urbani di minori dimensioni (UNEP, 2021).

L'Asia è l'hotspot mondiale per quanto concerne l'inquinamento marino da plastica; infatti, la maggior parte dei maggiori contributori si trova in questo continente (Filippine, India, Malesia, Cina, Indonesia, Myanmar, Vietnam, Bangladesh, Thailandia e Sri Lanka). Le Filippine contribuiscono, con circa 4800 fiumi che trasportano plastica in mare, a circa il 36% delle emissioni globali. Il fiume Pasig risulta, attualmente, il più inquinante. Seguono alcuni Paesi dall'America Latina e dai Caraibi (Brasile, Guatemala, Haiti, Repubblica Domi-

Paese	M_E^* (MT anno ⁻¹)	MPW** (MT anno ⁻¹)	rapporto tra MPW e oceano (M_E per MPW) (%)	Probabilità media di emissione (%)	Fiumi che contribuiscono al 100% M_g	Fiumi che contribuiscono all'80% M_g
Global	$1,0 \times 10^6$	$6,8 \times 10^7$	1,5	0,4	31904	1656
Filippine	$3,6 \times 10^5$	$4,0 \times 10^6$	8,9	7,2	4820	466
India	$1,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^7$	1,0	0,5	1169	211
Malesia	$7,3 \times 10^4$	$8,1 \times 10^5$	9,0	4,4	1070	105
Cina	$7,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^7$	0,6	0,2	1309	139
Indonesia	$5,6 \times 10^4$	$8,2 \times 10^5$	6,8	4,4	5540	105
Myanmar	$4,0 \times 10^4$	$9,9 \times 10^5$	4,0	1,7	1596	71
Brasile	$3,8 \times 10^4$	$3,3 \times 10^6$	1,1	0,2	1240	75
Vietnam	$2,8 \times 10^4$	$1,1 \times 10^6$	2,5	1,6	490	68
Bangladesh	$2,5 \times 10^4$	$1,0 \times 10^6$	2,4	2,3	588	36
Tailandia	$2,3 \times 10^4$	$1,4 \times 10^6$	1,7	0,9	624	48
Nigeria	$1,9 \times 10^4$	$1,9 \times 10^6$	1,0	0,4	301	25
Turchia	$1,4 \times 10^4$	$1,7 \times 10^6$	0,9	0,4	659	29
Camerun	$1,1 \times 10^4$	$5,8 \times 10^5$	1,8	0,5	176	14
Sri Lanka	$9,7 \times 10^3$	$1,6 \times 10^5$	6,2	3,4	147	16
Guatemala	$7,1 \times 10^3$	$3,1 \times 10^5$	2,3	1,7	79	16
Haiti	$6,9 \times 10^3$	$2,4 \times 10^5$	2,9	3,0	233	22
Rep. Dominicana	$6,3 \times 10^3$	$1,9 \times 10^5$	3,2	2,6	186	11
Venezuela	$6,0 \times 10^3$	$6,7 \times 10^5$	0,9	0,4	224	11
Tanzania	$5,8 \times 10^3$	$1,7 \times 10^6$	0,3	0,2	102	8
Algeria	$5,8 \times 10^3$	$7,6 \times 10^5$	0,8	0,1	109	20

Tab. 1 - I primi 20 paesi classificati in base alle emissioni annuali di plastica nell'oceano

nicana e Venezuela) e dall'Africa (Nigeria, Camerun, Tanzania e Algeria). L'India rappresenta il 13% e la Cina il 7% delle emissioni globali.

L'Europa non rientra tra i primi venti Paesi contributori di rifiuti plastici in mare, a dimostrazione del fatto che il problema è legato soprattutto ad una cattiva gestione dei rifiuti e alla mancanza di politiche adeguate allo smaltimento corretto.

I 20 fiumi più inquinanti rappresentano oltre due terzi (67%) dell'apporto annuale globale, coprendo solo il 2,2% della superficie continentale e rappresentando il 21% della popolazione mondiale. Inoltre, i 122 fiumi più inquinanti (il 4% della superficie totale della massa continentale e il 36% della popolazione mondiale) hanno contribuito per oltre il 90% degli apporti di plastica, con 103 fiumi situati in Asia, otto in Africa, otto in America meridio-

Meijer, L.J.J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. e Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz5803>

Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) (2021). Riverine plastic pollution. <https://www.unep.org/interactive/wwqa/technical-highlights/riverine-plastic-pollution>

nale e centrale e uno in Europa (Calleri, 2019; Meijer et al., 2021).

Naturalmente la responsabilità di questo fenomeno non è di un solo Paese o continente, ma dell'intero pianeta.

I Paesi ricchi producono molti più rifiuti di plastica per persona rispetto ai Paesi poveri: la maggior parte produce da 0,2 a 0,5 kg per persona al giorno, contro ad esempio 0,01 in India o 0,07 kg nelle Filippine. Lo stesso vale quando si moltiplica per popolazione, ottenendo la produzione totale di rifiuti di plastica. Il Regno Unito, ad esempio, genera il doppio dei rifiuti di plastica rispetto alle Filippine. Tuttavia, il numero di rifiuti pro capite mal gestiti nelle Filippine è cento volte superiore rispetto al Regno Unito. Ciò che cambia le sorti è dunque il fatto che la plastica entra nei fiumi e nell'oceano solo se mal gestita. Nei Paesi ricchi, quasi tutti i rifiuti di plastica vengono inceneriti, riciclati o inviati in discariche ben gestite. L'incenerimento è usato principalmente nei Paesi ad alto reddito e con limitata disponibilità di terreno, mentre quelli a medio-basso reddito tendono ad avere infrastrutture di gestione dei rifiuti più povere, che comportano il rilascio dei rifiuti a cielo aperto (93% dei rifiuti), a fronte del 2% nei paesi ad alto reddito (World Bank, 2018).

I fattori ambientali che potrebbero contribuire all'introduzione e al tasso di accumulo di rifiuti di plastica terrestri nell'ecosistema marino comprendono il clima, il terreno, l'uso del territorio e le distanze all'interno dei bacini fluviali, nonché disastri naturali come tempe-

ste, uragani, inondazioni, terremoti e tsunami.

L'implementazione del monitoraggio stagionale nelle aree con precipitazioni stagionalmente variabili è importante per evitare la sottostima dei detriti di plastica marina durante la stagione secca o la sovrastima durante la stagione delle piogge, in quanto durante quest'ultima si verifica un aumento significativo della quantità di plastica galleggiante. La distribuzione e la composizione dei detriti di plastica marina possono variare significativamente anche a seconda della posizione e del momento del campionamento. Ad esempio, è emerso che il periodo di ingresso dei rifiuti di plastica attraverso i fiumi è da maggio a ottobre. Nelle destinazioni turistiche più popolari, la stagione estiva contribuisce al 75% della produzione annuale di rifiuti, con i turisti che in genere generano dal 10% al 15% di rifiuti in più rispetto ai residenti locali (Râpă et al., 2024).

La probabilità che i rifiuti mal gestiti entrino nell'oceano tramite i fiumi è molto più alta in paesi come Filippine (7%), Malesia (4,4%) e Sri Lanka (3,4%) rispetto a Cina (0,2%) o India (0,5%). Questo è il motivo per cui i fiumi più piccoli di questi paesi svolgono un ruolo più importante di quanto si pensava in precedenza (Ritchie, 2023).

Calleri, S. (2019). Quali sono i fiumi che trasportano più plastica nei mari? SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente). <https://www.snpambiente.it/riviste/arpatnews/quali-sono-i-fiumi-che-trasportano-più-plastica-nei-mari/>

Meijer, L.J.J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. e Lebreton, L. (2021). More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz5803>

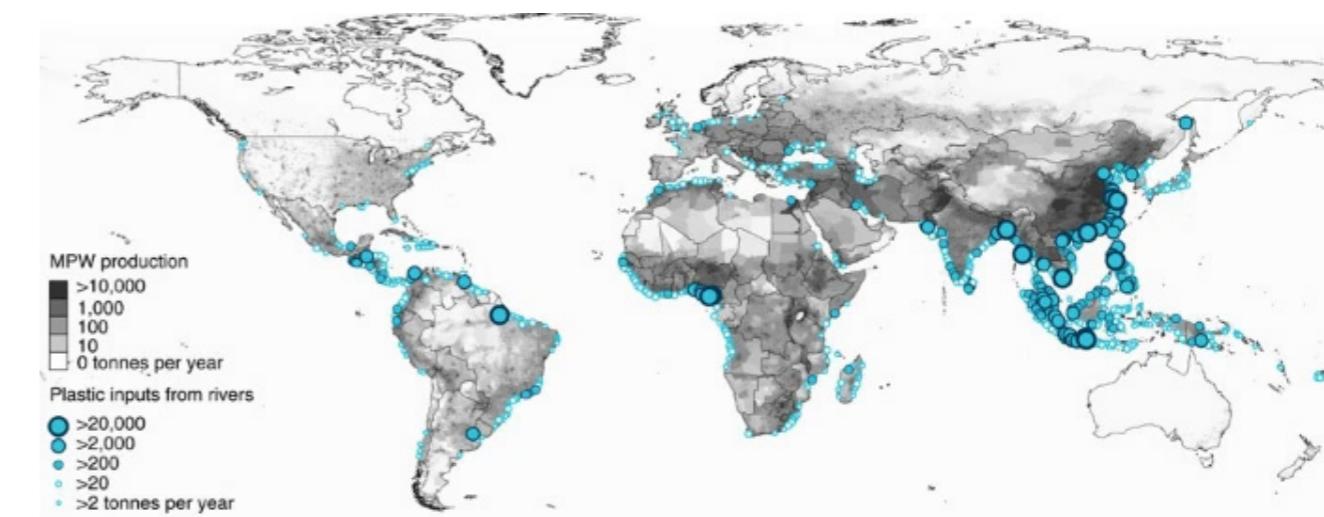


Fig. 10 - Massa di plastica fluviale che scorre negli oceani in tonnellate all'anno



Foto estratta da River Cleaning

Râpă, M., Cârstea, E.M., Săulean, A.A., Popa, C.L., Matei, E., Predescu, A.M., Predescu, C., Donțu, S.I., e Dincă, A.G. (2024). An overview of the current trends in marine plastic litter management. *Recycling*, 9(2), 30. <https://doi.org/10.3390/recycling9020030>

Ritchie, H. (2023). How much plastic waste ends up in the ocean? Our World in Data. <https://ourworldindata.org/how-much-plastic-waste-ends-up-in-the-ocean>

1.4 Il quadro normativo

Secondo il report OCSE, senza politiche specifiche, nel 2040 la produzione globale di plastica arriverà a 736 milioni di tonnellate, con una quota di riciclo che resterà attorno al 6% e i rifiuti di plastica smaltiti in discarica, in modo inadeguato o abbandonati saranno 119 milioni di tonnellate. Questo porterà a un aumento del 40% della loro dispersione in ambiente terrestre e marino, aggravando ulteriormente la crisi climatica e sanitaria globale. A livello economico, i costi per gestire questo flusso crescente di rifiuti si aggireranno attorno ai 2,1 bilioni di dollari, scenario finanziariamente ed ecologicamente insostenibile.

Con l'aumento dell'inquinamento da plastica, anche le risposte dei governi per contrastarlo sono aumentate. Tuttavia, le strategie che si concentrano esclusivamente sul miglioramento della gestione dei rifiuti a livello globale, senza rallentare la produzione, non riusciranno a eliminare le perdite di plastica, così come, l'attuazione di politiche rigorose solo nelle economie avanzate, o una scarsa severità delle politiche a livello globale lungo l'intero ciclo di vita della plastica, avranno un impatto solo marginale.

Per raggiungere l'obiettivo dell'eliminazione dell'inquinamento da plastica è dunque necessaria un'azione ambiziosa da parte di tutti i Paesi, con misure politiche attuate lungo tutta la filiera della plastica.

È inoltre importante che l'impegno e gli obiettivi globali vengano trasposti a livello regionale e nazionale per costituire una buona base per misure in tutto il mondo (Löhr et al., 2017).

Löhr, A., Savelli, H., Beunen, R., Kalz, M., Ragas, A. e Van Bellegem, F. (2017). Solutions for global marine litter pollution. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.009>

OECD (2024). Policy Scenarios for Eliminating Plastic Pollution by 2040. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/76400890-en>

I governi possono (e devono) agire su più fronti, anche contemporaneamente. In primo luogo, accelerando gli interventi volti a rallentare i flussi di plastica e promuovendo obiettivi globali che migliorino la progettazione dei prodotti, eliminando gradualmente le sostanze chimiche problematiche e le plastiche non riciclabili, con il contributo di incentivi, investimenti infrastrutturali e standard armonizzati.

In seconda battuta, è essenziale garantire una corretta gestione dei rifiuti in tutte le regioni, attraverso un miglioramento nei sistemi di raccolta, selezione e riciclaggio e ulteriori investimenti per migliorare la resa e la qualità del riciclo, soprattutto nei Paesi in rapida crescita.

Inoltre, i governi possono attuare interventi mirati per la risoluzione della dispersione di microplastiche, dell'inquinamento da plastica preesistente e delle emissioni di gas serra legate alla plastica tramite la riprogettazione di pneumatici, veicoli, strade, vernici e tessuti, campagne di bonifica e politiche climatiche specifiche.

Infine, i Paesi in via di sviluppo hanno bisogno di maggiore sostegno economico per compensare i costi di prevenzione, raccolta e trattamento dei rifiuti, come l'introduzione della Responsabilità Estesa del Produttore, mentre i Paesi sviluppati possono contribuire tramite l'Aiuto Pubblico allo Sviluppo e sfruttare partnership con il settore privato, assicurando un approccio globale alla gestione sostenibile della plastica (OECD, 2024; Plastmagazine, 2024).

Plastmagazine (2024). Ciclo di vita delle plastiche: gli scenari internazionali secondo il report OCSE. <https://www.plastmagazine.it/ciclo-vita-plastiche-scenari-internazionali-report-ocse/>

1.4.1 L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile

Sottoscritta il 25 settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri delle Nazioni Unite, e approvata dall'Assemblea Generale dell'ONU, l'Agenda è costituita da 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (OSS) o Sustainable Development Goals (SDGs) da adottare per porre fine alla povertà, ridurre le diseguaglianze, affrontare i cambiamenti climatici e costruire società più pacifche e prospere entro il 2030. Gli OSS comprendono 169 obiettivi misurabili, suddivisi in 247 indicatori univoci e hanno validità globale, perché riguardano tutti i Paesi e le componenti della società.

Nonostante l'urgenza della crisi dell'inquinamento da plastica, soltanto un indicatore, il 14.1.1b, è dedicato alla mappatura dell'impatto della plastica sull'ambiente marino. Nessun altro OSS menziona direttamente la riduzione della plastica o dispone di indicatori per valutarne i progressi. Tuttavia, diversi SDG includono target che, seppur indirettamente, affrontano aspetti cruciali per affrontare il problema.

Obiettivo 12 - Consumo e produzione responsabili

Esorta a riconsiderare i nostri modelli di consumo e produzione. Nello specifico, gli obiettivi 12.2 e 12.5 richiedono l'abbattimento del consumo di plastica attraverso misure quali la riduzione, il riciclaggio e il riutilizzo, nonché l'attuazione di una gestione dei rifiuti ecologicamente corretta durante l'intero ciclo di vita del prodotto (Shah et al., 2024).

Ad essi si aggiunge il target 12.4, che prevede la gestione ecomcompatibile di sostanze chimiche e rifiuti durante l'intero ciclo di vita, con

Shah, K.R., Wagle, A., Angove, M.J., Aghamohammadi, N. e Paudel, S.R. (2024). The Plastic Paradox: Unraveling the SDGs amidst a Sea of Plastics in South Asia. *ACS ES&T Water*, 4(6), 2320–2323. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestwater.4c00223>

United Nations (UN) (s.d.). The 17 Goals. In: Sustainable Development Goals. UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). <https://sdgs.un.org/goals>

l'obiettivo di ridurre al minimo i rilasci in aria, acqua e suolo, minimizzando l'impatto sulla salute umana e sull'ambiente.

Gli obiettivi 6 e 11 supportano la prevenzione dell'inquinamento marino da plastica e sono rilevanti rispettivamente per la gestione delle acque reflue non trattate, dei rifiuti urbani e di altri rifiuti, che sono noti per contenere microplastiche.

Obiettivo 6 - Acqua pulita e servizi igienico-sanitari

L'obiettivo 6.3 mira a migliorare la qualità dell'acqua entro il 2030, eliminando le discariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro a livello globale.

Obiettivo 11 - Città e comunità sostenibili

L'obiettivo 11.6 prevede che, entro il 2030, si riduca l'impatto ambientale negativo pro-capite delle città, con particolare attenzione alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti urbani e di altri rifiuti.

Obiettivo 14 - Vita sott'acqua

Mira a ridurre in modo significativo tutti i tipi di inquinamento marino e a ripensare l'economia blu. L'obiettivo 14.1 si concentra sulla prevenzione e la riduzione dell'inquinamento marino, come i detriti marini derivanti da attività terrestri; l'obiettivo 14.2 cerca anche l'uso giudiziario e la protezione degli ecosistemi marini dai detriti marini e azioni per il loro recupero (UN, s.d.).



Immagine estratta da United Nations

Nonostante il quadro normativo e i crescenti sforzi di conservazione, i progressi compiuti fino ad oggi restano limitati.

La produzione globale di plastica continua a crescere, con una stima di aumento del 70% entro il 2040, solo l'8,4% degli oceani è classificato come area marina protetta, ben lontano dall'obiettivo del 30% entro il 2030 e solo il 46% delle aree marine chiave per la biodiversità è sotto protezione. Il riscaldamento e l'acidificazione degli oceani, la pesca eccessiva e le pratiche illegali persistono e il sostegno alla pesca su piccola scala rimane insufficiente.

UNESCO (2021). United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030). UNESCO. <https://www.unesco.org/en/decades/ocean-decade>

Nel 2017 l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha inoltre proclamato il periodo 2021-2030 il "Decennio delle scienze oceaniche per lo sviluppo sostenibile", incaricando la Commissione Oceanografica Intergovernativa (CIO) dell'UNESCO di coordinarne la preparazione e l'attuazione. L'iniziativa mira a stimolare la comunità scientifica per invertire il declino attuale del sistema oceanico, sviluppare le conoscenze scientifiche e le partnership necessarie per accelerare i progressi della scienza oceanica e contribuire al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030 (UNESCO, 2021).

1.4.2 Le politiche significative a livello internazionale

La presa di coscienza da parte degli Stati ha condotto, a livello internazionale, all'adozione di diversi impegni, che, tuttavia, restano spesso affidati alla volontà attuativa degli Stati, non determinando obblighi giuridici vincolanti, seppur fornendo la base per cooperazioni a livello globale nell'ottica di obiettivi specifici comuni (Tani, 2018).

Alcuni principi generali, come il principio precauzionale o quello del divieto di inquinamento transfrontaliero, sono oggi considerati principi generali vincolanti del diritto internazionale dell'ambiente, ma non sono comunque sufficienti, perché non prevedono un approccio globale che copra l'intero ciclo di vita della plastica.

Secondo Karasik et al. (2020) e Kojima et al. (2022), otto politiche internazionali globali adottate o in vigore prima del 2000 sono state costantemente citate come rilevanti negli sforzi per affrontare il problema dell'inquinamento da plastica, anche se molte non includevano misure specificamente mirate alla plastica. Elencate in ordine cronologico sono:

- La Convenzione Internazionale per la Prevenzione dell'Inquinamento da Navi (MARPOL), adottata nel 1973 con Protocollo firmato nel 1978, è il principale strumento vincolante adottato dall'IMO per tutelare l'ambiente marino. L'allegato V, in particolare, affronta il tema dell'inquinamento marino causato dalle attività operative e non intenzionali delle navi. I rifiuti il cui scarico è vietato includono residui domestici ed operativi delle navi,

Tani, I. (2018). Oceani di plastica: il quadro giuridico internazionale. Rivista giuridica dell'ambiente, 3, 613-659. <https://www.torrossa.com/en/catalog/preview/4598558>

Kojima, M., Johannes, H.P., Edita, E.P., Iwasaki, F. e Halimatussaudiah, A. (2022). Towards an International Agreement on Plastic Pollution: The Role of the G20. The Global Solutions Initiative. <https://www.global-solutions-initiative.org/publication/towards-an-international-agreement-on-plastic-pollution-the-role-of-the-g20/>

plastica, attrezzi da pesca e ceneri residue di operazioni di incenerimento di prodotti plastici;

- La Convenzione di Londra sulla Prevenzione dell'Inquinamento Marino da Scarico di Rifiuti e Altre Sostanze, firmata nel 1972 con Protocollo del 1996, successivamente emendato nel 2006 e ratificata da 87 Paesi. Vieta lo scarico di rifiuti nell'ambiente marino da fonti terrestri, tra cui la plastica;
- La Convenzione sulla Conservazione delle Specie Migratorie di Animali Selvatici (CMS), firmata nel 1979;
- La Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare (UNCLOS), firmata nel 1982 per sostituire le Convenzioni di Ginevra. È un quadro giuridico che regola le attività marittime in ambiti come i mari territoriali e le zone contigue, gli stati arcipelagici, le zone economiche esclusive e l'alto mare (Nazioni Unite, nd) per prevenire, ridurre e controllare l'inquinamento dell'ambiente marino da ogni fonte e proteggere e preservare ecosistemi rari o fragili;
- La Convenzione sulla Diversità Biologica, firmata nel 1992;
- L'Agenda 21, concordata nel 1992;
- Il Codice di Condotta della FAO per una Pesca Responsabile, concordato nel 1995;
- Il Programma d'Azione Globale delle Nazioni Unite per la Protezione dell'Ambiente Marino da Attività Terrestri (GPA), concordato nel 1995, menziona esplicitamente la plastica, nel contesto dei "rifiuti e detriti marini", ed è consi-

Karasik, R., Vegh, T., Diana, Z., Bering, J., Caldas, J., Pickle, A., Rittschof, D. e Virdin, J. (2020). 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem: The Plastics Policy Inventory. Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability, Duke University. https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/20-Years-of-Government-Responses-to-the-Global-Plastic-Pollution-Problem_final_reduced.pdf

derata la politica internazionale che più direttamente affronta le fonti terrestri di inquinamento da plastica prima del 2000.

Molti strumenti vietano lo scarico di rifiuti plastici dalle navi, ma l'inquinamento marino da plastica proviene per l'80% da fonti terrestri.

A partire dal 2000, secondo l'Inventario Globale delle Politiche sulla Plastica, sono stati adottati 28 documenti politici internazionali contenenti strumenti con l'obiettivo di affrontare l'inquinamento da plastica. Tuttavia, solo tre di questi sono considerati giuridicamente vincolanti per gli Stati partecipanti (Karasik et al., 2020):

1. Il Trattato Antartico;
2. Gli emendamenti alla Convenzione e al Protocollo di Londra, che rafforzano il divieto di scarico di qualsiasi tipo di rifiuto, inclusa la plastica;
3. L'Allegato V della MARPOL, che proibisce esplicitamente il rilascio in mare di tutte le plastiche e introduce obblighi operativi, tra cui la tenuta obbligatoria di un "Registro dei Rifiuti" (Garbage Record Book) per monitorare gli scarichi.

Alla luce dell'assenza di uno strumento concreto che affronti in modo specifico l'inquinamento da plastica, è emersa la proposta per un Trattato Globale. Nel mese di agosto 2025, 183 Paesi si sono riuniti a Ginevra, in Svizzera, per definire un accordo per un trattato vincolante sull'inquinamento da plastica, ma il risultato è stato un nulla di fatto, come già

era avvenuto tra novembre e dicembre 2024, a Busan, in Corea del Sud, a causa dell'opposizione di un gruppo di Paesi produttori di petrolio, guidati dall'Arabia Saudita. In realtà, fin dal primo di questi negoziati, nel dicembre 2022, nato proprio con l'obiettivo di elaborare uno strumento giuridicamente vincolante per regolamentare l'intero ciclo di vita della plastica, dalla produzione allo smaltimento, la strada si è rivelata molto tortuosa.



Fig. 11 - UN Plastics Treaty Framework

Karasik, R., Vegh, T., Diana, Z., Bering, J., Caldas, J., Pickle, A., Rittschof, D. e Virdin, J. (2020). 20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem: The Plastics Policy Inventory. Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability, Duke University. https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/20-Years-of-Government-Responses-to-the-Global-Plastic-Pollution-Problem_final_reduced.pdf

Da una parte, 74 Paesi riuniti nella *High-Ambition Coalition to End Plastic Pollution by 2040* chiedono un accordo ambizioso che riduca significativamente la produzione di plastica, vietando l'inquinamento lungo tutto il ciclo di vita dei materiali e limitando l'uso di molte sostanze chimiche non regolamentate.

Dall'altra, i maggiori produttori di combustibili fossili, tra cui Stati Uniti, Russia, Arabia Saudita e Cina, riuniti nel *Like-Minded Group*, spingono per un trattato non vincolante, basato sulle *nationally determined contributions*. Questo modello lascerebbe ai singoli Stati la libertà di individuare restrizioni e obiettivi, senza porre limiti alla produzione di plastica, ma solo all'inquinamento, ridimensionando inoltre i riferimenti ai rischi per la salute umana (Belardinelli, 2025; Binda, 2025).



Foto estratta da Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP)

Belardinelli, S. (2025). Sono falliti (di nuovo) i negoziati per il Trattato globale sulla plastica. Il Bo Live. <https://ilbolive.unipd.it/it/news/societa/trattato-globale-sulla-plastica-falliti-negoziati>

Binda, M. (2025). Trattato globale sulla plastica: nessun accordo dopo i negoziati a Ginevra. ASVIS. <https://asvis.it/notizie/2-23695/trattato-globale-sulla-plastica-nessun-accordo-dopo-i-negoziati-a-ginevra>

Attualmente, gli strumenti giuridicamente vincolanti a livello globale non sono sufficientemente specifici, contengono un linguaggio troppo generico, o, ancora, non sono stati ratificati da un numero sufficiente di Stati.

A livello normativo nazionale, invece, gli Stati riscontrano difficoltà nel garantire l'attuazione delle leggi, nel condurre ricerca su materiali alternativi e finanziare la produzione di materiale biodegradabile a livello locale, nel comprendere appieno i costi e gli impatti dell'inquinamento, nel quantificare la plastica che raggiunge il mare, nella mancanza di consapevolezza e di partecipazione pubblica e nella carenza di tecnologie per gestire e controllare l'ingresso sul territorio di prodotti plastici vietati (Tani, 2018).

1.4.3 Le strategie dell'Unione Europea

Nel gennaio 2018, la Commissione Europea ha adottato la Eu Plastics Strategy con l'obiettivo che entro il 2030 tutti gli imballaggi siano riciclabili, per far fronte alla minaccia delle microplastiche e per ridurre il consumo di plastica monouso (Parlamento Europeo, 2018).

Nel 2020, è stato lanciato l'European Plastic Pact, un accordo volontario e non sanzionatorio valido fino al 2025, che riuniva governi, aziende e organizzazioni per accelerare la transizione verso un'economia circolare della plastica in Europa. Promosso dai Paesi Bassi e dalla Francia e parte della New Plastics Economy Initiative della Ellen MacArthur Foundation, aveva come obiettivi principali la progettazione orientata al riutilizzo e alla riciclabilità, l'uso responsabile della plastica, la capacità di riciclo e l'utilizzo di materiale riciclato. Purtroppo, il 15 settembre del 2023 è avvenuta la cessazione delle attività del patto a causa di impegni volontari spesso infruttuosi, partecipazione dei membri insufficiente, struttura organizzativa debole, programma e comunicazione inefficaci. L'UE continua comunque ad impegnarsi nella lotta contro l'inquinamento da plastica attraverso altre iniziative (Neste, 2020).

Il 1° gennaio 2021, l'Unione Europea ha introdotto un'"imposta sulla plastica" basata sulla quantità di rifiuti di imballaggi in plastica non riciclati prodotti da ciascuno Stato Membro per ridurre la proliferazione di rifiuti di plastica non riciclati. Ogni SM è tenuto a pagare un'imposta determinata moltiplicando un'aliquota di 0,80 euro per chilogrammo per il peso dei rifiuti di imballaggi in plastica non riciclati.

Parlamento Europeo (2018). Riduzione dei rifiuti di plastica: le misure dell'UE spiegate. Scoprite le misure adottate dal Parlamento europeo per ridurre i rifiuti plastici e incrementare il riciclo. <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20180830STO11347/>

Alcuni SM hanno pagato l'imposta attingendo ai propri bilanci nazionali, altri hanno introdotto nuove tasse, dazi, oneri, tariffe o contributi sui prodotti in plastica, oppure hanno esteso i regimi esistenti per tassare anche i prodotti in plastica (Commissione Europea, 2021).

Inoltre, dal 3 luglio 2021, l'UE ha vietato i prodotti in plastica monouso più rilevanti sulle spiagge europee ai sensi della Direttiva UE 2019/904 sulla plastica monouso (Single-Use Plastics = SUP):

- posate (forchette, coltelli, cucchiai e bacchette) e piatti;
- cannucce e bastoncini di cotone (ad eccezione di dispositivi medici);
- agitatori per bevande;
- bastoncini per attaccare e sostenere palloncini e relativi meccanismi, ad eccezione dei palloncini per usi e applicazioni industriali o professionali che non sono distribuiti ai consumatori;
- contenitori per alimenti in polistirolo espanso per il consumo immediato senza ulteriore preparazione;
- prodotti realizzati in plastica oxo-degradabile;
- contenitori per bevande in polistirene espanso, compresi tappi e coperchi;
- bicchieri per bevande in polistirolo espanso, compresi coperchi.

Neste (2020). Behind the European Plastics Pact: How Europe drives circularity and tackles the plastic waste challenge through collaboration and convergence. <https://www.neste.com/news-and-insights/plastics/behind-european-plastics-pact-how-europe-drives-circularity-and-tackles-plastic-waste>

Commissione Europea (2021). Risorsa propria basata sulla plastica. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/long-term-eu-budget/2021-2027/revenue/own-resources/plastics-own-resource_it

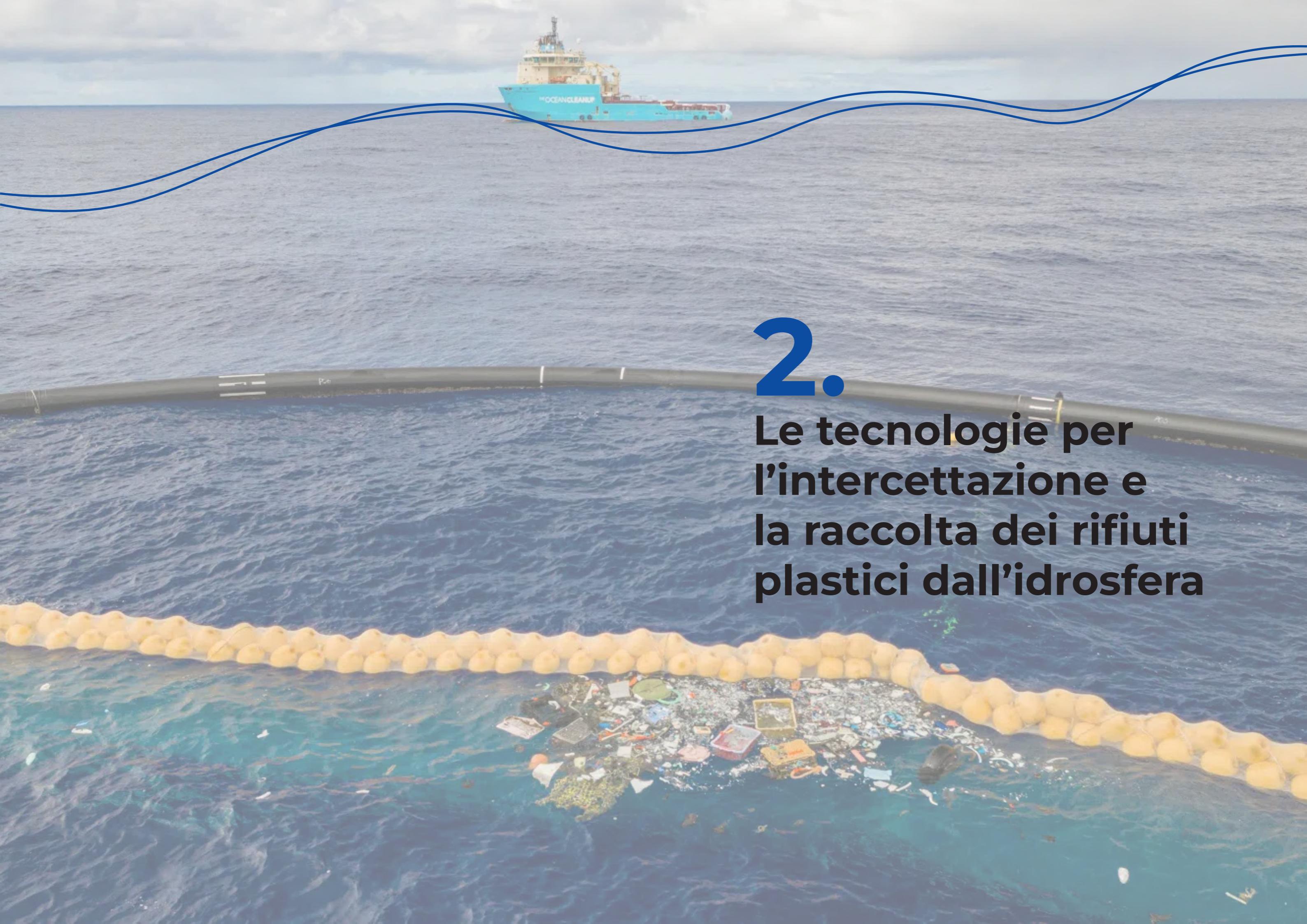
La stessa direttiva ha poi fissato l'obiettivo di raccolta differenziata del 77% per le bottiglie di plastica entro il 2025, con un aumento al 90% entro il 2029 e l'obiettivo di incorporare il 25% di plastica riciclata nelle bottiglie per bevande in PET a partire dal 2025 e il 30% in tutte le bottiglie per bevande in plastica a partire dal 2030 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea, 2019).

Anche l'Italia si sta attivando nella lotta concreta all'inquinamento da plastica: dal 1° gennaio 2019 è vietato vendere i cotton fioc prodotti con materiale non biodegradabile e dal 1° gennaio 2020 sono banditi i cosmetici contenenti microplastiche. Il Ministero dell'Ambiente ha adottato una serie di misure finalizzate ad abolire l'uso della plastica monouso, avviando il percorso per diventare "plastic free" a tutti gli effetti con la campagna #IoSonoAmbiente.



Foto estratta da Ohga!

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea (2019). Direttiva (UE) 2019/904 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj/ita>



2.

**Le tecnologie per
l'intercettazione e
la raccolta dei rifiuti
plastici dall'idrosfera**

2.1 Classificazione delle tecnologie attuali

Considerate le grandi quantità di detriti plastici che finiscono nell'oceano ogni anno, è fondamentale rallentare il rilascio incontrolato di plastica andando ad agire a monte del problema o, se non possibile, effettuarne la raccolta in seguito. Negli ultimi anni sono stati sviluppati numerosi progetti per ridurre e rimuovere i rifiuti dagli ecosistemi acquatici, con gradi di efficacia, obiettivi di scalabilità e costi differenti.

Le tecnologie volte a prevenire la dispersione di plastica possono dare un contributo importante alla risoluzione del fenomeno; tuttavia, sono in quantità minore rispetto a quelle volte a raccoglierla. Inoltre, le tecnologie di prevenzione si concentrano quasi equamente su macroplastiche e microplastiche, mentre le tecnologie di raccolta si occupano prevalentemente di macroplastiche (Schmaltz et al., 2020).

Nel seguente capitolo verrà presentata una rassegna delle principali tipologie di tecnologie esistenti, accompagnate da esempi significativi e suddivise in due macro-categorie: tecnologie fisse e tecnologie mobili. Si tratterà nello specifico di cinque soluzioni: barriere, filtri, contenitori, imbarcazioni e droni.

Il mercato offre un'ampia varietà di questi dispositivi, che spesso si differenziano soltanto per l'estetica o per l'azienda produttrice, ma il cui concept e funzionamento rimangono pressoché invariati. Per ogni categoria sono dunque stati individuati almeno tre casi rilevanti, con l'obiettivo di fornire una panoramica completa.

TECNOLOGIE	
FISSE	MOBILI
BARRIERE	IMBARCAZIONI
FILTRI	DRONI
CONTENITORI	

Tab. 2 - Suddivisione delle diverse tecnologie

Schmaltz, E., Melvin, E.C., Diana, Z., Gunady, E.F., Rittschof, D., Somarelli, J.A., Virdin, J., e Dunphy-Daly, M.M. (2020). Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution. *Environment International*, 144, 106067. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>

2.2 Tecnologie fisse

Tra le tecnologie fisse si distinguono le barriere, i filtri per le acque piovane e i contenitori, semplici ma efficaci strumenti di lotta all'inquinamento marino, che coniugano soluzioni ingegneristiche ad un design mirato.

Le barriere antinquinamento

Le barriere "acchiappa plastica" sono dispositivi galleggianti o ancorati alla sponda dei fiumi, sviluppate per intercettare i rifiuti galleggianti e impedirne la dispersione in mare aperto. Sfruttando la forza delle correnti, delle maree o del vento, i rifiuti sono bloccati e successivamente convogliati verso un'area di accumulo accessibile via terra, da cui vengono poi trasferiti in impianti di selezione per il riciclo, se possibile (La Redazione, 2025).

Si tratta generalmente di soluzioni a basso costo, adattabili anche nei Paesi in via di sviluppo (Fiore et al., 2022). La capacità delle barriere galleggianti di intercettare grandi quantità di rifiuti dipende in modo significativo dalla loro progettazione strutturale che deve adattarsi alle condizioni ambientali e idrologiche dei corpi idrici. Altri fattori che ne influenzano l'efficacia sono la posizione (più funzionale se vicino ai centri urbani), la frequenza di svuotamento, la facilità di manutenzione, la compatibilità ecologica e la presenza di discariche abusive a monte (La Redazione, 2025).

A loro volta, le barriere galleggianti possono essere gonfiabili, realizzate con tessuti spalmati in PVC o poliuretano, oppure rigide. Vengono inoltre classificate come *debris fins* le barriere immerse, che partono dal canale interno dei ponti e che hanno lo scopo di orien-

La Redazione (2025). Le barriere galleggianti bloccano la plastica nei fiumi e contrastano l'inquinamento. Rinnovabili.it. <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/rifiuti/barriere-antiplastica-fiumi/>

Fiore, M., Fraterrigo Garofalo, S., Migliavacca, A., Mansutti, A., Fino, D. & Tommasi, T. (2022). Tackling Marine Microplastics Pollution: an Overview of Existing Solutions, Water, Air, & Soil Pollution, 233:276. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05715-5>

tare i detriti di grandi dimensioni verso i bordi esterni dei fiumi, per renderne semplice il recupero, mentre i *booms* sono quelle progettate per impedire ai rifiuti flottanti di raggiungere la valle o per allontanare la plastica da strutture come ponti o dighe (Tautonico, 2021).

In generale, sono costituite da tre componenti principali: la **struttura galleggiante** (in genere formata da cilindri o rettangoli), che garantisce la stabilità e la resistenza utilizzando materiali durevoli come HDPE, PVC, acciaio o compositi in fibra di vetro; i **sistemi di ormeggi**, che mantengono la barriera in posizione contrastando correnti, onde e maree grazie a cavi, funi sintetiche e connettori elasticci; e i **meccanismi di ancoraggio**, che fissano la barriera al fondale con blocchi di cemento, ancore elicoidali o pali, scelti in base alle dinamiche idrologiche (Sithamparanathan, 2025).

Ciò che contraddistingue queste tecnologie è il loro funzionamento senza (o quasi) energia esterna o motorizzazione. Esse richiedono però una regolare manutenzione, sia per garantire la resistenza a condizioni meteorologiche estreme, sia per evitare intasamenti. Lo svantaggio più frequente è rappresentato dal rischio di ostruire i corsi d'acqua e ostacolare la fauna acquatica, rendendole quindi poco adatte ai fiumi navigabili. Negli ultimi anni, tuttavia, molti progetti hanno ovviato al problema sviluppando sistemi apribili o attraversabili dalle imbarcazioni e dai pesci (Fiore et al., 2022).

Tautonico, T. (2021). UneP: le migliori tecniche per ridurre l'inquinamento da plastica nelle acque. ASViS. <https://asvis.it/notizie/929-8807/uneP-le-migliori-tecniche-per-ridurre-l'inquinamento-da-plastica-nelle-acque>

Sithamparanathan, S. (2025). Evaluating the Impact of Floating Barriers on Plastic Waste Management: A Case Study in Cox's Bazar, Bangladesh. University of Sri Jayewardenepura. <https://ssrn.com/abstract=5437717>

1. The Great Bubble Barrier

È la prima tecnologia che utilizza una barriera a bolle per catturare i rifiuti plastici nei fiumi, senza ostacolare il passaggio delle imbarcazioni o della fauna selvatica.

La barriera di bolle viene creata pompando aria attraverso un tubo perforato posizionato diagonalmente sul letto del corso d'acqua. Si genera così una corrente ascendente che dirige la plastica verso la superficie e il flusso naturale dell'acqua spinge i rifiuti di plastica lateralmente, verso il sistema di raccolta. In seguito la plastica viene rimossa per essere trattata e riutilizzata.

Ha un tasso di cattura pari all'86% dell'inquinamento da plastica galleggiante in un corso d'acqua e cattura efficacemente la plastica di dimensioni comprese tra 1 mm e 1 m. Ad oggi, le barriere sono state installate nei Paesi Bassi, in Germania e in Portogallo, ma il team spera di estendere la tecnologia ai fiumi inquinati di tutto il mondo, soprattutto in Asia (The Great Bubble Barrier B.V., 2025).



The Great Bubble Barrier B.V. (2025). A Smart Solution to Plastic Pollution. The Great Bubble Barrier. <https://thegreatbubblebarrier.com/>

2. River Cleaning System

È una barriera modulare composta da singoli dispositivi galleggianti che trattengono e spostano i rifiuti presenti nei corsi d'acqua. Operativa 24 ore su 24, 7 giorni su 7, garantisce un'efficienza dell'85% nella raccolta dei rifiuti plastici.

Non necessita di fonti di energia: la spinta naturale del fiume fa ruotare ogni modulo in modo simile a quello di una turbina. Il sistema può coprire una parte o l'intero corso d'acqua, in cui è posizionato in serie e in diagonale per consentire lo spostamento del flusso di rifiuti verso il punto di raccolta automatizzato situato in prossimità della riva.

Quando le boe entrano in contatto con le imbarcazioni, si lasciano trascinare lungo i bordi per permetterne il passaggio, per poi tornare nella posizione di partenza. Nel caso in cui un modulo dovesse staccarsi dall'ancoraggio, è previsto un localizzatore GPS per poterla rintracciare e recuperare da un operatore (River Cleaning, 2020).



River Cleaning (2020). River Cleaning System operating capacity. River Cleaning. <https://rivercleaning.com/2020/06/river-cleaning-system-operating-capacity/>

3. Holy Turtle

L'azienda SodaStream ha avviato nel 2018 un progetto per la bonifica della plastica in Honduras, in collaborazione con American Boon & Barrier Corporation.

La tecnologia è una barriera lunga 304 metri progettata appositamente per ripulire il Mar dei Caraibi, al largo della costa di Roatán, dai rifiuti di plastica. Il design si è ispirato ai sistemi di contenimento delle fuoriuscite di petrolio: il dispositivo è trainato alle estremità da due imbarcazioni e, attraverso grandi fori, l'acqua fuoriesce e i rifiuti vengono raccolti al centro della forma a U senza recare danni alla fauna selvatica.

Il dispositivo è adatto a raccogliere i rifiuti che galleggiano in acque superficiali, ma non in quelle oceaniche profonde (Kotecki, 2018).



Kotecki, P. (2018). SodaStream built a 1000-foot-long contraption called the 'Holy Turtle' to collect plastic from the ocean. Business Insider. <https://www.businessinsider.com/sodastreams-holy-turtle-cleans-plastic-from-ocean-in-honduras-2018-10>

I filtri per l'acqua piovana

Questi dispositivi sono progettati per rimuovere inquinanti, sedimenti e altre sostanze dalle acque di scarico provenienti da superfici impermeabili, come strade, parcheggi e tetti, prima che vengano scaricate nella rete fognaria o nei corpi idrici circostanti (Osservatorio della plastica, 2023).

Impedire che la plastica penetri nell'acqua attraverso i sistemi di drenaggio è una soluzione più economica rispetto a catturarla tramite barriere o contenitori e rimuoverla in seguito. Infatti, sebbene rimuovano poco più di una tonnellata di rifiuti all'anno, a causa della forte dipendenza verso i flussi di acque piovane, i filtri diventano una tecnologia promettente se si considerano il consumo energetico, l'autonomia di applicazione, la formazione e le condizioni meteorologiche estreme. Oltre alla plastica galleggiante, sono infatti in grado di catturare uno spettro più ampio di inquinanti affondabili, come sedimenti e battistrada di pneumatici e, se svuotati regolarmente, riducono il rischio di intasamento degli scarichi (Brouwer et al., 2023).

Per i filtri non sono stati individuati e riportati casi studio significativi.

Osservatorio della Plastica (2023). Removal of Plastic from the Seas: The Best Strategies. <https://www.osservatoriodellaplastica.com/en/removal-of-plastic-from-the-seas-the-best-strategies/>

Brouwer, R., Huang, Y., Huijzen, T., Frantzi, S., Le, T., Sandler, J., Dijkstra, H., van Beukering, P., Costa, E., Garaventa, F. e Piazza, V. (2023). Assessing the performance of marine plastics cleanup technologies in Europe and North America. *Ocean and Coastal Management*, 238, 106555. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106555>

I contenitori

Sono dispositivi semi-immersi in acqua, ancorati principalmente a porti turistici e porticcioli - considerate aree ad alto rischio di inquinamento a causa delle intense attività umane - ma possono anche essere installati nei fiumi per raccogliere i rifiuti intercettati dalle barriere.

Una pompa alimentata ad energia elettrica crea una circolazione forzata di acqua verso l'interno del contenitore e successivamente verso l'esterno, che intrappola residui e macro-plastiche. I contenitori richiedono svuotamenti periodici per poter tornare operativi e hanno capacità ridotta rispetto alle barriere (Osservatorio della plastica, 2023).



1. Seabin

Nato dall'idea dei surfisti australiani Pete Ceglinski e Andrew Turton, Seabin è un cestino galleggiante per la raccolta dei rifiuti dalla superficie dell'acqua. Utilizza una pompa sommersa per aspirare fino a 1,3 milioni di litri d'acqua al giorno, filtrando i primi 10 mm della colonna d'acqua. Durante il passaggio dell'acqua, Seabin cattura plastiche, microplastiche, fibre, oli e residui di carburante in un sacco di raccolta rimovibile che può contenere fino a 20 kg. Rimane operativo 24 ore su 24, 7 giorni su 7, offrendo una soluzione semplice ma efficace per ripulire i punti di accumulo di porti, darsene e yacht club (Seabin Project, 2025).

Uno studio dedicato ha dimostrato che, nonostante il Seabin presenti una scarsa selettività nella raccolta dei rifiuti, le dimensioni degli oggetti trattenuti e il tasso di cattura siano ampiamente comparabili all'approccio meccanico o manuale. Inoltre, il sacchetto di raccolta, con un diametro di appena 28 cm, limita le dimensioni massime degli oggetti che vi possono entrare e più del 60% della fauna marina rimane intrappolata nel sacco di cattura, con conseguente morte. Anche gli organismi che sopravvivono alla cattura hanno scarse possibilità di sopravvivere dopo lo smaltimento del contenuto, in quanto la loro separazione risulterebbe troppo dispendiosa in termini di tempo.

La manutenzione del dispositivo richiede la rimozione dall'acqua e la pulizia accurata ogni circa due settimane del cestino, al fine di evitare la riduzione della ritenzione dei rifiuti nel tempo (Parker-Jurd et al., 2022).

Osservatorio della Plastica (2023). Removal of Plastic from the Seas: The Best Strategies. <https://www.osservatoriodelplastica.com/en/removal-of-plastic-from-the-seas-the-best-strategies/>

Seabin Project (2025). How does a Seabin work. <https://seabin.io/how>

Parker-Jurd, F.N.F., Smith, N.S., Gibson, L., Nuoqua, S. e Thompson R.C. (2022). Evaluating the performance of the 'Seabin' – A fixed point device designed to remove floating litter in sheltered waters. *Marine Pollution Bulletin*, 184, 114199. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114199>

2. Trash Collec'Thor

È un dispositivo in alluminio progettato da The Serial Cleaners che attrae e inghiotte i rifiuti solidi o liquidi che galleggiano sulla superficie dell'acqua. Totalmente silenzioso, viene posizionato sul bordo dell'acqua e/o su pontili galleggianti, con un ampio perimetro di attrazione. Attivo 7 giorni su 7, con una capacità di raccolta di 320 litri, funziona grazie ad una robusta pompa industriale, con una portata di 32.000 litri all'ora e una potenza di 750 watt e può contenere fino a 100 chilogrammi di rifiuti prima di essere svuotato.

Con un design ergonomico e bassi requisiti di manutenzione - tra cui un cambio dell'olio all'anno, la manutenzione della pompa ogni 2-3 settimane e la pulizia di base con un'idropulitrice - Collec'Thor garantisce un funzionamento efficace e di facile utilizzo. Per funzionare al meglio, richiede alcune accortezze: un'altezza massima di taglio e dell'onda di 0,30 m, una profondità minima della bassa marea di 1,50 m e una velocità massima della corrente di 1,5 nodi (The Searial Cleaners, s.d.).



The Searial Cleaners (s.d.). Collec'Thor - fixed waste collector. The Searial Cleaners. <https://searial-cleaners.com/our-cleaners/collecthor-the-fixed-waste-collector/>

3. Mr. Trash Wheel

Raccoglie i rifiuti galleggianti dal porto di Baltimore, attraverso un grande nastro trasportatore alimentato meccanicamente da pompe solari e azionato da una ruota idraulica, che gira grazie al flusso naturale dell'acqua. Successivamente i rifiuti sono convogliati in un cassone posizionato sulla chiatte. Il sistema è dotato di una struttura di copertura con pannelli solari sulla parte superiore, che protegge l'attrezzatura e impedisce che i rifiuti raccolti vengano trasportati via dal vento.

Le pompe, il flusso dei rifiuti e il livello dei cassonetti possono essere controllati manualmente o tramite un sistema di controllo e monitoraggio remoto. A seconda delle condizioni meteorologiche e della quantità di rifiuti raccolti, sono necessarie da una a due persone semi-qualificate per trasferire e trasportare i cassonetti pieni. L'assistenza tecnica e la formazione necessarie per il funzionamento e la manutenzione della ruota di raccolta dei rifiuti sono fornite da Clearwater Mills (Mr. Trash Wheel, s.d.).



Mr. Trash Wheel (s.d.). Mr. Trash Wheel – Part-Time Celebrity, Full-Time Trash Interceptor. Mr. Trash Wheel. <https://www.mrtrashwheel.com/>

2.2.1 Il modello *Sungai Watch*

Sungai Watch è un'organizzazione ambientalista no-profit, fondata nel 2020 dai tre fratelli Gary, Kelly e Sam Benchehrib a Bali, in Indonesia. L'isola è la più popolata al mondo ed è sede di 90 dei 1000 fiumi più inquinati, nonché secondo maggiore inquinatore di plastica negli oceani, dopo la Cina, con oltre 350 discariche illegali individuate solo a Bali.

Per far fronte a questa emergenza, un gruppo di oltre 150 "Guerrieri Fluviali" lavora quotidianamente per fermare il flusso di plastica prima che raggiunga l'oceano. Attualmente, sono presenti a Bali e a Giava. Tuttavia, progettando semplici barriere galleggianti per i rifiuti e gestendone la raccolta, lo smistamento e il riciclo creativo, hanno creato un approccio scalabile a livello internazionale per contrastare l'inquinamento da plastica.

Dal 2020 l'organizzazione ha raccolto 3.392.728 kg di plastica, installato 368 barriere, ripulito 260 e organizzato 1.855 pulizie comunitarie. Una parte essenziale della loro missione di lotta all'inquinamento da plastica è sensibilizzare la comunità, organizzando sessioni educative, che incoraggino la riduzione dei comportamenti legati all'usa e getta e una migliore gestione dei rifiuti, ed eventi educativi e di pulizia con le scuole locali.

Dal 2021 si occupano inoltre di stilare dei rapporti di impatto annuali che monitorano i loro progressi e un rapporto di audit del marchio, strumento che dovrebbe servire come campanello d'allarme per aziende, responsabili politici e consumatori riguardo i marchi che dominano i flussi di rifiuti di plastica in Indo-

nesia. Il divario tra politiche e azioni rimane ampio e il rapporto serve appositamente a promuovere conversazioni costruttive e cambiamenti significativi nello sviluppo di piani d'azione definitivi (Equator Initiative, 2024; Sungai Watch, 2025).



Strategie di pulizia dei fiumi

In primo luogo, si effettua una mappatura delle fonti di inquinamento per ottimizzare il posizionamento delle barriere lungo i corsi d'acqua, in base alla larghezza, alle correnti e al traffico navigabile. Le barriere sono flottanti, flessibili e removibili. Una volta posizionate nell'acqua, intercettano i rifiuti grazie ad un insieme di griglie che impedisce al flusso di continuare. Proprio come dei filtri, creano delle aree di accumulo dove i rifiuti vengono raccolti ogni giorno dalle squadre di pulizia di Sungai Watch, i cosiddetti "River Warriors" (Ohga, 2022).

Per ogni fiume possono essere installate più barriere, così da individuare più precisamente le carenze nella gestione dei rifiuti. Questa tecnologia è il modo più rapido ed economico per sradicare l'inquinamento da plastica attivando le comunità sulla terraferma, dato che i fiumi sono il punto di connessione tra la vita sulla terra e l'oceano. Tuttavia, si interviene parallelamente con operazioni di pulizia straordinaria presso spiagge, foreste di mangrovie, discariche illegali e lungo le rive, per impedire che la plastica finisca nei fiumi.

Ma l'obiettivo dell'organizzazione non si limita alla pulizia. Il flusso di lavoro prosegue trasportando i sacchi raccolti in uno dei tre centri di smistamento locali, in cui degli attenti operai smistano ogni pezzo di spazzatura raccolto in oltre 30 categorie di materiali. Successivamente si scansionano i codici a barre dei prodotti che verranno inseriti all'interno di un vasto database, per collezionare informazioni utili alla creazione del report annuale, in

modo da poter alimentare le conversazioni sull'inquinamento da plastica con le parti interessate. Successivamente si effettuano le operazioni di lavaggio, triturazione e riciclaggio dei materiali in condizioni migliori. Infine, con l'aiuto dell'azienda affiliata, Sungai Design, hanno inventato modi innovativi per riciclare la plastica di basso valore in prodotti di design.

La tecnologia sviluppata da Sungai Watch potrebbe essere replicata in tutto il mondo per aiutare a combattere la plastica che soffoca i fiumi e gli oceani, in quanto adattabile ai diversi corsi d'acqua. Anche il modello di business dell'azienda potrebbe assumere una scala internazionale (Sungai Watch, 2025).



Equator Initiative (2024). Sungai Watch. Equator Initiative. <https://www.equatorinitiative.org/2024/11/12/sungai-watch/>

Sungai Watch (2025). Home page. Sungai Watch. <https://sungai.watch/>

Ohga! (2022). Sungai Watch, le barriere che puliscono i fiumi inquinati. <https://www.ohga.it/sungai-watch-le-barriere-che-puliscono-i-fiumi-inquinati/>

Sungai Watch, Rivers (2025). <https://sungai.watch/pages/rivers>

Impact Report 2024

5.675 volontari coinvolti

516 bonifiche organizzate

60 nuove barriere installate

1.078 tonnellate di rifiuti non organici:

- **62%** raccolti dalle barriere
- **38%** raccolti dalle bonifiche

623.021 imballaggi controllati, di cui il:

- **47%** derivanti dai top 10 inquinatori

152 dipendenti a tempo pieno, di cui il:

- **52%** donne

Brand Audit Report 2024

Negli ultimi quattro anni, Danone si era costantemente classificata come il principale contribuente all'inquinamento da plastica. Tuttavia, nel 2024, la prima posizione è stata conquistata da Wings, a causa dell'adozione di modelli di consumo estesi a nuove località nell'East Java. Nonostante questo cambiamento, la bottiglia Aqua di Danone rimane il tipo di imballaggio più frequentemente identificato nell'analisi.

I dati critici supportano gli sforzi di bonifica e possono contribuire a prevenire l'inquinamento da plastica alla fonte. Infatti, oltre a dimostrare l'efficacia delle barriere e del sistema di raccolta della plastica, servono a denunciare la situazione governativa in Indonesia, che non promuove un sistema efficace di gestione dei rifiuti, e a identificare le aziende più inquinanti e responsabili nella produzione di imballaggi monouso.

Sungai Watch (2024). Sungai Watch - Impact Report - 2024. https://drive.google.com/file/d/1jUK7bD_KZ05-OCH5tq_JU7ilcAzbByDT/view

Sungai Watch (2024). Sungai Watch - Brand Audit Report - 2024. <https://drive.google.com/file/d/1lcpsoKbXePmvxa-AOHTaNuhxMgyCPG9/view>

Sungai Design

Nel 2024, Sungai Watch ha anche fondato la sua organizzazione gemella, Sungai Design, con l'obiettivo di dare una seconda vita alla plastica di scarso valore recuperata dai fiumi indonesiani, trasformandola in prodotti di design durevoli e funzionali. Con una parte dei proventi, Sungai Design finanzia direttamente la pulizia dei fiumi, creando un vero e proprio modello di economia circolare.



Foto estratta da Sungai Watch



Foto estratta da Sungai Design

2.3 Tecnologie mobili

Tra le tecnologie mobili si distinguono principalmente le imbarcazioni e i droni.

Le imbarcazioni mobili

Spesso dotate di *skimmer* o reti per il filtraggio, sono utilizzate per ripulire le aree in cui si concentrano i rifiuti galleggianti, anche al largo.

Sebbene siano la soluzione più costosa, rappresentano anche la più efficace perché raccolgono e puliscono quantità significative di plastica. Possono infatti rimuovere tra le 5.000 e le 7.000 tonnellate di rifiuti di plastica all'anno, a differenza dei dispositivi installati nei sistemi di drenaggio delle acque piovane che rimuovono poco più di una tonnellata all'anno, a causa della loro forte dipendenza con i flussi di acque piovane. Le imbarcazioni mobili possono di fatto operare in modo continuo dal momento che i fiumi scorrono costantemente (Brouwer et al., 2023).

Un aspetto negativo che nasce dall'impiego di imbarcazioni per la raccolta dei rifiuti è l'enorme consumo di carburante necessario per ogni missione, che contribuisce ad un'ulteriore forma di inquinamento ambientale (Fiore et al., 2022). Questo limite può essere superato se ad alimentare gli spostamenti è l'energia solare prodotta da pannelli fotovoltaici installati direttamente sulle imbarcazioni.

1. Battello ecologico Pelikan

Grazie alle ridotte dimensioni, è impiegato in aree difficilmente raggiungibili. Raccoglie rifiuti solidi galleggianti o semi-sommersi e sostanze grasse ed oleose sulla griglia di prua mediante due pinze anteriori che si aprono. Una volta riempita, la griglia scorre su sostegni verticali e riversa automaticamente il contenuto nel cestello di stoccaggio.

Il battello opera anche da fermo sfruttando il flusso di aspirazione dell'elica intubata che agisce come una speciale pompa.

È costruito quasi del tutto in alluminio riciclato e sul tetto è dotato di pannelli fotovoltaici per ricaricare le batterie a motore spento e per alimentare i servizi elettrici ausiliari quando è in funzione. Per gli automatismi è invece utilizzato un fluido idraulico biodegradabile a base vegetale. Le pinze anteriori, la griglia di raccolta e il separatore di idrocarburi rendono possibile la completa separazione delle sostanze inquinanti dalla massa d'acqua aspirata (Garbage Group, 2025).



Foto estratta da Garbage Group

Brouwer, R., Huang, Y., Huijzen, T., Frantzi, S., Le, T., Sandler, J., Dijkstra, H., van Beukering, P., Costa, E., Garaventa, F., e Piazza, V. (2023). Assessing the performance of marine plastics cleanup technologies in Europe and North America. *Ocean and Coastal Management*, 238, 106555. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106555>

Fiore, M., Fraterrigo Garofalo, S., Migliavacca, A., Mansutti, A., Fino, D. e Tommasi, T. (2022). Tackling Marine Microplastics Pollution: an Overview of Existing Solutions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233, 276. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05715-5>

Garbage Group (2025). Pelikan. Garbage Group. <https://garbagegroup.it/boats/pelikan/>

2. Versi-Cat trash skimmer boat

Raccoglie la vegetazione acquatica e i rifiuti galleggianti o semi-sommersi in un cestello removibile, sollevabile e scaricabile direttamente in un cassone o in un contenitore a terra. Quando non è in modalità di raccolta, il cestello può essere alzato con un verricello per garantire buone velocità di trasporto. Il sistema funziona anche con le piastre di copertura in posizione.

Il design facilita la raccolta senza l'ausilio di macchinari complessi. Gli scafi da 7 e 8 m offrono inoltre un'ampia area di lavoro sul ponte con spazio per la raccolta differenziata. Viene anche definito la "Strega dell'acqua".

Gli operatori portuali possono gestire efficientemente i rifiuti liquidi e solidi grazie a soluzioni di stoccaggio flessibili (serbatoi integrati e contenitori IBC portatili). Il Versi-Cat offre inoltre una propulsione completamente elettrica, che permette di beneficiare di costi di manutenzione e gestione ridotti e di funzionamento a zero emissioni (Water witch, 2022).



Foto estratta da Water Witch

Water Witch (2022). Versi-Cat Trash Skimmer. Water Witch. <https://waterwitch.com/project/versi-cat-2/>

3. The Manta

È il primo catamarano ecologico, lungo 56 metri, progettato da The SeaCleaners per combattere l'inquinamento da plastica negli oceani. È in grado di raccogliere e trattare grandi quantità di rifiuti marini di plastica prima che si frammentino nell'ambiente.

Durante la navigazione, due ali retrattili separano il plancton dai detriti più piccoli e un impianto sonoro allontana pesci e cetacei dalla traiettoria. The Manta è equipaggiata con vele DynaRig e quattro motori elettrici alimentati da due turbine eoliche e da 2000 m² di pannelli solari, il tutto integrato ad un potente sistema di accumulo energetico. Il design biomimetico e l'alimentazione da fonti di energia rinnovabili ibrido-elettriche consentono all'imbarcazione di operare fino al 75% delle volte in modo autonomo riutilizzando la plastica recuperata, senza combustibili fossili e con un impatto ambientale minimo (Garby, 2024).



Garby (2024). Mangiaplastica: il Manta a difesa dei mari. Garby Italia Srl. <https://www.garbyitaliasrl.it/mangiaplastica-manta-pulizia-dei-mari/>

I droni per i fondali

Attualmente, la maggior quantità di rifiuti marini giace sui fondali oceanici. Tuttavia, a eccezione di alcune operazioni condotte da sommozzatori umani, gli sforzi per contrastare il problema dei rifiuti si concentrano su quelli che galleggiano in superficie. I ricercatori del progetto SEACLEAR, finanziato dall'UE, stanno elaborando una soluzione basata sull'intelligenza artificiale per ripulire i fondali oceanici senza mettere a rischio vite umane (Commissione Europea, 2023).

I droni idrografici di superficie

Sono sostanzialmente imbarcazioni di dimensioni ridotte e indipendenti, che navigano sull'acqua tramite telecomando o autonomamente. Hanno costi di realizzazione e di gestione notevolmente inferiori alle tradizionali imbarcazioni con equipaggio, nelle quali gran parte del volume è necessario per supportare le attività e il sostegno degli occupanti, aumentando in modo esponenziale le dimensioni, il volume e i requisiti di alimentazione. I droni dispongono di un carico utile disponibile esclusivamente per attrezzature scientifiche, proprio perché senza pilota (Codevintec, s.d.).

1. SeaClear

Il prototipo comprende una barca, un drone volante, due robot subacquei e un cestello per la raccolta. L'imbarcazione autonoma passa in rassegna il fondale marino utilizzando un ecoscandaglio multifascio per segnalare i detriti di grandi dimensioni e funge da nave madre in quanto comunica tramite cavi con tutti i robot, che da qui partono e vi fanno ritorno.

Quando l'acqua è sufficientemente limpida, un drone individua i macrorifiuti dall'alto, mentre, sott'acqua, un piccolo robot di osservazione utilizza una telecamera e un sonar per esplorare il fondale alla ricerca di rifiuti più piccoli. Un secondo robot subacqueo più grande li raccoglie con delle pinze, dotate sia di un dispositivo di aspirazione per facilitare la raccolta sotto la sabbia sia di piccole aperture a griglia per non danneggiare le forme di vita marina.

I rifiuti vengono depositati in un cestello rilasciato dalla barca, progettato per impedire che ritornino in acqua (Seaclear Project, 2021).



Seaclear Project (2021). About Seaclear. <https://seaclear-project.eu/about-main/about-seaclear>

Commissione Europea (2023). Pulire i nostri oceani con robot intelligenti. CORDIS | Risultati della ricerca dell'UE. <https://cordis.europa.eu/article/id/442770-cleaning-up-our-oceans-with-smart-robots/it>

Codevintec (s.d.). Drone marino. Codevintec. <https://www.codevintec.it/drone-marino/>

2. WasteShark

È una piccola imbarcazione autonoma di superficie, che eccelle nella gestione efficiente dei rifiuti acquatici.

Caratterizzato da un design elegante che ricorda un piccolo catamarano con un cestino posizionato centralmente tra gli scafi, integra una vasta gamma di sensori e tecnologie all'avanguardia che consentono una navigazione senza interruzioni e una pulizia meticolosa dei corpi idrici.

Il modello WasteShark può essere sia manuale sia autonomo su percorsi di missione preimpostati. È controllato tramite 4G, ha un raggio d'azione di 3 km, raggiunge una velocità di 3 km/h e può nuotare per circa 6 ore. Il robot acquatico è lungo 1,57 m, largo 1,09 m, alto 52 cm e pesa 75 kg.

WasteShark raccoglie inoltre dati sulla qualità dell'acqua. Ad esempio, può monitorare se l'acqua fuoribordo è adatta al nuoto (RanMarine Technology, 2025).



Foto estratta da Tecnologia RanMarine

3. Jellyfishbot

È un robot compatto che raccoglie rifiuti e oli dalla superficie dei corpi idrici. Autonomo, robusto e facile da usare, è una soluzione versatile: può operare in siti industriali e petrolchimici, antinquinamento, porti, yachting, canali, laghi e strutture ricreative e sportive. Permette agli utenti di pulire aree difficili da raggiungere, in totale sicurezza, in autonomia o con controllo remoto. I suoi retini da 80 litri raccolgono sia macro e microplastiche e possono anche essere dotati di assorbenti per oli, fino a 30 litri.

È dotato di sensori per misurare temperatura, salinità, torbidità, concentrazioni di cianobatteri e fitoplancton ed eseguire rilievi batimetrici fino a 20 m di profondità. Il robot può coprire una superficie di 1000 m² ad una velocità di 1 nodo, pesa 20 kg con le batterie (14 senza) e non emette CO₂. La rete di raccolta è riciclabile al 100% e raccoglie fino a 3 tonnellate di rifiuti l'anno se utilizzato almeno due volte a settimana (Maris Marine Environmental, 2025).



Foto estratta da IADYS

RanMarine Technology (2025). WasteShark. <https://www.ranmarine.io/products/wasteshark/>

Maris Marine Environmental (2025). Jellyfishbot. Maris Marine Environmental. <https://www.maris.com.tr/en/products/jellyfishbot>

4. DPOL® HD

Il drone affronta efficacemente i problemi di inquinamento galleggiante in ambienti protetti come porti turistici, cantieri navali, industrie e acque interne.

Compatto e leggero, è facile da installare e spostare e funziona in modo autonomo: una volta in acqua, raccoglie continuamente i rifiuti in superficie senza il bisogno di alcun intervento umano. È inoltre silenzioso e dotato di due portabandiera.

Una potente pompa aspira l'acqua dalla parte posteriore, creando una corrente che trascina gli inquinanti dalla parte anteriore alla rete del dispositivo, mentre il vento e la corrente naturale favoriscono l'accumulo dei rifiuti. Il robusto design in alluminio consente un uso intensivo con una manutenzione limitata allo svuotamento della rete e alla pulizia occasionale (NauticExpo, s.d.).



Foto estratta da NauticExpo

NauticExpo (s.d.). Drone marino per la raccolta di rifiuti - DPOL® HD - EKKOPOL. NauticExpo. <https://www.nauticexpo.it/prod/ekkopol/product-201304-600270.html>

5. Pixie Drone

È un drone marino progettato per pulire materiali indesiderati come rifiuti, plastica, microplastica, piante invasive dall'acqua dell'entroterra e vicino alla costa.

Può raccogliere fino a 60 kg di rifiuti, è lungo circa 1 m, ha velocità massima di 3 km/h e un'autonomia di 6 ore di funzionamento per ricarica e, oltre ad essere dotato di una videocamera con una portata di 300 m, può essere telecomandato da una distanza massima di 500 m.

Pixie Drone è ideale per l'applicazione in aree lacustri di dimensioni limitate, ma anche di marine portuali. Dotato di una speciale spugna assorbente, è in grado di raccogliere anche i residui di olio e carburante. Può anche essere configurato per raccogliere dati sulla qualità dell'acqua dall'ambiente marino, che vengono inviati alla piattaforma SaaS RanMarine Connect per essere visualizzati e analizzati (The Serial Cleaners, 2023).



Foto estratta da ZeroUno

The Serial Cleaners (2023). MANUALE D'USO Modello A PIXIE DRONE. The Serial Cleaners. <https://searial-cleaners.com/wp-content/uploads/2024/02/Notice-Pixie-Model-A-IT-2023.pdf>

2.3.1 Il modello *The Ocean Cleanup*

L'organizzazione ambientalista no-profit, fondata nel 2013 dall'inventore olandese Boyan Slat a Delft, nei Paesi Bassi, è diventata simbolo della lotta contro l'inquinamento da plastica negli oceani. Ha sede principale a Rotterdam ed è composta da un gruppo di oltre 150 professionisti con background e competenze diverse.

The Ocean Cleanup, ad oggi, dispone delle tecnologie per intercettare la plastica nei fiumi prima che raggiunga l'oceano e di tecnologie per rimuovere la plastica già presente in mare, ovvero i detriti che si sono accumulati nel corso dei decenni. L'obiettivo dell'organizzazione è rimuovere il 90% della plastica galleggiante negli oceani entro il 2040, ripulendo la plastica abbandonata che galleggia già nell'oceano e bloccando le fonti di plastica. Rimuovendo la plastica quando ancora è in gran parte di grandi dimensioni, si impedisce la sua frammentazione in microplastiche.

Tecnologia oceanica

La tecnologia opera a bassa velocità, trainata da due imbarcazioni di supporto, sfiorando la superficie dell'oceano per catturare i detriti di plastica galleggianti, evitando la vita marina. I detriti vengono guidati lungo le "ali" del sistema verso una zona di ritenzione, ovvero una sacca di grandi dimensioni che trattiene la plastica fino al momento dell'estrazione. Una volta piena, la zona di ritenzione è svuotata direttamente sul ponte di un'imbarcazione di supporto; successivamente viene reinserita in acqua per continuare il processo di raccolta.

Evoluzione storica della tecnologia

- **System 001:** lanciato nel settembre 2018 ha rappresentato il primo sistema di pulizia al mondo ad essere sperimentato nel Great Pacific Garbage Patch. Durante la campagna di circa quattro mesi, ha permesso di convalidare diversi aspetti della tecnologia, come la stabilità, la configurazione e la capacità di orientarsi con il vento e di non generare problemi a livello ambientale. Tuttavia, il sistema non tratteneva efficacemente la plastica e ha subito una frattura da fatica, che ha causato il distacco di una sezione di 18 metri, portando alla conclusione del monitoraggio nel gennaio 2019.
- **System 001/B:** progettato in risposta ai problemi riscontrati con il primo sistema, è stato installato nel giugno 2019 nel GPGP, introducendo un'ancora galleggiante a paracadute per il rallentamento del sistema, una linea di sughero più grande per impedire alla plastica di oltrepassarla. Il nuovo design ha permesso la prima cattura di successo di plastica dal GPGP. Tuttavia, non era ancora pronto per essere adattato a una flotta in grado di ripulire le chiazze di spazzatura oceanica. Con la plastica recuperata sono stati realizzati gli occhiali da sole The Ocean Cleanup.
- **System 002:** comunemente chiamato Jenny, è stato il primo sistema di bonifica su vasta scala, passando dalla propulsione passiva a quella attiva. Tra luglio e

ottobre 2021 il sistema ha raccolto quantità significative di plastica, con un impatto ambientale negativo limitato e senza riscontrare problemi di sicurezza. In questo modo la tecnologia oceanica è stata consolidata e si stima che, fino al 2023, abbia estratto dall'oceano 282.787 kg di rifiuti.

- **System 03:** implementato nell'agosto 2023, è l'attuale soluzione di pulizia degli oceani, quasi tre volte più grande della precedente, con una barriera lunga circa 2,2 km e uno schermo profondo circa 4 m sotto la superficie dell'acqua. È trainato da due imbarcazioni a bassa velocità e utilizza dati di monitoraggio e modelli di AI per dirigersi verso le zone a più alta densità di plastica. È dotato inoltre di dispositivi di rilevamento e maglie di dimensioni maggiori nella zona di ritenzione, in modo da evitare l'impigliamento delle creature marine.

Il Sistema 03 è il modello migliore di tecnologia per la pulizia degli oceani, ma per ripulire l'intera isola di spazzatura sarebbe necessaria una flotta di circa una dozzina di sistemi. Altra strategia da tenere in considerazione è agire intercettando la plastica nei fiumi prima che venga dispersa negli oceani, in quanto, come visto nel capitolo precedente, i fiumi sono responsabili della maggior parte della plastica che arriva negli oceani (The Ocean Cleanup, 2025).



Foto estratta da The Ocean Cleanup



Fig. 11 - Evoluzione del System 03, da The Ocean Cleanup

Tecnologia dei fiumi

A partire dal 2015, The Ocean Cleanup ha messo a punto la progettazione e realizzazione degli Interceptor, la prima soluzione solare, automatizzata e scalabile per intercettare i rifiuti plastici nei corsi d'acqua prima che raggiungano gli oceani. Poiché ogni corso d'acqua è differente, in termini di larghezza, profondità, velocità del flusso, composizione dei detriti, stagionalità e maree, esiste una gamma di soluzioni tecnologiche, dall'alta alla bassa tecnologia, adattabili caso per caso (The Ocean Cleanup, 2025).

Evoluzione storica della tecnologia

- **Interceptor Original:** presentato ufficialmente nel 2019 a Rotterdam, è stata la prima tecnologia high tech di pulizia dei fiumi, con meccanica alimentata interamente ad energia solare, elaborazione intelligente e facile monitoraggio. Si tratta di un catamarano che lavora in maniera autonoma e continua: i detriti incontrano una barriera galleggiante che guida i rifiuti verso il nastro trasportatore che li estrae dall'acqua e li deposita all'interno di sei contenitori sulla chiatte. Gli operatori vengono avvisati automaticamente quando i cassonetti sono quasi pieni e procedono con lo svuotamento e l'invio agli impianti di smaltimento, per poi riportare la chiatte all'Interceptor. È stato installato per la prima volta in Indonesia, Malesia, Vietnam e Repubblica Dominicana, dimostrando la sua efficacia nei fiumi più inquinati del mondo.

- **Interceptor 2.0:** nato dal miglioramento della tecnologia precedente, è costituito da un nastro trasportatore a navetta e di dimensioni maggiori, per distribuire il carico su tutti i contenitori e aumentare la capacità di stoccaggio. Inoltre, i contenitori sono più pratici e sostituibili e l'idrodinamica e la stabilità ottimizzate per affrontare le forti correnti e garantire una corretta posizione.
- **Interceptor Barrier:** è una barriera galleggiante indipendente, ancorata ad U alla foce di piccoli fiumi. A differenza delle normali barriere per gli Interceptor standard, essa è permeabile e trattiene efficacemente i rifiuti in acqua.
- **Interceptor Tender:** è un'imbarcazione motorizzata di supporto che funziona con le Interceptor Barrier. Non raccoglie dunque direttamente i rifiuti, ma utilizza un nastro trasportatore che li sposta dalla barriera ai cassoni a terra, velocizzando il processo e riducendo i tempi di fermo.
- **Interceptor Barricade:** installato nel Rio Las Vacas in Guatemala nel maggio del 2023, è dotato di un design più resistente per sopportare i forti tsunami che si verificano in questa area durante la stagione delle piogge. È costituito da due barriere, una a monte che sopporta la pressione dei rifiuti e una a valle che cattura la plastica persa. È capace di intercettare enormi volumi di rifiuti in poche ore.

Attualmente The Ocean Cleanup dispone di 20 Interceptor distribuiti in 9 paesi, ma continua a cercare altre soluzioni per i diversi fiumi del mondo (The Ocean Cleanup, 2025).

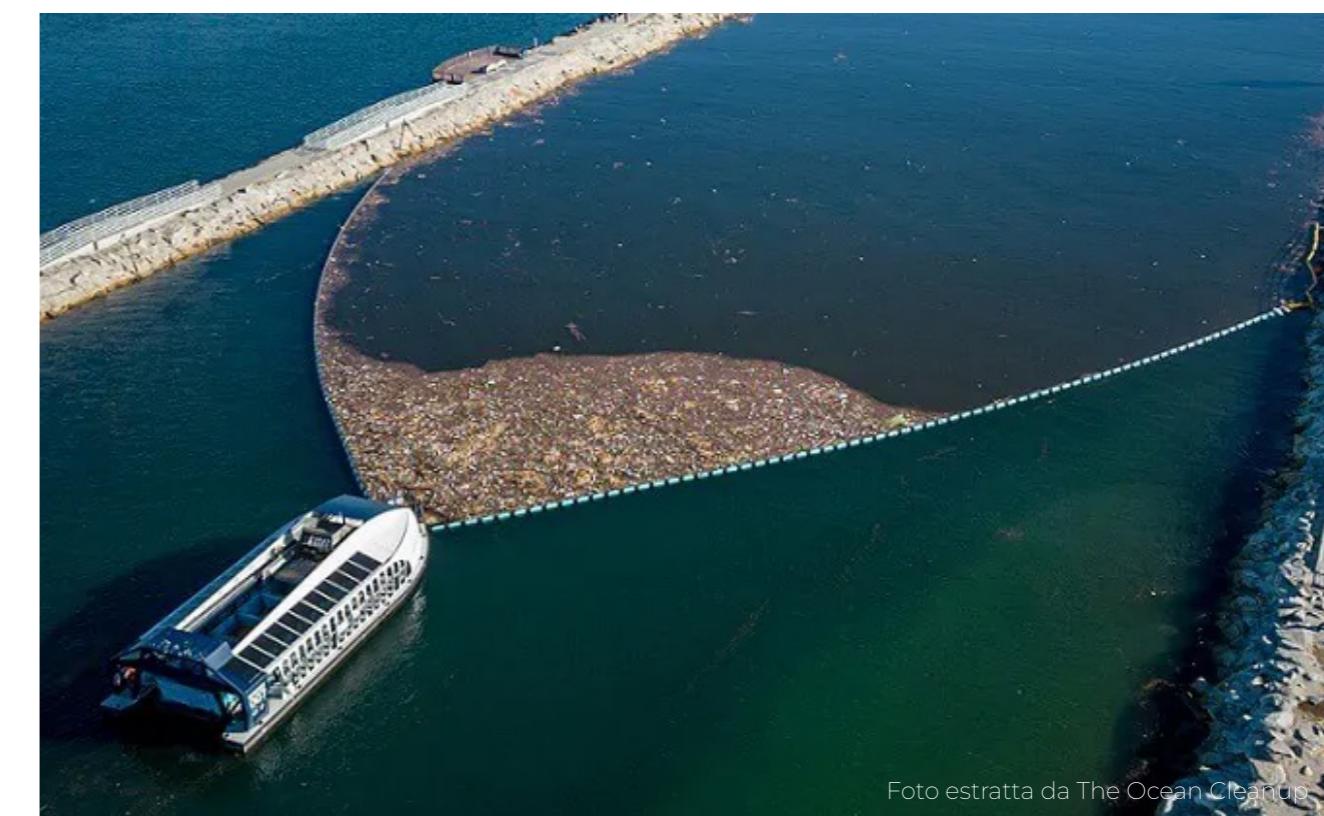


Foto estratta da The Ocean Cleanup

2.4 Interventi di pulizia delle coste

La pulizia delle spiagge è una soluzione relativamente economica: la cattura e la rimozione dei rifiuti sulla terraferma sono più convenienti rispetto alle stesse operazioni effettuate in acqua. I rifiuti abbandonati dai bagnanti o portati a riva dal mare possono essere raccolti attraverso metodi manuali, con l'utilizzo di sacchi, guanti e rastrelli, oppure tramite l'ausilio di dispositivi pulisci-spiaggia per coprire aree maggiori. La pulizia delle spiagge preserva la biodiversità delle regioni costiere, apportando benefici alle specie vulnerabili come le tartarughe marine e gli uccelli marini nidificanti, ma migliora anche la percezione dei luoghi costieri, contribuendo all'attrattività turistica e incentivando l'economia locale.

In questo contesto esistono numerosissime iniziative ed organizzazioni unite dallo stesso intento. È necessario menzionare una realtà che opera a livello globale con il compito di organizzare eventi collettivi di sensibilizzazione e di raccolta dei rifiuti dalle spiagge.

Si tratta di Ocean Conservancy che dal 1986, ogni anno a settembre, organizza l'International Coastal Cleanup, ovvero la giornata internazionale per la pulizia delle coste, che coinvolge centinaia di migliaia di volontari nella rimozione dei rifiuti dalle spiagge di più di 100 nazioni. L'organizzazione ambientalista fonda i suoi principi sull'assoluta convinzione che ogni individuo possa fare una differenza positiva per il pianeta. La pulizia delle spiagge permette inoltre l'identificazione delle fonti dei detriti e di sensibilizzare verso un cambiamento dei comportamenti individuali. Dal suo inizio, con più di 18 milioni di volontari, ha

raccolto circa 160 milioni di kg di spazzatura, mobilitando e sensibilizzando la collettività e fornendo dati preziosi (Ocean Conservancy, 2025).

In Italia esistono numerose associazioni che si occupano di preservare la bellezza delle nostre coste e dei nostri mari. MareVivo, in particolare, collabora da anni con Ocean Conservancy per organizzare campagne ed iniziative volte a promuovere comportamenti consapevoli ed eco-sostenibili per la gestione e cura del proprio ambiente di vita, con particolare attenzione alle spiagge, al mare e al suo ecosistema. Nel 2023 ha coinvolto oltre 3500 volontari per un totale di 95.000 kg di rifiuti raccolti (MareVivo, 2024).

Tuttavia, nonostante gli sforzi delle organizzazioni, l'effetto delle pulizie rimane temporaneo in mancanza di politiche di prevenzione efficaci e permane il problema delle microplastiche sepolte sotto lo strato superficiale della sabbia, quasi impossibili da individuare ad occhio nudo (Parker, 2020).



Foto estratta da LifeGate

Ocean Conservancy (2025). Cleanups & ICC. Ocean Conservancy. <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-cleanup/>

Marevivo (2024). Beach Clean Up. Marevivo. <https://marevivo.it/attivita/beach-cleanup/>

Parker, L. (2020). La pulizia delle spiagge non elimina del tutto i rifiuti di plastica. National Geographic Italia. <https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2020/05/la-pulizia-delle-spiagge-non-elimina-del-tutto-i-rifiuti-di-plastica>

1	63.207.042	Mozziconi di sigarette
2	30.206.931	Involucri alimentari (caramelle, patatine, ...)
3	24.344.647	Bottiglie per bevande
4	23.802.977	Sacchetti di plastica
5	18.600.786	Tappi di bottiglia
6	15.466.088	Cannucce
7	9.414.312	Stoviglie in schiuma
8	8.026.935	Bicchieri di plastica, piatti
9	7.317.594	Coperchi
10	6.748.559	Forchette, coltelli e cucchiai
1	1.947.483	Mozziconi di sigarette
2	1.358.870	Bottiglie per bevande
3	853.086	Tappi di bottiglia
4	762.803	Involucri alimentari (caramelle, patatine, ...)
5	563.390	Sacchetti della spesa
6	510.524	Altri sacchetti
7	441.312	Contenitori alimentari
8	438.097	Bicchieri e piatti di plastica
9	415.957	Cannucce
10	375.810	Bicchieri e piatti di carta

Fig. 12 - Oggetti di plastica raccolti in tutto il mondo dai volontari ICC dal 1986 al 2025

Ocean Conservancy (2024). Charting a Course to Plastic Free Beaches Part 2: An Ocean Conservancy Policy Report Informed by Nearly 40 Years of International Coastal Cleanup® Data. <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2024/08/ICC-Report-Part-2-v2.pdf>

Fig. 13 - Oggetti raccolti in tutto il mondo dai volontari ICC nel 2025

2.5 Confronto tra le tecnologie esistenti

La rimozione della plastica dalle spiagge, l'impiego di barriere galleggianti antinquinamento, contenitori e filtri per l'acqua piovana sono attualmente le strategie con i minori costi operativi e d'investimento, mentre l'uso di imbarcazioni e droni necessita di maggiori spese. Tuttavia, considerando l'efficacia dei sistemi, in termini di quantità di plastica rimossa annualmente e di costi per rimuovere ogni chilogrammo di plastica, risultano più convenienti le tecnologie mobili (Osservatorio della Plastica, 2023).

Nel complesso poi, i sistemi passivi, come barriere e contenitori, sono soluzioni più economiche rispetto al recupero manuale, ma alcuni rimangono limitati dalla profondità a cui possono operare.

Negli ultimi anni, l'avanzamento delle tecnologie di pulizia degli ecosistemi acquatici ha dimostrato la possibilità di applicazione di alcuni progetti virtuosi su scala globale, alimentando la speranza di ridurre significativamente i livelli di inquinamento dei mari e degli oceani nei prossimi decenni. Nello stesso contesto, le tecnologie ancora in fase di sviluppo aprono invece nuovi orizzonti, ma necessitano di una cooperazione politica internazionale e di azioni concrete da parte delle imprese e dei cittadini (Teng et al., 2025).

Durante la selezione delle tecnologie migliori presenti sul mercato, un fattore determinante è stato il grado di maturità tecnologica. Alcune scelte individuate inizialmente si sono poi rivelate prive di un piano convincente per raggiungere Technology Readiness Level (TRL)

elevati. D'altro canto, anche alcuni dei dispositivi di bonifica già consolidati a livello nazionale e internazionale non fornivano sufficienti informazioni. Queste considerazioni hanno portato ad una selezione ristretta.

Gli esempi riportati in questo capitolo sono distinti in base al funzionamento (fisso o mobile), ma possono essere ulteriormente classificati a seconda delle dimensioni dell'area di intervento. In questo senso, si individuano:

- sistemi di **piccola scala** da utilizzare lungo le coste, in aree portuali, laghi e fiumi;
- sistemi di **larga scala** volti a raccogliere le plastiche presenti nei mari e negli oceani.

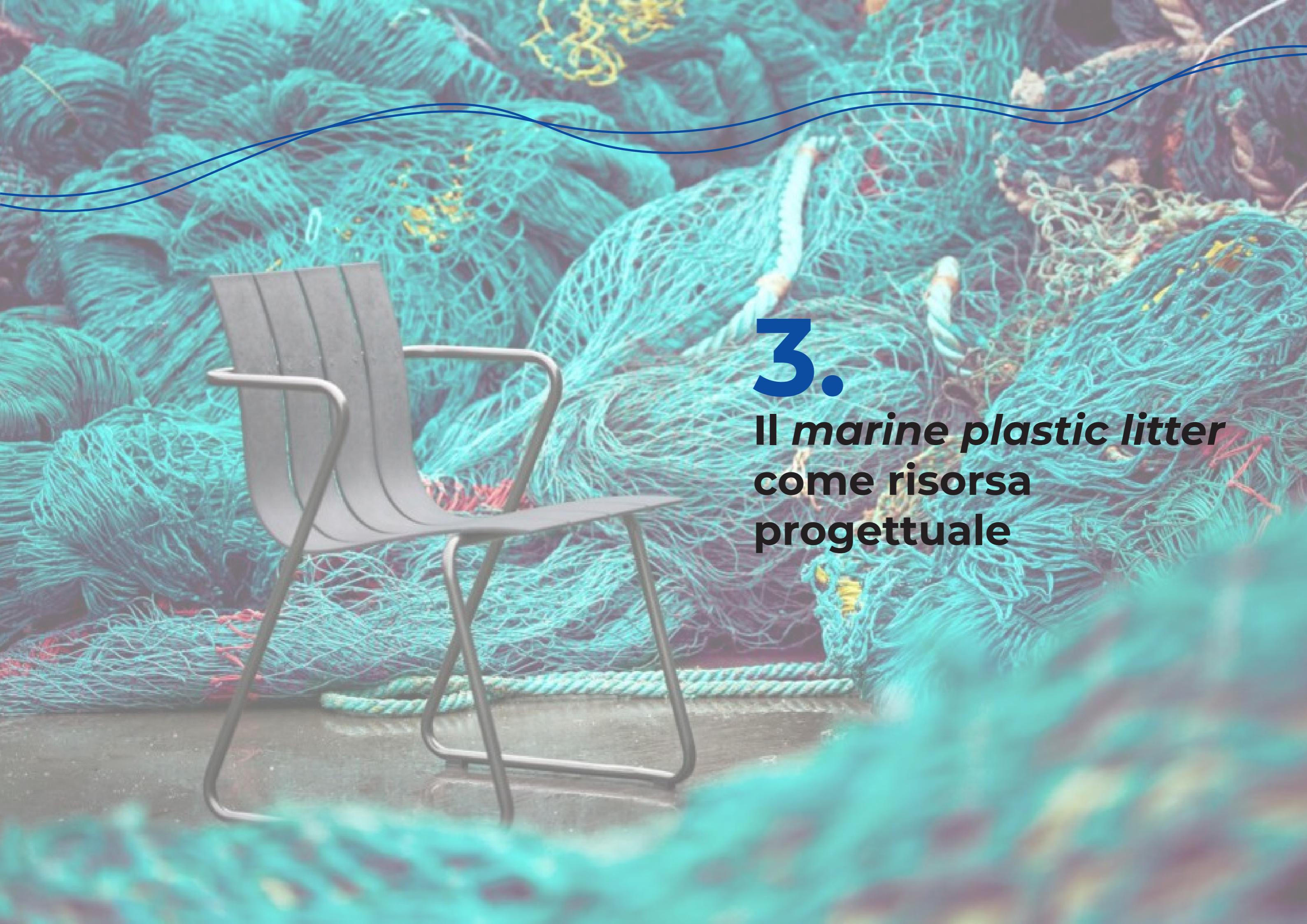
Indipendentemente dalla portata, ogni intervento proposto svolge un ruolo fondamentale nell'ampia missione di ripristinare l'idrosfera. Alcune tecnologie di pulizia, se adeguatamente supportate da politiche di incentivazione, hanno il potenziale per assumere una scala maggiore nel tempo, diventando possibili *best practice*.

Un ulteriore elemento per accelerare il processo di diffusione è rappresentato dalla sempre più diffusa intelligenza artificiale, combinata con il *machine learning* e con le tecnologie di monitoraggio avanzate, che consentono di ottimizzare la raccolta e individuare le aree più inquinate. La previsione della traiettoria, ad esempio, migliora l'efficienza della raccolta nelle zone a bassa densità.

A causa di vincoli tecnologici ed economici, la raccolta delle microplastiche è ancora impegnativa rispetto a quella delle macroplastiche. Alcuni filtri o barriere d'aria o a bolle possono essere utilizzati per la raccolta di microplastiche di dimensioni pari a 1 mm. La prevenzione alla fonte è attualmente più fattibile del loro recupero (Teng et al., 2025).

Osservatorio della Plastica (2023). Removal of Plastic from the Seas: The Best Strategies. <https://www.osservatoriodelaplastica.com/en/removal-of-plastic-from-the-seas-the-best-strategies/>

Teng, Y., Zheng, Y., Wang, Z., Wang, Z., Hu, H., Zheng, H., Duan, J., Meng, Y., Zhou, Y. e Hall, P. (2025). Mechanical recycling and upcycling of marine macro- and micro-plastics: technologies, challenges, and future directions. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1625561. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1625561>



3.

**Il marine plastic litter
come risorsa
progettuale**

3.1 Economia circolare applicata alla plastica

La gestione dei rifiuti di plastica è diventata il secondo problema ambientale dopo il cambiamento climatico (Ding e Zhu, 2023). Per tanto, è essenziale che l'industria della plastica superi completamente il modello economico lineare, basato su prelievo, produzione e smaltimento, in favore del modello produttivo circolare. Quest'ultimo è pensato per rigenerarsi da solo attraverso la **riduzione**, il **riutilizzo** e il **riciclo** dei materiali. Prolungando il ciclo di vita dei rifiuti e limitando il consumo di risorse vergini, l'economia rigenerativa contribuisce a supportare gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (Bear Plast, 2025).

Il riciclo

Negli ultimi decenni, il riciclaggio dei rifiuti plastici è sempre stato al centro della ricerca e della promozione del mondo accademico e industriale, in quanto svolge un ruolo centrale nel promuovere l'economia circolare. Convertendo i materiali usati in risorse preziose, contribuisce a ridurre l'impatto ambientale e a supportare sistemi di produzione più sostenibili (Moujoud et al., 2025; GLPS, 2025).

Esistono diversi modi di riciclare i materiali plastici:

- **Il riciclaggio primario (meccanico):** permette la trasformazione dei rifiuti pre-consumo in prodotti con prestazioni uguali a quelle dei prodotti ottenuti con i materiali vergini;
- **Il riciclaggio secondario (meccanico):** è il più diffuso, sia nell'ambito post-industriale sia nel post-consumo, e consente

di trasformare tutti i rifiuti plastici in nuovi prodotti dalle prestazioni inferiori a quelli da cui derivano;

- **Il riciclaggio terziario (chimico):** permette di scomporre la plastica nei suoi elementi base (monomeri) o in combustibili per ottenere nuove materie prime;
- **Il riciclaggio quaternario (per combustione):** riguarda l'incenerimento dei rifiuti plastici e il successivo recupero di energia (Simboli, s.d.).

Fino a pochi anni fa il riciclo della plastica era limitato esclusivamente a processi meccanici, che spesso degradano la qualità del materiale (*downcycling*). Oggi, quello chimico permette di scomporre i polimeri della plastica in monomeri, che possono essere utilizzati per produrre nuova plastica con la stessa qualità dell'originale. Si può inoltre trattare una gamma molto più ampia di plastiche, comprese quelle che finora erano considerate difficili o impossibili da riciclare, come quelle derivanti dagli ecosistemi acquatici.

Nonostante i progressi, il riciclaggio incontra limiti economici: i bassi prezzi del petrolio rendono le plastiche vergini più competitive e i costi di raccolta e smistamento riducono la redditività. Inoltre, la complessità dei moderni prodotti in plastica, come gli imballaggi multimateriale, complica i processi di separazione (GLPS, 2025).

Ding, Q. e Zhu, H. (2023). The Key to Solving Plastic Packaging Wastes: Design for Recycling and Recycling Technology. *Polymers*, 15(6), 1485. <https://doi.org/10.3390/polym15061485>

Bear Plast (2025). Economia Circolare e Materie Plastiche: Un Nuovo Approccio alla Sostenibilità. <https://bearplast.it/economia-circolare-e-materie-plastiche-un-nuovo-approccio-allasostenibilita/>

Il settore del packaging è il principale utilizzatore di plastica riciclata, assorbendone circa il 40%. Seguono l'industria tessile (18%), che usa materiali come il PET per la produzione di fibre sintetiche e il settore dell'edilizia (15%), dove la plastica riciclata è applicata in tubature, pannelli isolanti ed elementi strutturali. Nell'automotive (12%) sta aumentando l'uso di materiali riciclati per la produzione di componenti leggeri, ma resistenti. Infine, anche settori come l'elettronica (8%) e l'arredamento (7%) stanno adottando soluzioni innovative per integrare plastiche riciclate nei loro prodotti (Bear Plast, 2025).

Seguendo i principi dell'economia circolare, anche i detriti di plastica raccolti nell'idrosfera possono rientrare nel ciclo produttivo e diventare nuovi prodotti, limitando le conseguenze dannose dell'economia lineare (Magnier et al., 2019).

Tuttavia, nonostante i numerosi settori di applicazione della plastica riciclata, attualmente, solo il 9% viene riciclato a livello globale, a causa di infrastrutture e gestione inadeguate al recupero e al riciclo in molte parti del mondo.

Per affrontare concretamente il problema dello smaltimento della plastica è necessario adottare un modello circolare abbinato alle tecnologie di riciclo avanzate. Solo così si può ridurre drasticamente la necessità di produrre nuova plastica, abbattendo l'impatto ambientale e rendendo il sistema produttivo più sostenibile.

Per ottenere questo scenario, è però essenzia-

le un cambiamento di percezione della plastica, da rifiuto da eliminare a risorsa da gestire responsabilmente. L'approccio vincente non è eliminare la plastica o sostituirla con materiali alternativi, quanto piuttosto ottimizzare le infrastrutture di gestione dei rifiuti, investire in tecnologie innovative di riciclo e promuovere l'educazione pubblica sulla corretta gestione della plastica.

Proprio da qui nasce il **“paradosso della plastica”** di DeArmitt: un materiale così essenziale, demonizzato per le sue conseguenze ambientali, può in realtà diventare parte integrante della soluzione, se gestito con intelligenza (GLPS, 2025).

Aumentare la produzione di plastica riciclata, oltre a permettere l'abbattimento della metà della produzione di plastica vergine, porterebbe alla realizzazione di un'economia non inquinante, in grado di generare nuovi posti di lavoro lungo l'intera filiera del riciclo e della rilavorazione (Gruppo Intesa Sanpaolo, 2021).



Foto estratta da Il Sole 24 Ore

GLPS (2025). Il paradosso della plastica: demonizzazione o risorsa cruciale per la sostenibilità. GLPS Srl. <https://glps.it/blog/ambiente-e-normative/il-paradosso-della-plastica-demonizzazione-o-risorsa-cruciale-per-la-sostenibilita/>

Moujoud, Y., Bouloiz, H. e Gallab, M. (2025). Closing the Loop: Achieving a Sustainable Future for Plastics Through Eco-Design and Recycling. *Engineering Proceedings*, 97(1), 3. <https://doi.org/10.3390/engproc2025097003>

Magnier, L., Mugge, R. e Schoormans, J. (2019). Turning ocean garbage into products – Consumers' evaluations of products made of recycled ocean plastic. *Journal of Cleaner Production*, 215, 84-98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.246>

Gruppo Intesa Sanpaolo (2021). Linee guida per la riduzione dell'inquinamento da plastica. Gruppo Intesa Sanpaolo. <https://group.intesasanpaolo.com/it/sezione-editoriale/eventi-progetti/tutti-i-progetti/sostenibilita/2021/03/linee-guida-riduzione-inquinamento-da-plastica>

Il riciclo creativo

È una pratica virtuosa che consente di dare una seconda vita a materiali e oggetti di scarso, trasformandoli in creazioni utili e originali. L'obiettivo è ridurre lo spreco di materiali e l'inquinamento, recuperando vecchi oggetti in disuso. Il suo impatto è soprattutto educativo e di sensibilizzazione, con finalità artistiche e ludiche.

Una volta terminato il loro ciclo di vita, gli scarti vengono trasformati in nuovi oggetti uguali allo scarto o per scopi differenti rispetto a quelli originari. In particolare, plastica, legno, vetro, carta e tessuti trovano vasto impiego nel riciclo creativo.

Oltre ai benefici ambientali, questa pratica promuove comportamenti di consumo consapevoli, in quanto insegna ad acquistare solo il necessario, con un conseguente risparmio economico personale. Inoltre, è un'attività adatta ai bambini, che attraverso il gioco e la fantasia, imparano a coltivare la sensibilità verso le tematiche ambientali (A2A, 2021).



Fig. 14 - Approcci diversi al riutilizzo dei materiali

A2A (2021). Riciclo creativo: che cos'è e come funziona. Vita Green. <https://www.a2a.it/magazine/vita-green/riciclo-creativo-che-cose-e-come-funziona>

L'upcycling

Il riciclo della plastica è spesso un metodo di *downcycling*, poiché le proprietà del materiale del prodotto finale non vengono mantenute durante tutto il processo. L'*upcycling*, al contrario, riutilizza i rifiuti in modo nuovo, senza degradarli, mantenendone o aumentandone il valore, sia in termini estetici che funzionali.

Questa pratica contribuisce a ridurre i rifiuti di plastica e la necessità di produrre nuova plastica, ma con una maggiore efficienza in termini di costi e tempo. I nuovi prodotti possono essere realizzati a partire da rifiuti di plastica con piccoli interventi di modifica (come lavaggio, verniciatura, taglio, modellatura e aggiunta di adesivi) rispetto ai complessi processi del riciclo tradizionale.

Nonostante i vantaggi, i limiti sono molti: mentre il riciclo può creare nuovi materiali, con proprietà simili al prodotto originale, l'*upcycling* è applicabile solo ad alcuni prodotti, a seconda del rifiuto (Perico et al., 2025).

3.1.1 Il ruolo attuale del design

In questo contesto, i progettisti hanno un ruolo importante: possono dare un contributo significativo alla prevenzione dei rifiuti attraverso la scelta dei materiali, la composizione, la durata d'uso e il destino del prodotto al termine del suo ciclo di vita (UBA, 2018).

Già negli anni '90 ha iniziato a diffondersi il termine *ecodesign*, noto anche come design ecocompatibile o *Design for Environment* (DfE), che, secondo l'ISO 14006:2011, è definito come *"l'integrazione sistematica degli aspetti ambientali nella progettazione e nello sviluppo del prodotto, con l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali negativi durante l'intero ciclo di vita"*. Di pari passo e coerentemente agli obiettivi dell'economia circolare, l'approccio dell'ecodesign si basa su sette principi:

1. Analisi del Ciclo di Vita (LCA)
2. Uso efficiente delle risorse
3. Sostenibilità dei materiali
4. Facilità di riparazione e modularità
5. Ottimizzazione energetica
6. Minimizzazione dell'impatto ambientale
7. Progettazione del fine vita

Negli ultimi decenni, il paradigma *From Cradle to Cradle* si è evoluto da concetto di nicchia a pratica progettuale centrale in vari settori, affermandosi come pilastro dell'innovazione che ha cambiato il modo in cui si progetta. L'ecodesign promuove infatti un cambiamento di mentalità, dalla logica del "consumo e scarto" a quella del "progettato per durare", confermando che il futuro del design è strettamente legato alla sostenibilità (Qwarzo, 2024).

Umweltbundesamt (UBA) (2018). Can product design prevent marine litter? Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/can-product-design-prevent-marine-litter>

Qwarzo (2024). Ecodesign, chiave di volta dell'economia circolare. Qwarzo. <https://www.qwarzo.com/ecodesign-chiave-di-volta-delleconomia-circolare/>

Oggi questa idea rientra in una definizione più ampia e strutturata, che è quella della progettazione ecocompatibile.

Nel luglio 2024, la Commissione Europea ha lanciato l'ESPR, *Ecodesign for Sustainable Products Regulation*, un piano che introduce requisiti armonizzati a livello europeo per la progettazione di prodotti orientati alla sostenibilità per quasi tutti i tipi di beni immessi nel mercato dell'Unione Europea. Il regolamento mira a promuovere la produzione e la diffusione di prodotti riparabili, circolari ed efficienti, anche dal punto di vista energetico, in tutta Europa. Intende poi rafforzare il mercato e a rafforzare la competitività globale delle aziende che offrono prodotti sostenibili.

Un Passaporto Digitale accompagnerà inoltre i prodotti, consentendo ai consumatori di tracciare e documentare la sostenibilità del prodotto, attraverso un portale web gestito dalla Commissione Europea. Le informazioni riguarderanno la durabilità e la riparabilità, il contenuto riciclato o la disponibilità di pezzi di ricambio.

Le nuove norme puntano infine a contrastare la distruzione dei prodotti invenduti, obbligando le grandi aziende a riferire il numero di prodotti di consumo scartati all'anno e le ragioni per cui ciò era necessario. In questo modo, si favorisce la messa in circolazione di prodotti usati e rifabbricati.

Attualmente, l'ecodesign fa parte delle misure fondamentali per raggiungere gli obiettivi ambientali, climatici e di efficienza energetica dell'Unione Europea entro il 2030 (MASE, s.d.).

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) (s.d.). Ecodesign. <https://www.mase.gov.it/portale/ecodesign>

Progettazione per il riciclaggio

Anche il concetto di *Design for Recycling* (DfR) è apparso negli anni '90 e le sue prime applicazioni sono state principalmente nei settori delle automobili, dell'arredamento e dei prodotti elettrici ed elettronici. È un approccio progettuale che, fin dall'ideazione di un prodotto, si pone come obiettivo la riciclabilità e il recupero del materiale al termine del suo ciclo di vita (DesignTech Systems, s.d.).

Si propone di raggiungere gli stessi obiettivi della progettazione per lo smontaggio, ovvero scegliere componenti facilmente separabili, materiali omogenei o ben identificabili e ridurre le parti che complicano lo smaltimento, affinché il prodotto da dismettere possa essere disassemblato, selezionato, trattato e riciclato con maggiore efficacia e minore impatto ambientale. Come parte integrante della progettazione ecologica, la progettazione per il riciclaggio si concentra più specificamente sulla selezione dei materiali e sulla definizione del tasso di riciclo, contribuendo alla riduzione delle emissioni di plastica e sottolineando la necessità di trasformare i materiali riciclati in nuovi prodotti (Letterier, 2000).

Alcuni materiali però non possono essere riutilizzati direttamente, ma richiedono trattamenti specifici prima di poter essere reintrodotti nel ciclo produttivo. Per questa ragione, i progettisti devono conoscere i diversi metodi di riciclaggio disponibili e saper collaborare con diversi dipartimenti di ricerca e sviluppo (DesignTech Systems, s.d.).

Progettazione dal riciclaggio

Se da un lato il *Design for Recycling* si concentra sulla riciclabilità del prodotto a fine vita promuovendo la facile separazione dei diversi materiali e un utilizzo efficiente dei materiali, dall'altro, il complementare *Design from Recycling* considera la materia prima secondaria il punto di partenza per lo sviluppo di un nuovo prodotto.

Aspetti chiave della strategia includono un'accurata caratterizzazione del polimero riciclato, l'adattamento della progettazione del prodotto alle proprietà del polimero riciclato e l'identificazione di strategie accettabili ed economicamente vantaggiose per il miglioramento della qualità del materiale. All'interno di questo approccio, se ne possono distinguere altri due:

- *drop-in*: il materiale riciclato deve essere riciclato secondo le specifiche date, in modo da poter sostituire i polimeri vergini;
- progettazione basata sui materiali (MDD): le proprietà del materiale riciclato vengono utilizzate come punto di partenza per lo sviluppo di un prodotto completamente nuovo (Ragaert et. al, 2020).

DesignTech Systems (s.d.). Design for Recycling. <https://www.designtechsys.com/articles/design-for-recycling>

Letterier, Y. (2000). Life Cycle Engineering of Composites. In: Kelly, A. e Zweben, C. (eds.) Comprehensive Composite Materials. Oxford: Pergamon. 1073-1102. Sezione 2.33.3.2.2. <https://doi.org/10.1016/B0-08-042993-9/00175-3>

Ragaert, K., Huysveld, S., Vyncke, G., Hubo, S., Veelaert, L., Dewulf, J. e Du Bois, E. (2020). Design from recycling: A complex mixed plastic waste case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104646. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104646>

Nonostante gli impegni, il modo in cui attualmente si progetta, si produce, si consuma e si smaltisce la plastica è ancora altamente insostenibile e inefficiente, soprattutto se lo smaltimento avviene in modo incontrollato nell'ambiente. Per ridurre al minimo l'impatto ambientale, economico e sociale di uno dei materiali più utilizzati sul mercato è necessario un approccio completo, che coinvolga vari settori, tra cui quello del design (ECOS, 2024).

Certamente il design, da solo, non può risolvere la questione quantitativa della sovrapproduzione di plastica che deriva da visioni industriali limitate e dall'assenza di politiche di recupero e riciclo integrate, ma può comunque operare su più livelli, agendo sia a monte che a valle del problema (Doveil, 2019).

1. Prevenzione a monte

La prevenzione alla fonte riguarda tutte quelle strategie di riduzione, riutilizzo e progettazione per il riciclo, che evitano che un prodotto in plastica venga abbandonato nell'ambiente. In questo senso, il design diventa cruciale nell'ottimizzazione degli imballaggi e dei prodotti plastici: l'eliminazione di sovra-packing e di materiali compositi difficilmente differenziabili, la riprogettazione della forma, dei componenti, dello spessore e del tipo di polimero usato possono fare la differenza senza comprometterne le proprietà. Al contempo, il miglioramento delle informazioni presenti sulle etichettature potrebbe facilitare lo smaltimento da parte del consumatore, mentre incentivare a pratiche di riutilizzo creativo degli imballaggi potrebbe prolungarne la vita utile prima che diventino rifiuti.

ECOS | Environmental Coalition on Standards (2024). Why we need ecodesign for plastics. ECOS | Environmental Coalition on Standards. <https://ecostandard.org/publications/ecodesign-plastics-2024/>

Doveil, F. (2019). Plastiche, rifiuto o risorsa? Il design scende in campo a favore di un (ri)utilizzo intelligente. *LifeGate*. <https://www.lifegate.it/plastiche-design-intelligent>

Un'ulteriore strategia, ancora in fase embrionale, è la sostituzione della plastica monouso con materiali alternativi, biodegradabili, compostabili o *bio-based*, progettati per degradarsi velocemente anche in ambiente marino o costiero. La prevenzione a monte permea anche il livello educativo e culturale, per sensibilizzare i cittadini. Il design, attraverso la comunicazione visiva e digitale, campagne informative e storytelling coinvolgenti, favorisce lo sviluppo di consapevolezza nei consumatori di tutte le età, stimolandoli ad adottare comportamenti corretti e a partecipare attivamente nella lotta contro l'inquinamento da plastica.

2. Azione a valle

Tradizionalmente, gli sforzi pratici si concentrano sul recupero degli imballaggi per il riciclaggio, sul miglioramento della gestione dei rifiuti di plastica e sulle campagne di bonifica (Ding e Zhu, 2023). Queste ultime, come analizzato nel capitolo precedente, includono lo sviluppo di tecnologie volte all'intercettazione, alla raccolta e al monitoraggio dei rifiuti plastici che occupano fiumi, laghi, spiagge e oceani di tutto il mondo.

Nel seguente capitolo verrà approfondita un'ulteriore e specifica declinazione di intervento a valle, successiva alla rimozione dei rifiuti dall'ambiente: il design di prodotti realizzati a partire dal *marine plastic litter*. In quest'ottica circolare, il rifiuto diventa risorsa e il design è essenziale per valorizzare l'espressività del materiale e curarne la comunicazione, trasformando i prodotti in veri e propri veicoli di valori.

Ding, Q. e Zhu, H. (2023). The Key to Solving Plastic Packaging Wastes: Design for Recycling and Recycling Technology. *Polymers*, 15(6), 1485. <https://doi.org/10.3390/polym15061485>

3.2 Sfide per i designer nell'uso del marine plastic litter

La sfida dell'inquinamento marino da plastica non riguarda solo la raccolta dei rifiuti plasti- ci, ma anche la loro successiva riciclabilità. In- fatti, se si vogliono raggiungere gli ambiziosi obiettivi di riciclaggio, non si può considerare soltanto la migliore plastica di scarto, ma anche i flussi di rifiuti plasti- ci più complessi e impegnativi, come quelli recuperati dall'am- biente.

Nonostante le sfide e gli ostacoli che i designer devono affrontare, l'integrazione di plastica recuperata dall'idrosfera nella progettazione di prodotti offre una soluzione promettente per contrastare la crescente minaccia dei ri- fiuti plasti- ci, consentendo inoltre la crea- zione di prodotti sostenibili ed ecocompatibili (Flynn Team, 2023).

I detriti derivanti dall'oceano richiedono spes- so un'accurata pulizia e selezione, poiché cir- colano nell'ambiente da decenni e sono altamente contaminati, mescolati ad altri tipi di plastica o degradati dalla costante esposi- zione ai raggi UV, all'acqua salata e alle con- dizioni ambientali. La degradazione di solito causa la scissione della catena (Ronkay et al., 2021), con conseguente alterazione di alcune proprietà misurabili e riduzione della durata e delle prestazioni (Nzimande et al., 2024).

Si potrebbe verificare:

- una diminuzione del peso molecolare medio e della viscosità;
- una perdita delle proprietà meccaniche di massa della plastica, come le pro- prietà di trazione, di compressione o di impatto;

Flynn Team (2023). An Insight Into The Challenges Of De- signing Products Made From Reclaimed Ocean Plastic. Flynn Product Design. <https://flynn-product-design.com/post/an-insight-into-the-challenges-of-designing-products-made-from-reclaimed-ocean-plastic>

Nzimande, M.C., Mtibe, A., Tichapondwa, S. e John, M.J. (2024). A Review of Weathering Studies in Plastics and Bio- composites - Effects on Mechanical Properties and Emis- sions of Volatile Organic Compounds (VOCs). *Polymers*, 16(8), 1103. <https://doi.org/10.3390/polym16081103>

- una perdita delle proprietà superficiali del materiale, tra cui scolorimento, mi- crofessurazioni o 'sfarinamento', cioè il rilascio di riempitivo bianco dalle super- fici di plastica riempite;
- variazioni nelle caratteristiche spettrali per degradazione ossidativa o fotode- gradazione (Andrady, 2015).



Foto estratta da Rivercleaning

Le alterazioni, non solo causano problemi du- rante la lavorazione, ma influenzano anche le proprietà dei prodotti realizzati con la plasti- ca riciclata. Il *marine plastic litter* può essere riciclato meccanicamente in apparecchiature e in condizioni di riprocessamento simili a quelle utilizzate per il riciclo meccanico dei manufatti plasti- ci post-consumo, ma saranno necessarie modifiche alle tecniche di pro- duzione tradizionali per adattarsi alla diversa composizione dei materiali, che, oltre ad es- sere degradati, possono contenere una quan- tità considerevole di sabbia, sale, conchiglie, alghe e altri organismi attaccati alla super- ficie (La Mantia et al., 2023). I progettisti devono quindi considerare anche l'impatto di questi processi sull'ambiente, cercando di ridurre al minimo il consumo energetico, la produzione di rifiuti e le emissioni durante l'intero ciclo produttivo (Ronkay et al., 2021).

Alcuni detriti plasti- ci marini presentano dif- ficoltà di riciclo meccanico a causa delle loro strutture complesse, composizioni multistra- to o proprietà eterogenee dei materiali; per cui, le tecniche di separazione esistenti po- trebbero essere inadeguate per il loro tra- tamento (La Mantia et al., 2023). Ad oggi, il riciclo meccanico e il riciclo creativo sono i due me- todi più utilizzati per la lavorazione dei rifiuti plasti- ci recuperati dalle acque e dalle spiagge di tutto il mondo.

Il ruolo chiave del designer in quest'ottica è soprattutto quello di saper adattare il pro- ces- so di progettazione alle caratteristiche uniche della plastica oceanica che, a differenza della plastica vergine, spesso presenta variazioni di

Andrady, A.L. (2015). Persistence of Plastic Litter in the Oceans. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds). *Marine Anthropogenic Litter*, 57-72. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_3

La Mantia, F.P., Scaffaro, R., Baiamonte, M., Ceraulo, M. e Mi- stretta, M.C. (2023). Comparison of the Recycling Behavior of a Polypropylene Sample Aged in Air and in Marine Water. *Polymers*, 15(9), 2173. <https://doi.org/10.3390/polym15092173>

Teng, Y., Zheng, Y., Wang, Z., Wang, Z., Hu, H., Zheng, H., Duan, J., Meng, Y., Zhou, Y. e Hall, P. (2025). Mechanical recycling and upcycling of marine macro- and micro-pla- stics: technologies, challenges, and future directions. *Fron- tiers in Marine Science*, 12, 1625561. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1625561>

colore, imperfezioni e irregolarità.

Sebbene queste aggiungano carattere e un senso di autenticità al prodotto, devono esse- re integrate efficacemente nell'estetica com- plessiva del progetto, preservando al contem- po la funzionalità e l'attrattiva del prodotto. Pertanto, le proprietà meccaniche, tra cui resi- stenza, flessibilità e resi- stenza agli agenti atmosferici, devono essere attentamente va- lutate per garantire che il prodotto finale sod- disfi gli standard richiesti (Flynn Team, 2023).

I prodotti in plastica vergine hanno anche il vantaggio di poter essere completamente personalizzati nell'aspetto in base ai deside- ri dell'azienda e/o del consumatore, mentre, quando si ricicla la plastica derivante da fiumi, oceani e spiagge, le proprietà e l'aspetto del materiale differiscono, richiedendo più tem- po, denaro e impegno per personalizzarlo.

Infine, per essere applicata in prodotti ad alta qualità, la plastica marina riciclata deve sod- disfare requisiti rigorosi e non presentare una diminuzione significativa delle proprietà chi- miche, fisiche e meccaniche rispetto ai mate- riali vergini. Alcune normative severe limitano il loro uso in determinati settori, come quello degli imballaggi alimentari, a causa della po- tenziale presenza di impurità tossiche (Teng et al., 2025).

3.2.1 Il rischio di greenwashing

Attualmente, il mercato è saturo di prodotti che dichiarano di essere realizzati con plastica derivante da ambienti acquatici, ma la tracciabilità risulta scarsa e, in alcuni casi, la quantità di plastica recuperata, presente all'interno dei prodotti, è minima, se non del tutto assente.

La maggior parte delle informazioni sull'origine della plastica recuperata non è supportata da dati tracciabili o certificazioni. Molte aziende, cercando di dimostrare a tutti i costi la propria responsabilità ambientale, incappano nel cosiddetto *greenwashing*, una pratica di marketing con cui si utilizzano affermazioni fuorvianti per esagerare le proprie prestazioni ambientali.

Uno studio sui report di sostenibilità di 100 aziende ha rivelato che circa la metà di esse pratica il *greenwashing*, utilizzando un linguaggio vago e affermazioni non supportate. Analogamente, è stato dimostrato come le affermazioni ottimistiche sulla riduzione della plastica siano una tattica per distogliere l'attenzione dalle effettive prestazioni ambientali.

Si tratta soprattutto di una questione di comunicazione: si fa spesso ricorso a giochi di parole e a termini generici come "eco-consapevole", "naturale" o "sostenibile". Per esempio, molti prodotti dichiarano di utilizzare la "plastica oceanica", che fa pensare a rifiuti recuperati direttamente dall'oceano, ma che in realtà provengono dai centri di raccolta sulla terraferma, giustificandosi affermando che, se non fosse stata raccolta, quella plastica sarebbe quasi certamente finita nell'oceano, ma è

evidente la mancanza di chiarezza nelle informazioni fornite.

Diventa allora fondamentale valutare in modo critico le affermazioni di sostenibilità aziendale e riconoscere i segnali del *greenwashing*. Al contempo, le aziende dovrebbero impegnarsi nel condividere report di sostenibilità accurati, trasparenti e credibili, seguire linee guida chiare e stabilire sanzioni per le dichiarazioni ingannevoli, per consentire ai consumatori di fare scelte consapevoli e favorire azioni autentiche volte alla sostenibilità (Mohammed, 2024).

Il design ha la capacità di comunicare valori in modo rapido ed efficace, sfruttando la comunicazione visiva. Questo può purtroppo essere utilizzato per ingannare i consumatori in merito alla responsabilità ambientale, creando una falsa impressione e alimentando il desiderio dei consumatori di prodotti sostenibili.

In particolare, nel mondo del packaging vengono usate immagini e colori per richiamare immediatamente un'idea *green* del prodotto, creando una discrepanza tra percezione e realtà. Il verde, spesso associato alla natura e alla salute, è uno dei colori principali, che compare in loghi, imballaggi e pubblicità con l'intento di suggerire un approccio ecosostenibile, anche se l'impatto ambientale del prodotto è minimo o addirittura negativo.

Allo stesso modo, immagini di paesaggi incontaminati o di fauna selvatica possono evocare sentimenti di tutela ambientale, indipendentemente dall'effettivo impegno dell'a-

zienda.

Anche la tipografia e la semiotica contribuiscono alla narrazione di una sostenibilità solo apparente. La prima, attraverso font dall'aspetto naturale o che richiamano la calligrafia, può rafforzare l'idea di eco-compatibilità; la seconda, invece, sfrutta codici culturali consolidati, come "ocean friendly", "sostenibilità" ed "ecocompatibilità", spesso distaccandoli dai loro veri significati di azione concreta e impatto ambientale.

Un'altra tattica ingannevole consiste nell'evitare solo alcuni aspetti dei prodotti, ad esempio il contenuto recuperato dall'idrosera, minimizzandone altri, come l'impronta di carbonio. In questo modo, il design vincola la percezione del consumatore a una visione favorevole, ma incompleta, della sostenibilità.

Questi sottili elementi lavorano insieme per creare un'immagine a volte molto lontana dalla realtà, sia rispetto al ciclo di vita del prodotto sia dalle prestazioni ambientali complessive dell'azienda.

I consumatori, quando prendono decisioni di acquisto rapide, si affidano spesso a segnali visivi o *euristiche del pensiero*, ovvero scorti mentali, come il linguaggio familiare, che li rendono facilmente influenzabili dalle strategie ingannevoli. La psicologia alla base del *greenwashing* guidato dal design è infatti profondamente radicata in pregiudizi cognitivi, che creano un senso di responsabilità ambientale attraverso un'estetica superficiale e parole scelte con cura (Sustainability Direc-

tory, 2025).

L'esposizione ripetuta a episodi ingannevoli può ridurre la propensione dei consumatori ad acquistare prodotti e a sostenere iniziative realmente sostenibili nel futuro.

Affrontare il *greenwashing* in modo efficace richiede un approccio che implica pratiche di progettazione critiche, educazione dei consumatori, normative più severe e uno spostamento fondamentale verso la trasparenza e la responsabilità aziendale (Sustainability Directory, 2025).

Mohammed, A.Z. (2024). Evaluating Corporate Marine Plastic Pollution Reduction Pledges: Achieving Plastic Reductions or Contributing to Greenwashing. Project Report, Master of Science in Environmental Sciences and Management, California Polytechnic State University, San Luis Obispo. https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1051&context=nres_rpt

Sustainability Directory (2025). What Role Does Design Play in Legitimizing Greenwashing? Sustainability Directory. <https://lifestyle.sustainability-directory.com/question/what-role-does-design-play-in-legitimizing-greenwashing/>

Coca-Cola è uno dei brand più controversi dell'Industria Alimentare e, più volte, è stata al centro di accese polemiche per pratiche commerciali scorrette. L'accusa più recente è stata avanzata dalla Changing Markets Foundation che, in un recente report, ha inserito la Coca-Cola nella lista delle peggiori aziende che praticano *greenwashing*.

Nel sito ufficiale di Coca-Cola Italia, sotto la voce "sostenibilità", si legge di una nuova collaborazione con The Ocean Cleanup, per la cui promozione ha speso milioni di dollari. La partnership, a primo impatto, potrebbe sembrare virtuosa. In realtà, le bottiglie sarebbero costituite soltanto per il 25% da "plastica marina" recuperata dal Mar Mediterraneo e dalle spiagge spagnole e portoghesi, come afferma il Campaign Manager della Changing Markets Foundation. Una quota irrisoria che di certo non è sufficiente a porre rimedio ai danni ambientali di cui l'Azienda è colpevole.

The Coca-Cola Company, infatti, è considerata una delle aziende più inquinanti al mondo in termini di rifiuti di plastica prodotti, come rivela l'inchiesta "Brand Audit 2021" pubblicata dall'organizzazione no-profit Break Free From Plastic.

I sospetti che l'impegno verso un futuro più sostenibile di Coca-Cola non sia concreto sono molteplici e probabilmente di tratta di una strategia comunicativa a mero scopo di lucro (Feragotto, 2022).



Feragotto, K. (2022). Basta Greenwashing: perché il tuo business deve essere davvero sostenibile. Ninja Marketing. <https://www.ninja.it/greenwashing/>

3.2.2 La percezione e la comunicazione dei prodotti in marine plastic litter

Le limitazioni della plastica recuperata dall'atmosfera influenzano in modo significativo la selezione dei prodotti realizzati con questo materiale, il loro aspetto fisico e, di conseguenza, anche il modo in cui le persone li percepiscono.

Nonostante la consapevolezza dell'inquinamento da plastica sia in aumento tra i consumatori, la percezione dei prodotti realizzati con plastica oceanica rimane **soggettiva**: alcuni accolgono le alternative ecologiche, altri mettono in dubbio la qualità o la durata dei prodotti a causa di preconcetti sui materiali riciclati (Zuurhout, 2019).

Poiché, il processo di riciclaggio (meccanico) della plastica ne riduce alcune proprietà fisiche e meccaniche, i prodotti che ne derivano vengono talvolta percepiti di **qualità inferiore e meno attraenti** rispetto ai loro omologhi in plastica vergine. La percezione della qualità è anche correlata alla tipologia di prodotto: i consumatori preferiscono acquistare prodotti in cui la plastica riciclata non entri in contatto diretto con la bocca o con gli alimenti. Per questo motivo, le categorie più accettabili sono il packaging non alimentare e l'arredamento (Zuurhout, 2019; Magnier et al., 2019).

Questi rischi percepiti possono avere un impatto negativo sulla disponibilità a pagare dei consumatori. Le persone desiderano inoltre che le opzioni a favore dell'ambiente siano accessibili, facilmente reperibili e riconoscibili. Spesso infatti, non sono in grado di distinguere i prodotti riciclati dagli altri.

Zuurhout, F. (2019). The future designs of ocean plastic products. Delft: Delft University of Technology. https://repository.tudelft.nl/file/File_89de3cdd-3e06-41dd-ac3c-8553a-6c48aec?preview=1

Blijlevens, J., Carbon, C.-C., Mugge e R., Schoormans, J.P.L. (2012). Aesthetic appraisal of product designs: Independent effects of typicality and arousal. *British Journal of Psychology*, 103(1), 44-57. <https://www.experimental-psychology.de/ccc/docs/pubs/BlijlevensCarbonMuggeSchoormans2012.pdf>

La disponibilità dei consumatori a pagare un sovrapprezzo per i prodotti realizzati con plastica oceanica è influenzata dai benefici ambientali percepiti, dal grado di riconoscibilità della plastica oceanica e dalla coscienza anticipata, ovvero dalle aspettative etiche del consumatore riguardo al prodotto (Magnier et al., 2019).

Pertanto, la riconoscibilità e il prezzo dei prodotti in plastica oceanica sono aspetti fondamentali per il loro successo sul mercato. Le persone sono disposte ad apportare modifiche ragionevoli alle loro spese, ma aumentare troppo il prezzo dei prodotti, solo perché sostenibili, potrebbe avere un effetto negativo sulle vendite.

Queste informazioni hanno portato i progettisti a chiedersi come la progettazione possa contribuire a trasmettere una percezione positiva della plastica oceanica e a incoraggiare i consumatori a scegliere prodotti realizzati con questo materiale (Zuurhout, 2019). I designer assumono un ruolo cruciale sia nell'educare gli acquirenti sui benefici ambientali, sulla sostenibilità e sul valore a lungo termine dei prodotti (Blijlevens et al., 2012), sia nel dare priorità alla durabilità e alla funzionalità (Flynn Team, 2023).

Per raggiungere questi obiettivi, possono scegliere di non discostare troppo l'aspetto dei prodotti rispetto a quelli convenzionali, in quanto questi rispecchiano già le conoscenze dei consumatori ed evocano un'intenzione di acquisto maggiore rispetto a quelli dal design atipico (Blijlevens et al., 2012).

Magnier, L., Mugge, R. e Schoormans, J. (2019). Turning ocean garbage into products – Consumers' evaluations of products made of recycled ocean plastic. *Journal of Cleaner Production*, 215, 84-98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.246>

Flynn Team (2023). An Insight Into The Challenges Of Designing Products Made From Reclaimed Ocean Plastic. Flynn Product Design. <https://flynn-product-design.com/post/an-insight-into-the-challenges-of-designing-products-made-from-reclaimed-ocean-plastic>

È anche vero, però, che i prodotti atipici sono considerati più attraenti di quelli tipici, ma se si discostano troppo dagli aspetti familiari ai consumatori la valutazione estetica sarà negativa (Blijlevens et al., 2012).

Inoltre, è anche più probabile che vengano acquistati prodotti che presentano un motivo o una texture che non celino la natura del materiale. Tuttavia, questo livello di percezione è strettamente correlato al tipo di prodotto e alla riconoscibilità della plastica oceanica: se per gli imballaggi l'assenza di un motivo è associata ad una maggiore durabilità, per gli elementi di arredo la presenza di una texture è percepita come indice di solidità e qualità (Zuurhout, 2019).

La combinazione tra forma, motivo o texture e grado di originalità del design, sono aspetti chiave che le persone notano prima dell'acquisto e che riescono ad influenzare il modo in cui viene percepito il prodotto. Poiché la valutazione estetica dei prodotti da parte dei consumatori dipende dalla presenza di determinate proprietà del design che mettono in moto processi cognitivi e affettivi (Blijlevens et al., 2012), è compito del progettista riuscire a trovare un equilibrio tra familiarità e innovazione.

Parallelamente alla progettazione formale, anche nella comunicazione del prodotto si devono adottare alcune strategie mirate. Innanzitutto, è doveroso utilizzare un linguaggio trasparente, che permetta ai consumatori di comprendere l'origine, le caratteristiche e gli impatti ambientali del prodotto.

Zuurhout, F. (2019). The future designs of ocean plastic products. Delft: Delft University of Technology. https://repository.tudelft.nl/file/File_89de3cdd-3e06-41dd-ac3c-8553a-6c48aec?preview=1

Blijlevens, J., Carbon, C.-C., Mugge, R., Schoormans, J.P.L. (2012). Aesthetic appraisal of product designs: Independent effects of typicality and arousal. *British Journal of Psychology*, 103(1), 44–57. <https://www.experimental-psychology.de/ccc/docs/pubs/BlijlevensCarbonMuggeSchoormans2012.pdf>

È poi altrettanto importante far sentire i consumatori parte di un cambiamento collettivo, trasmettendo il messaggio che anche le azioni individuali possono contribuire a fare la differenza, nonostante i cambiamenti più significativi rimangano legati alle politiche.

Pertanto, comprendere le percezioni e le conoscenze del pubblico è un passo fondamentale per coinvolgere efficacemente la società e cambiare il comportamento umano (Forleo e Romagnoli, 2021).



Fig. 15 - Benefici e rischi nelle intenzioni comportamentali dei consumatori durante l'acquisto di prodotti in plastica oceanica

Forleo, M.B. e Romagnoli, L. (2021). Marine plastic litter: public perceptions and opinions in Italy. *Marine Pollution Bulletin*, 165, 112160. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112160>

3.3 Applicazioni progettuali del marine plastic litter

3.3.1 Design della comunicazione e approcci artistici

Installazioni e opere artistiche

1. Plastikophobia

È un'installazione artistica immersiva realizzata dagli artisti Von Wong e Joshua Goh in collaborazione con Laura Francois. Grazie ad un centinaio di volontari, sono stati raccolti 18.000 bicchieri di plastica dai punti vendita alimentari di Singapore, con l'obiettivo di sensibilizzare l'opinione pubblica sull'inquinamento dell'ambiente, generando una sensazione di sopraffazione di fronte all'enorme quantità di plastica monouso.

Posizionati tutti i bicchieri, lampade e luci LED hanno creato l'effetto di una terra luminosa circondata da un mare di plastica. Per evidenziare il legame tra la plastica consumata sulla terraferma e il suo accumulo negli oceani, è stata creata l'illusione di un nuotatore immerso in un mare di plastica (Von Wong, 2020).



Foto estratta da Von Wong Blog

Prima di effettuare l'analisi dei casi studio di prodotto, è opportuno introdurre una sezione che raccolga gli approcci artistici e di comunicazione, accomunati dall'intento di generare un impatto emotivo immediato che sensibilizzi i consumatori e porti all'azione concreta le istituzioni di tutto il mondo.

Numerosi artisti e designer contemporanei hanno scelto di affrontare il tema dell'inquinamento da plastica dell'idrosfera tramite installazioni, campagne, fotografie, poster e opere d'arte in grado di suscitare reazioni di stupore e al contempo di riflessione e disagio in chi li osserva.

Poiché il senso della vista ha la predominanza nella percezione umana, in questi progetti viene utilizzato il linguaggio universale del design della comunicazione visiva: slogan incisivi, gerarchie degli elementi, immagini evocative e riferimenti cromatici simbolici, che non conoscono barriere linguistiche e per questo sono particolarmente efficaci.

Tali elementi sono essenziali per trasmettere un messaggio chiaro e diretto, che, se riuscisse a suscitare emozioni ed essere interiorizzato e memorizzato in modo inconscio, potrebbe raggiungere l'obiettivo ambizioso di generare minimi cambiamenti nei comportamenti individuali, per non restare indifferenti di fronte all'emergenza ambientale causata dalla plastica (TA-DAAN Team, 2023).

TA-DAAN Team (2023). Ocean Plastic diventa Arte: 10 innovatori che realizzano design sostenibile. TA-DAAN. <https://ta-daan.com/it/blogs/journal/ocean-plastic-becomes-art>

Von Wong, B. (2020). Plastikophobia. broncolor. <https://broncolor.swiss/news/benjamin-von-wong-plastikophobia>

2. Plastocene

Il designer sudafricano Porky Hefer ha realizzato cinque creature marine fantastiche per la mostra intitolata Plastocene esposta alla NGV Triennial presso la National Gallery of Victoria di Melbourne.

Le opere, tra cui un polpo gigante realizzato interamente con mozziconi di sigaretta infeltriti a mano, sono una denuncia tangibile all'emergenza ambientale: Hefer si è immaginato un futuro in cui i rifiuti potrebbero costringere gli animali marini ad adattarsi all'abbondanza infinita di plastica e inquinanti che si accumulano nell'ambiente.

"Mentre migliaia di specie muoiono, incapaci di adattarsi ai rapidi cambiamenti del loro ambiente, altre iniziano a trasformarsi" (Carlson, 2020).



Foto estratta da Dezeen

Carlson, C. (2020). Porky Hefer creates mutant sea creatures to warn of ocean pollution for NGV Triennial. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2020/10/19/porky-hefer-plastocene-national-gallery-victoria-triennial/>

3. Skyscraper Whale

È un'imponente scultura realizzata con cinque tonnellate di plastica raccolte in quattro mesi sulle spiagge hawaiane, che emerge dal canale del Belgio e si inarca sulla storica piazza Jan Van Eyck.

Progettata per la seconda edizione della Triennale di Bruges nel 2018 dallo studio di design StudioKCA di Brooklyn, l'enorme balena attira l'attenzione sull'enorme quantità di rifiuti abbandonati nell'ambiente, con risultati devastanti per gli ecosistemi.

I 400 metri quadri di rifiuti di plastica raccolti con l'aiuto dell'Hawaii Wildlife Fund sono pari ad un palazzo di quattro piani; sono stati prima ripuliti, smistati e trasportati da Brooklyn a Bruges per essere riassemblati attraverso una rete metallica (StudioKCA, 2018).



Foto estratta da Colossal

StudioKCA (2018). Skyscraper (The Bruges Whale). Kickstarter. <https://www.kickstarter.com/projects/studiokca/skyscraper-the-bruges-whale>

Fotografia

4. Mandy Barker

È una pluripremiata fotografa a livello internazionale, che da 15 anni collabora con la comunità scientifica per sensibilizzare l'opinione pubblica sull'inquinamento da plastica negli oceani di tutto il mondo. Attraverso le sue composizioni fotografiche, che hanno come soggetto i detriti plastici rappresentati in contesti accattivanti e perturbanti, ne evidenzia gli effetti dannosi, spingendo lo spettatore all'interpretazione visiva e all'azione.

I lavori di Barker sono stati pubblicati in oltre 50 paesi diversi e sono stati utilizzati anche per illustrare importanti articoli di ricerca accademica e scientifica sulla ricerca attuale sulla plastica.

"L'obiettivo del mio lavoro è coinvolgere e stimolare una risposta emotiva nell'osservatore, combinando la contraddizione tra l'iniziale attrazione estetica e il successivo messaggio di consapevolezza" (Barker, s.d.).



Barker, M. (s.d.). About. <https://www.mandy-barker.com/about>

5. Plastic Fisherman

Un altro approccio che utilizza la fotografia dei detriti marini, ma che coinvolge in prima persona i cittadini, è quello ideato da Rodrigo Butori, la mente creativa dietro Plastic Fisherman: un movimento globale che si serve dei social media per stimolare, attraverso l'arte, la consapevolezza sull'inquinamento degli oceani.

L'iniziativa invita i partecipanti a raccogliere almeno 5 rifiuti plastici dalle spiagge per poi posizionarli in modo tale da comporre l'immagine di un pesce. Una volta pronta, l'opera d'arte viene condivisa online con il tag @ plasticfisherman e l'hashtag ufficiale #plasticfisherman! Si crea in questo modo una rete virale di attivismo ambientale "artistico". Al termine dell'attività, i rifiuti raccolti sono smaltiti correttamente. In questo modo la pulizia delle spiagge diventa un'attività ludica, ma di responsabilità collettiva (Plastic Fisherman, s.d.).



Foto estratta da Plastic Fisherman

Plastic Fisherman (s.d.). Plastic Fisherman. <https://www.plasticfisherman.com/>

Campagne di comunicazione

Le campagne di comunicazione rivestono un ruolo altrettanto importante nella denuncia dell'inquinamento da plastica. Molte vedono gli animali, come pesci, tartarughe, balene e delfini, soffocati da sacchetti di plastica o con gli stomaci ricolmi di microplastiche. Queste immagini permettono all'osservatore di associare la natura incontaminata alla morte e alla sofferenza, generando un impatto emotivo diretto.

Molte di queste campagne sono caratterizzate dall'uso di toni sarcastici, slogan incisivi, giochi di parole e similitudini, che tuttavia non mirano a divertire, quanto a provocare riflessioni e svegliare le coscienze degli spettatori.

6. Campagna di Surfrider Foundation, 2012

La campagna utilizza l'immagine del sushi di plastica con lo slogan: "Quello che entra nell'oceano, finisce dentro di te". Nonostante sia stata lanciata più di dieci anni fa, il messaggio resta attuale e potente.



7. Campagna di WWF, 2018

Il pesce-bottiglia è una delle nuove "specie" che deriva dallo stile di vita usa e getta della plastica, secondo la provocatoria campagna 'visual' del WWF, realizzata per #GenerAzioneMare e lanciata in occasione della Giornata Mondiale dell'Ambiente (Redazione, 2018).



8. Campagna di Sea Shepard Conservation Society, 2019

I due poster 3D raffigurano una foca e una tartaruga mentre soffocano a causa di un sacchetto di plastica, accompagnate dallo slogan: "La plastica che usi una volta torturerà l'oceano per sempre" (Russo, 2019).



Redazione (2018). WWF. Campagna visual per combattere l'inquinamento da plastica. Pesceinrete. <https://www.pesceinrete.com/wwf-campagna-visual-per-combattere-l'inquinamento-da-plastica/>

Russo, F. (2019). La campagna scioccante di Sea Shepherd che mostra i danni della plastica negli oceani. Dailybest. <https://www.dailybest.it/ambiente/campagna-pubblicitaria-oceani-plastica-danni/>

9. Visual di National Geographic, 2018

Il visual a tema ambientale non ha bisogno dell'aggiunta di testo, in quanto l'immagine dell'iceberg, ad uno sguardo più attento, si rivela essere un sacchetto di plastica immerso nell'acqua. La semplice potenza espressiva e l'armonia dell'immagine, accentuata dalle luci e dal cromatismo, colpisce proprio per il messaggio metaforico che l'iceberg cela: il problema spesso si nasconde sotto la superficie, dove si concentrano il pericolo e la minaccia dei materiali in plastica (Scano, 2019).



Scano, M. (2019). Comunicazione sociale: un messaggio visivo di buon senso. Marco Scano Studio Grafico. <https://www.marcoscano.it/comunicazione-sociale-messaggio-visivo-idea-buon-senso/>

Anche aziende importanti, pur non avendo come core business la tutela ambientale, hanno realizzato campagne di comunicazione a tema, sfruttando la loro potenza mediatica per diffondere il messaggio.

11. Campagna di PornHub, 2019

"The dirtier the better, but even for us there's a limit." inizia così la campagna "The dirtiest p0rn ever", lanciata dalla piattaforma che propone al suo pubblico un video a luci rosse, girato su una spiaggia dei Caraibi ricoperta di rifiuti di plastica.

Ogni visualizzazione del video diventa una donazione a Ocean Polymers, un'organizzazione no-profit specializzata in soluzioni per la raccolta e il trattamento dei rifiuti plastici provenienti da tutti gli oceani del mondo.

Il marchio dalla portata globale, che abbraccia tutte le fasce demografiche, risulta molto efficace per sostenere la crisi che stiamo affrontando oggi nei nostri oceani (Pornhub, s.d.).



Pornhub. (s.d.) Press Release - The Dirtiest Porn Ever. <https://it.pornhub.com/press/show?id=1831>

3.3.2 Design di prodotto

Premesse

Per l'analisi sistematica dei casi studio di prodotti di design realizzati in *marine plastic litter*, si sono considerati alcuni criteri di selezione.

Innanzitutto, sono state incluse soltanto le aziende che dichiarano di impiegare plastica raccolta dagli ecosistemi acquisiti, dalle spiagge, oppure quella classificata come *ocean bound*. Non sono stati considerati invece gli usi di plastica riciclata senza una specifica origine e i progetti puramente artistici o educativi, già raggruppati precedentemente in una sezione dedicata.

Dopo un'iniziale cernita di informazioni, la ricerca è proseguita con la costruzione di una schedatura di 75 casi studio, con lo scopo di ordinare e di confrontare i dati raccolti.

La tabella è stata suddivisa in dieci colonne, così intitolate, da sinistra a destra: Azienda/organizzazione, designer; Paese; Anno; Input; Output; Nomi casi studio; Scalabilità; Certificazioni e Marchi di materiali sostenibili; Riconoscimenti e Partecipazioni e Riferimenti.

Nella colonna "Paese" è indicato il Paese di produzione dell'oggetto, seguito dall'anno di pubblicazione o lancio. Nella colonna Input sono indicati i materiali di partenza, mentre nella colonna Output le categorie di prodotto generate. La colonna successiva presenta i nomi dei Casi studio di design, seguiti dalla Scalabilità, che specifica se si tratta di un prodotto seriale o confinato all'edizione limitata, dalle eventuali certificazioni e dai riconosci-

menti ottenuti. L'ultima colonna riporta infine le fonti da cui sono state reperite le informazioni.

Le categorie di prodotti più comuni realizzati con la plastica recuperata dall'ambiente acquisito sono (Eco Recycling Today, 2025):

1. Abbigliamento e calzature;
2. Occhiali da vista e da sole;
3. Borse e zaini;
4. Custodie per telefoni e accessori tecnologici;
5. Arredamento indoor e outdoor;
6. Orologi e gioielli;
7. Altro.

Tuttavia, non è stato ritenuto significativo suddividere i casi studio per categoria, quanto piuttosto in ordine cronologico di uscita sul mercato, per avere una rappresentazione chiara dello sviluppo dei prodotti in questo ambito.



Foto estratta da Costa Sunglasses



Azienda/organizzazione, designer	Paese	Anno	Input	Output	Nome caso studio		Scalabilità	Certificazioni e Marchi di garanzia	Riconoscimenti e Partecipazioni	Riferimenti
Studio Swine, Alexander Groves e Azusa Murakami	Regno Unito	2011	Reti da pesca o plastica raccolta dai pescarecci e dalle coste	Sgabello per imbarcazioni	Sea Chair		Produzione artigianale	/	Victorinox Time To Care, Royal College of Art, London Design Festival 2011	https://www.dezeen.com/2013/02/16/open-source-sea-chair-by-studio-swine/
G-Star Raw x Pharrell Williams x Bionic Yarn, The Vortex Project, Parley for the Oceans	Paesi Bassi	2014	Plastica oceanica, bottiglie di plastica e fibre derivate da PET riciclato	Abbigliamento in Bionic Yarn	Raw for the Oceans (denim)		In serie	Cradle to Cradle Certified® Gold	New York Fashion Week, Pitti Uomo 2014	https://www.g-star.com/en_it/shop/raw_for_the_oceans?srsltid=AfmBOopLDuPSakkHaPoen8UlfByahKPHRGqyg5hQpx0TWHYSndSaM0r
Parley for the Oceans x Adidas, Alexander Taylor	Stati Uniti	2015	Reti da posta o plastica recuperata da Parley dalle coste delle Maldive	Tomaia per sneaker	Ocean Plastic Trainer		Edizione limitata (50 pezzi)	Parley Ocean Plastic®	/	https://www.designboom.com/technology/adidas-parley-ocean-plastic-shoes-06-08-2016/
Brodie Neill	Regno Unito	2016	Plastica recuperata dalle spiagge di Tasmania, Hawaii e Cornovaglia	Composito "Ocean Terrazzo"	Gyro Table		Edizione limitata	/	London Design Biennale 2016, NGV Triennial 2017	https://www.ngv.vic.gov.au/essay/brodie-neill-on-gyro-table-2016/
Outerknown X Oceanworks	Stati Uniti	2017	HDPE da bottiglie recuperate nei pressi degli oceani di Haiti e Messico	Bottoni	Outerknown button		Edizione limitata	Ocean Bound Plastic Certified	Outdoor Retailer Show 2017	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/
Procter & Gamble x TerraCycle Inc. e Suez Environnement SA	Francia	2017	25% Plastica recuperata dalle ong da spiagge, oceani e fiumi	Flaconi shampoo	Shampoo Head&Shoulder		Edizione limitata	/	Lighthouse Momentum for Change 2017, World Economic Forum di Davos	https://headandshoulders.com/en-us/healthy-hair-and-scalp/about-other/momentum-for-change-un-climate-change-award
Spark & Burnish x Vert Design, Andrew Simpson	Australia	2018	Plastica oceanica raccolta da Sea Shepard Australia	Maniglie e pomelli per mobili	Ocean plastic Knob		Edizione limitata	/	Profitti devoluti alla Great Barrier Reef Foundation	https://thekitchenandbathroomblog.com.au/2018/08/10/spark-burnish-ocean-plastic-knobs/
Ecoalf	Spagna	2018	Bottiglie di plastica recuperate dal Mar Mediterraneo	Tomaia per sneaker	Shao		In serie	B Corp™ Certified	/	https://ecoalf.com/it/pages/inescop?srsltid=AfmBOoqltNy6x0Zs4n1xHVeRajinJ4h-z187Cscq1kl0JW0xTo2hgtpb
Bureo x Costa Sunglasses	Stati Uniti	2018	Reti da pesca Ocean Bound	Montature per occhiali da sole in NetPlus™	Untangled		In serie	B Corp™ Certified, membro di 1% for the Planet	Outdoor Retailer Innovation 2018 (Baffin), REI Root 2019	https://shop-eat-surf-outdoor.com/press-releases/costa-and-bureo-collaborate-on-new-recycled-fishnet-sunglasses/79789/
Mater, Jørgen e Nanna Ditzel	Danimarca	2019	Plastica rigida e reti da pesca recuperate dagli oceani	Mobili outdoor	Ocean Sand and Black		In serie	/	Wallpaper Magazine Design 2019	https://materdesign.com/collections/mater
Zanotta, Pierre Charpin	Italia	2019	Econyl: nylon rigenerato da reti da pesca abbandonate, scarti tessili, plastica	Involucro sacco esterno ed interno	Sacco Goes Green		Edizione limitata (300 pezzi)	ECONYL®	NYCxDESIGN "Greater good", Brera Design Days 2019	https://www.zanotta.com/it/magazine/sacco-goes-green-2019/sacco-goes-green
Snøhetta x Nordic Comfort Products	Norvegia	2019	Reti da pesca, corde e tubi da aziende ittiche del Nord della Norvegia	Scocca sedia	S-1500		In serie	EPD (ISO 14025 / EN 15804+A2)	Stockholm Furniture and Light Fair 2019	https://www.snohetta.com/projects/s-1500
Vondom, Eugeni Quilllet	Spagna	2019	Plastica recuperata dal Mar Mediterraneo, reti da pesca	Finitura Vondom Revolution per sedia	Ibiza chair		In serie	/	Red Dot Design 2020, Green Good Design 2021	https://www.vondom.com/products/chairs-ibiza-chair-eugen-quilllet-65040/
The Ocean Cleanup	Paesi Bassi	2019	Plastica recuperata dal GPGP	Montature per occhiali da sole	Ocean Cleanup		Edizione limitata	DNV Certified	Green Good Design 2021, Design Excellence 2021, FIT Sport Design Awards 2023	https://theoceancleanup.com/media-gallery/kia-x-the-ocean-clean-up/ https://theoceancleanup.com/sunglasses/
Sana Packaging	Stati Uniti	2019	Plastica oceanica recuperata da Oceanworks	Packaging per la cannabis	Sana Ocean Tubes		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/sana-packaging-launches-new-line-of-reclaimed-ocean-plastic-cannabis-packaging
Mi Terro	Stati Uniti	2019	Plastica oceanica	Borsa da viaggio	CDS Weekender bag		In serie	/	/	https://www.mitterro.com/products/cds-weekender-men-brown-bag?srsltid=AfmBOoqT68tJG_J_BfgP7BLhnva7LeDXVN_oAfrgtzCM4eCKq9kbr
LifestyleGarden	Danimarca	2019	Reti da pesca, corde e altri detriti marini	Sedute outdoor	DuraOcean		In serie	/	Best New Product SOLEX 2019	https://www.scancom.net/news-stories/10167/duracean-from-lifestylegarden-wins-best-new-product-award-at-solex
BlueCycle, Marily Konstantinopoulou e Suzanna Laskaridis	Grecia	2020	Attrezature da pesca e per la spedizione	Mobili outdoor	Second Nature		Edizione limitata	/	Green Awards greci e Guiltless Plastic	https://bluecycle.com/en/the-products/
The New Raw, Panos Sakkas e Foteini Setaki	Paesi Bassi	2020	80% Plastica recuperata dalle spiagge	Arredi per la spiaggia	Elements		Edizione limitata	/	/	https://thenewraw.org/Elements
Parley for the Oceans x Adidas	Stati Uniti	2020	Parley Ocean Plastic	Scarpa da running in tessuto Primeblue	Ultraboost		In serie	Parley Ocean Plastic®	/	
The Sak Brand Group	Indonesia	2020	Reti e attrezzatura da pesca recuperate da Oceanworks	Borse e accessori con filato Oceanworks	ReSak		In serie	Ocean Bound Plastic Certified, B Corp™ Certified	/	https://www.thesak.com/pages/oceanworks?srsltid=AfmBOoqXZmHa74ce7dW8Z043i9Lk6KbtOFQlGTQj3zLiBui9mRhTCe
iZettle, PayPal	Svezia	2020	75% Reti da pesca e corde recuperate dal Mare del Nord e dal Mar Baltico	Lettore di carte di credito	Ocean Reader		Edizione limitata	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/how-izettle-designed-the-worlds-first-ocean-plastic-credit-card-terminal
SailGP	Australia	2020	Reti da pesca, a strascico e corde intercettate, da corsi d'acqua asiatici	Medaglie per premiazioni	Oceanworks Medals		Edizione limitata	Ocean Bound Plastic Certified	Sydney Australia Event 2020	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/sailgp-post
The YKK Fastening Products Group	Giappone	2020	PET recuperato da Oceanworks dalle coste dello Sri Lanka	Nastratura di cerniere	NATULON® Ocean Sourced™		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	ISPO Munich 2020, Outdoor Retailer + Snow Show 2020	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/
Chipolo	Slovenia	2020	Reti da pesca, a strascico e corde recuperate da Oceanworks	Localizzatori Bluetooth di oggetti	One Ocean Edition		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	Parte dei profitti devoluti all'ente Oceanic Global	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/
Guala Closures Group	Italia	2020	Plastica oceanica recuperata da Oceanworks	Chiusure per bevande	Blossom		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/
IKEA x Seaqual, Inma Bermúdez	Svezia	2020	Plastica PET raccolta da pescatori spagnoli sulle coste del Mediterraneo	Borsa, tovaglia, federe cuscini	Musselblomma		In serie	/	Bronze Delta 2020, IF Design 2021	https://www.ikea.com/global/en/newsroom/sustainability/ikea-to-use-ocean-plastic-in-new-products-190604/
Ulysse Nardin x Fil & Fab	Francia	2020	Reti da pesca recuperate da Fil & Fab da porti francesi	Orologio concettuale in poliammide 6 Nylo	Diver The Ocean Race		In serie	Nylo®	Vendée Globe 2020	https://www.ulysse-nardin.com/it-it/about-us/chronicles/diver-net
Armor Lux x Fil & Fab, Frédéric Beausoleil	Francia	2020	Reti da pesca recuperate da Fil & Fab	Montature per occhiali in poliammide 6 Nylo	/		In serie	Nylo®	/	https://armorlux-eyewear.com/en/the-brand/

Tab. 3 - Casi studio di design di prodotto nato dal marine plastic litter

Azienda/organizzazione, designer	Paese	Anno	Input	Output	Nome caso studio		Scalabilità	Certificazioni e Marchi di garanzia	Riconoscimenti e Partecipazioni	Riferimenti
Noho x Formway	Stati Uniti	2020	60% Reti da pesca recuperate e tappeti dismessi	Seduta indoor in Econyl	<i>Noho Move</i>		In serie	ECONYL®	/	https://formway.com/design/noho-move
Parley for the Oceans x Adidas	Stati Uniti	2020	Parley Ocean Plastic	Scarponi da trekking	<i>Terrex Free Hiker Parley</i>		In serie	Parley Ocean Plastic®	/	https://shop.parley.tv/products/free-hiker-men_-white
Sea2see Foundation	Italia	2020	Plastica recuperata da pescatori	Montature per occhiali in UPSEA™ PLAST	<i>Positano 02</i>		In serie	B Corp™ Certified, Cradle to Cradle Certified® Gold, TÜV SÜD	"Frame of the Year" agli Optician Awards 2020	https://www.sea2see.org/
Camira Fabrics x Seaqual, Normann Copenhagen	Regno Unito	2020	Bottiglie di plastica recuperate da Seaqual	Tessuto green	<i>Oceanic</i>		In serie	/	/	https://www.normann-copenhagen.com/en/Journal/Made-with-care/Oceanic---from-waste-to-weave
Sector No Limits	Italia	2020	Plastica oceanica	Cassa e fibbia per orologi	<i>Save the Ocean</i>		In serie	/	HotCorn Green alla Festa del Cinema di Roma	https://www.sectornolimits.com/en/sector-save-the-ocean.html
Triwa	Svezia	2020	Plastica oceanica	Cassa e cinturino per orologi	<i>Ocean plastic Deep Blue</i>		In serie	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://triva.com/en-eu/collections/time-for-oceans?srslid=AfmB0ooR-R22AOpWY2NHIpGUwfjYIXSRVUCTqVYwfbYT1zYJGfCqQWxk5
Polywood	Stati Uniti	2020	Plastica Ocean Bound (OBP)	Sedute outdoor in POLYWOOD® lumber	<i>The Ocean chair (Adirondack chair)</i>		In serie	/	/	https://www.polywood.com/pages/ocean-chair?srslid=AfmB0ooMxV-SBozj-M8Y48Jababdf4416Phlw5X-8PhFgAVSuQ2MflwUF
Krost Business Furniture	Australia	2020	Plastica Ocean Bound (OBP)	Guscio sedie e sgabelli indoor e outdoor	<i>Poppi chair, Poppi stool</i>		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://www.krost.com.au/products/seating/seating-products/poppi
LifeProof	Stati Uniti	2020	85% Corde e reti abbandonate	Custodie per smartphone	<i>WAKE</i>		In serie	/	/	https://media.ottobox.com/2020-04-16-LifeProof-Unveils-Case-Line-Made-from-Recycled-Ocean-Based-Plastic
Popsicase	Spagna	2020	Reti da pesca recuperate da Net Viva Mediterranea	Custodie per smartphone	<i>Freie Liebe Naked</i>		In serie	/	/	https://www.popsicase.com/sustainable-phone-cases-popsicase-shop/
Ecotribo	Regno Unito	2020	Reti da pesca recuperate sulle coste del Regno Unito	Vasi per piante	/		In serie	/	/	https://www.ecotribo.com/
Fapil	Portogallo	2020	Plastica recuperata da Waste Free Oceans	Oggetti per la casa	<i>Ocean</i>		In serie	/	/	https://www.fapil.pt/ocean-products/
Parley for the Oceans x M.I.A.	Stati Uniti	2021	Plastica marina, attrezzi da pesca	Montature per occhiali da sole	<i>core Archetype Clean Waves</i>		Edizione limitata	Parley Ocean Plastic®	/	https://parley.tv/initiatives/clean-waves
Humanscale, Niels Diffrient	Stati Uniti	2021	Reti da pesca	Sedia da ufficio ergonomica	<i>Liberty Ocean</i>		In serie	/	Triennale del Design Smithsonian	https://www.humanscale.com/products/seating/
Vestre x Ogoori, Allan Hagerup	Norvegia	2021	Plastica marina recuperata da Ogoori da spiagge e fiumi della Norvegia	Panca outdoor	<i>Coast bench</i>		Edizione limitata	/	/	https://vestre.com/news/the-world-s-first-bench-made-from-ownerless-marine-plastic
Parley for the Oceans x Iris van Herpen	Paesi Bassi	2021	Plastica raccolta lungo le coste di tutto il mondo da Parley for the Oceans	Abito haute couture primavera/estate	<i>Holobiont dress di Roots of Rebirth</i>		Edizione unica	Parley Ocean Plastic®	/	https://parley.tv/initiatives/parley-x-iris-van-herpen
Balenciaga, Shahar Livne	Italia	2021	Plastica oceanica recuperata da Oceanworks	Gioielli distopici	<i>Fall21</i>		In serie	/	/	https://www.shaharlivnedesign.com/balenciaga-afterworld
West Paw	Stati Uniti	2021	12,5% di plastica recuperata dalle spiagge dell'America Centrale	Giocattoli e ciotole per cani	<i>Seaflex</i>		In serie	Ocean Bound Plastic Certified, B Corp™ Certified	/	https://www.westpaw.com/pages/seaflex
Electra Bicycle Company	Stati Uniti	2021	Plastica recuperata da Oceanworks	Cestino della bici	<i>Plasket</i>		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://electra.trekbikes.com/it_it/plasket/
Herman Miller	Regno Unito	2021	Plastica Ocean Bound (OBP)	Sedia da ufficio ergonomica	<i>Aeron chair</i>		In serie	Cradle to Cradle V3 Certified® Silver	Good Design Award (Chicago Athenaeum)	https://www.hermanmiller.com/it_it/better-world/sustainability/ocean-bound-plastic/
Nanovia x Fil&Fab	Francia	2021	Reti da pesca riciclate al 100% in poliammide 6 Nylo®	Filamenti per stampa 3D	/		In serie	Nylo®	/	https://www.fil-et-fab.fr/partenariats/impression-3d-nanovia-x-fil-fab/
Ecotribo	Regno Unito	2021	Reti da pesca recuperate sulle coste del Regno Unito	Panchina outdoor	<i>Eco 001</i>		In serie	EcoTraceAbility™	/	https://www.ecotribo.com/product-page/ocean-plastic-bench
Waterhaul	Italia	2021	Reti e attrezzi da pesca recuperate sulle coste del Regno Unito	Montature per occhiali da sole	<i>Zennor</i>		In serie	Traceable Marine Plastic™	"Editor's Choice" su MBY	https://waterhaul.co/products/zennor
Brodie Neill	Regno Unito	2022	Rifiuti plastici oceanici recuperati dalle rive	Ocean Terrazzo	<i>Flotsam</i>		Edizione limitata	/	London Design Festival	https://brodieneill.com/projects/
Brodie Neill	Regno Unito	2022	Microplastiche rimaste dalla creazione dei tavoli Gyro	Ocean Terrazzo	<i>Jetsam</i>		Edizione limitata	/	/	https://brodieneill.com/projects/
Zuiver x studio APE	Paesi Bassi	2022	Plastica Ocean Bound (OBP) della Malesia	Seduta	<i>The Ocean chair</i>		In serie	/	/	https://www.zuiver.com/en/the-ocean-chair
Ogyre, Alessandro Stabile e Martinelli Venezia	Italia	2022	Plastica marina recuperata da Ogyre	Seduta	<i>OTO (One To One)</i>		In serie	/	Milano Design Week, per ADI Design Index 2023, Compasso d'Oro 2024	https://www.area-arch.it/oto-chair-nelladi-design-index-2023/
Elho	Paesi Bassi	2022	Reti da pesca e corde	Vasi indoor	<i>Ocean</i>		In serie	/	/	https://www.elho.com/it/collezione/the-ccean-collection/
The Ocean Cleanup x Kia	Paesi Bassi	2022	Plastica recuperata dal GPGP	Accessorio per auto	<i>Rivestimento del bagagliaio dell'EV3</i>		Edizione limitata	DNV Certified - Chain of Custody	/	https://theoceancleanup.com/media-gallery/kia-x-the-ocean-cleanup/

Tab. 3 - Casi studio di design di prodotto nato dal marine plastic litter

Azienda/organizzazione, designer	Paese	Anno	Input	Output	Nome caso studio		Scalabilità	Certificazioni e Marchi di garanzia	Riconoscimenti e Partecipazioni	Riferimenti
Cocolab	Stati Uniti	2022	~98% di plastica ocean-bound Oceanworks	Manico per spazzolini da denti	Cocobrush		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://cocolab.com/products/cocobrush?_pos=7&_sid=3c0418ec6&_ss=r
TAHE x Fil&Fab	Francia	2022	Reti da pesca riciclate al 100% in poliammide 6 Nylo®	Pinne da surf	Stellar		In serie	Nylo®	Ecosport Awards 2022	https://www.fil-et-fab.fr/partenariats/derives-tahe/
Sinful x #tide ocean material	Danimarca	2022	Plastica oceanica del sud-est asiatico	Sex toys	Ohhcean		In serie	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://ohhcean.com/
Solaris, Karim Rashid	Svezia	2022	Plastica oceanica del sud-est asiatico	Set mobili indoor stampati in 3D	Oceana		Edizione unica	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://www.solariscommunity.com/oceana
Risacca x Giglio.com	Italia	2022	Reti da pesca	Sacche, pochette e borse	eco-bag		Edizione limitata	/	/	https://www.giglio.com/it-it/risacca-x-giglio-com-uomo.html
Maurice Lacroix	Stati Uniti	2022	Plastica Ocean Bound (OBP) recuperata da #tide ocean material®	Orologi	AIKON #tide		In serie	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://www.tide.earth/en/news/maurice-lacroix-aikon-tide
4Ocean	Indonesia	2022	Plastica da mari e fiumi	Braccialetti e beads artigianali	4Ocean Plastic Cord		In serie	B Corp™ Certified, membro di 1% for the Planet	/	https://4oceanhelp-center.gorgias.help/en-US/how-are-4ocean-bracelets-made-what-are-4ocean-bracelets-made-from-287550
Planctons	Svizzera	2022	Plastica Ocean Bound (OBP) recuperata da #tide ocean material®	Montature per occhiali	Swiss zero waste eyewear		Produzione artigianale	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://www.tide.earth/en/news/the-first-swiss-sustainable-eyewear-made-of-100-ocean-bound-plastic/
Skip Hop	Cina	2023	70% Plastica oceanica provenienti dall'Asia recuperati da Oceanworks	Kit per bagno bambini	MOBY Baby Bath Bundle		In serie	Ocean Bound Plastic Certified	/	https://oceanworks.co/blogs/ocean-plastic-case-studies/how-skiphop-s-bath-essentials-kit-gives-reclaimed-ocean-bound-plastic-new-life
Migros	Svizzera	2023	Plastica Ocean Bound (OBP) recuperata da #tide ocean material®	Flacone detergente per piatti	Handy Fresh Ocean		Edizione limitata	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	Swiss Packaging Award 2023	https://www.tide.earth/en/news/migros-sends-a-crystal-clear-message-with-the-handy-fresh-ocean-bottle
Sungai Design	Indonesia	2024	Plastica recuperata da Sungai Watch dai fiumi di Bali e Giava	Arredamento indoor e outdoor	Ombak & Muara		In serie	Membro di 1% for the Planet	/	https://sungaidesign.com/
Berninox, Studio Super150	Svizzera	2024	Plastica Ocean Bound (OBP) recuperata da #tide ocean material®	Testina per spazzolino da denti	Berninox 316		In serie	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	Materialica Design & Technology 2019, Swiss Plastics Sustainability 2020 e 2023	https://berninox.com/it-eu/products/berninox-316-ocean
Pack Tech	Danimarca	2024	Plastica recuperata da oceani e fiumi da ReSea project	Packaging di prodotti di bellezza	OWP-packaging		In serie	DNV Certified	/	https://www.oceanwasteplastic.com/
GF Garden	Italia	2025	50-80% Plastica Ocean Bound (OBP) recuperata da #tide ocean material®	Soluzioni per il giardinaggio	For Ocean		In serie	Global Recycled and Recycled Claim, Ocean Bound Plastic	/	https://www.tide.earth/en/news/gf-garden-tide-collection
The Other Danish Guy	Canada	2025	Reti da pesca, nylon riciclato in collaborazione con Econyl	Boxer in tessuto Smoothshell™	Globetrotter boxer		In serie	ECONYL®	/	https://theotherdanishguy.eu/products/globetrotter-boxers?shpxid=634c08c1-7658-4e80-a2d6-d7cb659badf1
Ulysse Nardin x Fil&Fab	Francia	2025	Reti da pesca riciclate al 100% in poliammide 6 Nylo®	Orologio concettuale e orologio subacqueo	Diver Net, Diver The Ocean Race		In serie	Nylo®	/	https://www.fil-et-fab.fr/partenariats/diver-the-ocean-race/
Sungai Design	Indonesia	2025	Sacchetti di plastica recuperati da Sungai Watch dai fiumi di Bali e Giava	Portafazzoletti	Kotak Tissue Box		In serie	Membro di 1% for the Planet	/	https://sungaidesign.com/products/kotak-tissue-box-ocean-blue

Tab. 3 - Casi studio di design di prodotto nato dal marine plastic litter

3.4 Riflessioni sui casi studio

L'analisi dei casi studio (Tab. 3) sull'attuale mercato del design che nasce dal riciclo e dal riutilizzo del *marine plastic litter* offre spunti interessanti per considerazioni specifiche.

Paese

Nonostante il fenomeno abbia una portata mondiale, dall'analisi emerge un maggior numero di iniziative nelle aree geografiche che dispongono delle infrastrutture necessarie, come gli Stati Uniti e i Paesi europei. Tuttavia, non mancano realtà minori anche in contesti più poveri o in cui la gestione dei rifiuti è critica, come l'Indonesia.

Input

Le due categorie di materiali di input considerate per l'analisi sono la "plastica oceanica" o "ocean plastic" e la "plastica destinata all'oceano" o "ocean bound plastic". Con il primo termine si intendono i materiali derivanti dai rifiuti recuperati da ecosistemi acquatici; il secondo comprende invece tutte quelle plastiche abbandonate entro un raggio di 50 chilometri dalle coste o di 200 metri dalle rive dei fiumi, che potrebbero potenzialmente entrare in contatto con l'acqua. Sono stati esclusi di conseguenza i casi studio che utilizzano come input la plastica post-consumo che proviene dalla raccolta differenziata domestica o industriale, poiché non hanno un legame diretto con il tema dell'inquinamento dell'idrosfera.

Dal confronto è emerso che il principale input sono le reti e le attrezzature da pesca abbandonate. Questo perché sono più facili da individuare e recuperare, spesso grazie alle operazioni che coinvolgono direttamente i

pescatori. Come indicato dalla Marine Strategy Framework Directive, l'obiettivo di molte operazioni di pesca è proprio quello di intercettare i rifiuti marini per poterli raccogliere ed avviare ad un processo di recupero, al fine di creare una nuova economia circolare ed allungare la vita utile dei materiali. Le iniziative si chiamano "*fishing for litter*" e, negli ultimi anni, si sono dedicate ad evidenziare la problematica della presenza di plastiche in mare, approcciando anche protocolli di recupero e sbarco, a carattere dimostrativo (Mancini e Notti, 2022).

In alcune caselle sono state inserite anche le aree in cui le organizzazioni di pulizia degli oceani hanno operato, con le percentuali di materiale plastico effettivamente recuperato e utilizzato nel prodotto. Questi dati trasparenti sono la prova concreta che la plastica impiegata è stata recuperata realmente da spiagge, fiumi o mari.

Output

I prodotti ottenuti spaziano da oggetti d'arredamento per interni ed esterni a capi d'abbigliamento, da collezioni di moda ad articoli di largo consumo e di uso quotidiano, come occhiali, borse e accessori.

Il *marine plastic litter* può essere dunque impiegato in più settori produttivi e mercati anche molto differenti tra loro, grazie alla sua flessibilità. Tuttavia, non può essere utilizzato dove sono richiesti standard elevati di purezza e sicurezza, come l'industria alimentare, farmaceutica e medicale, oppure per applicazioni strutturali.

Mancini, F. e Notti, E. (2022). Recupero e valorizzazione del "marine litter". Rinnovabili.it. <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/riciclo/recupero-valorizzazione-marine-litter/>

Nomi casi studio

Se si osserva la colonna relativa alla nomenclatura dei prodotti o se si analizzano le campagne promozionali attraverso cui i vari prodotti sono presentati sul web, salta subito all'occhio un uso frequente di termini come "ocean", "wave", "coast" e "plastic". Se questa scelta lessicale da un lato rimanda immediatamente al contesto in cui si sta spaziando, dall'altro rischia di diventare ridondante o fuorviante, dato che spesso non risultano certificazioni che confermino l'impegno concreto delle aziende nella lotta all'inquinamento da plastica.

Scalabilità

La diversificazione si estende anche alla scala produttiva: alcuni progetti nascono da collaborazioni con grandi marchi internazionali, come Adidas o IKEA, dimostrando la fattibilità di un'operazione industriale su larga scala; altri, invece, rimangono in edizione limitata o venduti come pezzi unici, assumendo un valore più simbolico, ma comunque impattante a livello di sensibilizzazione.

La scalabilità è inevitabilmente legata all'affidabilità delle filiere di approvvigionamento, che garantiscono coerenza nella provenienza dei materiali impiegati e costanza nella loro disponibilità.

Certificazioni

È stato possibile risalire direttamente alle percentuali effettive di rifiuti marini presenti nel prodotto finito, tramite le certificazioni ufficiali del materiale. Al contrario, in assenza di verifiche documentate, le dichiarazioni delle varie

aziende non sono state ritenute sufficientemente affidabili. È facile infatti incappare in articoli ingannevoli. Molte aziende, organizzazioni o studi di design, presentando i loro prodotti, dichiarano l'uso di plastica marina, ma questo non equivale automaticamente a certificazioni riconosciute esternamente, per cui è stato inserito un "/" nella colonna.

Come si può notare a primo impatto, guardando la Tabella 3, nella colonna relativa alle Certificazioni e ai Marchi di garanzia compaiono numerosi "/". Questo è indicatore di lacune di informazioni e di chiarezza delle aziende e lascia aperti molti dubbi sull'effettiva tracciabilità del materiale.

Marchi di materiali sostenibili

Per allargare il campo di analisi, sono stati considerati anche i marchi di garanzia, che attestano la provenienza della plastica impiegata. In alcuni casi, la certificazione dei prodotti fa direttamente riferimento all'azienda produttrice del materiale stesso, come dichiarazione sull'origine del materiale. Le collaborazioni con realtà come Parley for the Oceans, #tide ocean material e Oceanworks sono ritenute affidabili proprio perché i fornitori lo sono e possiedono certificazioni proprie.

Si nota che, per le aziende che hanno intenzione di immettere un nuovo prodotto sul mercato che impieghi il *marine plastic litter*, è più facile garantire la loro affidabilità ambientale se instaurano collaborazioni con le realtà che si occupano direttamente della raccolta e della trasformazione dei detriti in nuovi materiali, come pellet e filati, o se la plastica

è recuperata da organizzazioni che si occupano della bonifica di coste e acque.

Anche reperire informazioni riguardo all'origine del materiale di input diventa immediato nel momento in cui il materiale è già certificato e standardizzato. L'uso della certificazione e dell'etichettatura sta migliorando la trasparenza, la fiducia dei consumatori e la responsabilità nell'uso della plastica oceanica e ocean bound.

Alcuni standard sono nati per rispondere alle sfide specifiche dei rifiuti marini, mentre quelli già consolidati sono stati aggiornati. Certificazioni e standard riconosciuti a livello internazionale, come Global Recycled Standard (GRS), Ocean Bound Plastic Certification e Recycled Claim Standard concorrono a validare l'autenticità del contenuto riciclato e favoriscono l'accettazione dei prodotti in *marine plastic litter* da parte dei consumatori (DNV, 2025).

È interessante notare come con il passare degli anni, in particolare dal 2022 in poi, siano quasi sempre presenti certificazioni del materiale, a testimonianza di una crescente attenzione verso la tracciabilità. Questa tendenza si inserisce in un ampio contesto di responsabilità sociale e ambientale, in cui le certificazioni verificate assumono un ruolo fondamentale per i marchi e i consumatori desiderosi di avere un impatto positivo: fungono da guida e da riferimento, garantendo che i materiali riciclati siano reperiti e gestiti in modi che apportino reali benefici sia alle persone che al pianeta (Almack, 2024).

Det Norske Veritas (DNV) (2025). Lo standard Chain of Custody per la plastica recuperata dall'idrosfera. <https://www.dnv.it/services/lo-standard-chain-of-custody-per-la-plastica-recuperata-dall-idrosfera-176654/>

Per esempio, lo standard Chain of Custody per la plastica recuperata di DNV stabilisce i requisiti per assicurare la tracciabilità e l'integrità della plastica raccolta in qualsiasi luogo nell'idrosfera. Copre tre aspetti principali:

- Integrità del materiale: il materiale raccolto dal corpo idrico non è miscelato con materiale proveniente da altre fonti prima di essere trasformato in un nuovo prodotto;
- Tracciabilità: la posizione, l'integrità, la massa e l'uso della plastica sono resi tracciabili dall'acqua alla riva fino a diventare parte di un nuovo prodotto;
- Approccio sistematico: sistema di gestione in atto che consente la piena tracciabilità delle caratteristiche del materiale lungo la catena di fornitura.

Lo standard è stato sviluppato in collaborazione con The Ocean Cleanup, che è stato il primo ad applicarlo e a richiedere la certificazione per la propria plastica recuperata dal *Great Pacific Garbage Patch*. È inoltre pubblico e può essere adottato da qualsiasi organizzazione che recuperi la plastica da oceani, fiumi o laghi per fornire la prova della fonte e dell'autenticità della plastica e permettere di risalire al luogo di estrazione della plastica e di seguirne tutto il processo di lavorazione (DNV, 2025). Tuttavia, soltanto pochi prodotti, tra cui quelli realizzati in collaborazione con The Ocean Cleanup, ne fanno uso nell'analisi effettuata.

Almack, A. (2024). Why Certifications in the Recycling Industry Should Be Your Brand's Guiding Light. Plastics for Change. <https://www.plasticsforchange.org/blog/why-certifications-in-the-recycling-industry-should-be-your-brands-guiding-light>

Un'altra delle certificazioni più solide è la Ocean Bound Plastic (OBP) Certification che si applica alle organizzazioni che raccolgono e riciclano rifiuti plastici a rischio di contaminazione degli oceani. Questa certificazione verifica che i rifiuti OBP vengano trasformati in nuovi prodotti in modo etico e sostenibile, garantendo:

- Nessun lavoro minorile;
- Pagamenti e condizioni eque per i raccoglitori di rifiuti;
- Gestione responsabile dei rifiuti e rispetto degli standard ambientali;
- Sistemi di gestione della qualità;
- Tracciabilità durante tutto il processo di riciclo.

Attraverso la certificazione OBP, le aziende contribuiscono a ridurre l'inquinamento degli oceani, a creare un'economia circolare e a raggiungere gli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, in particolare l'SDG 14: la vita sott'acqua (Almack, 2024).

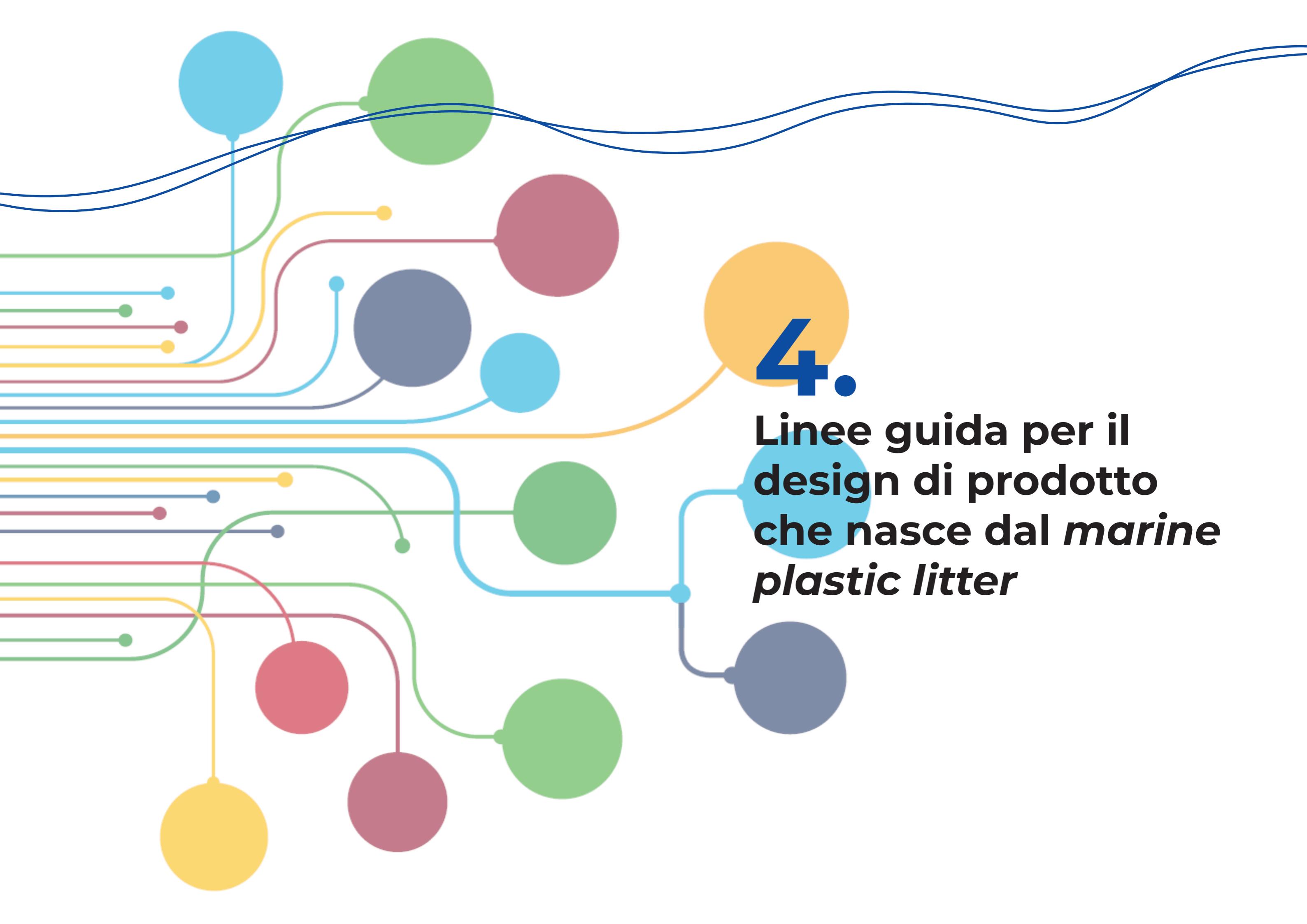
Vi sono poi elementi comunicativi che non svolgono la funzione di attestare l'origine del materiale, quanto piuttosto di presentarla al pubblico. Strumenti come etichette, QR code o claim informativi, applicati o incisi sui prodotti, risultano particolarmente efficaci perché rimandano in modo immediato al luogo di recupero della plastica, alla quantità di rifiuti rimossa dall'ambiente o agli impatti positivi generati.

In questo modo, contribuiscono a rafforzare la fiducia dei consumatori, fondamentale nel processo di acquisto, avvicinandoli al percorso

che la plastica ha compiuto per arrivare a diventare l'oggetto di cui possono usufruire e rendendoli partecipi di un cambiamento collettivo che può nascere dalle piccole azioni quotidiane.

Riconoscimenti e partecipazioni

Per alcuni prodotti sono anche state individuate informazioni relative al ricevimento di premi o alla partecipazione a mostre, sfilate ed eventi, che hanno contribuito a presentare le novità sul mercato e a convalidarne ulteriormente l'affidabilità.



A complex network of colored lines and circles in the background. It features several large, semi-transparent circles in various colors (blue, green, red, yellow, grey) connected by a web of thin, winding lines in the same colors. Some lines are straight, while others are curved or wavy. The overall effect is organic and interconnected, representing a system or a network.

4.

**Linee guida per il
design di prodotto
che nasce dal *marine
plastic litter***

4.1 Il concept

A partire dall'analisi dei casi studio si dimostra che l'impiego dei rifiuti plastici recuperati dall'idrosfera nel design di prodotto può essere una delle strategie nella lotta concreta all'inquinamento da plastica a livello globale.

Per garantire la credibilità dei progetti, sono però necessari i prerequisiti di trasparenza delle filiere di approvvigionamento e di certificazione dei materiali. È inoltre cruciale la collaborazione tra i diversi attori della filiera, dal recupero dei rifiuti alla loro trasformazione in prodotti finiti, perché solo in questo modo è possibile generare davvero un impatto positivo.

Trattandosi di materiali plastici c'è la possibilità di utilizzare le tecniche produttive tradizionali, attraverso alcuni accorgimenti durante le fasi di riciclo. Questo fattore, unito alla diversificazione produttiva, permette di ampliare il campo di intervento e la diffusione dei prodotti sul mercato.

Anche la comunicazione legata alla presentazione dei prodotti deve essere chiara, in quanto ha un ruolo fondamentale nella costruzione di sentimenti di fiducia e consapevolezza nei consumatori nella fase di acquisto.

Le considerazioni generali effettuate possono essere estrapolate e riassunte sotto forma di punti di forza e di debolezza della progettazione derivante dal *marine plastic litter*. Questi, a loro volta, permetteranno la definizione del contesto di progetto, proposto in questo capitolo.

Punti di forza

1. Il passaggio da rifiuto a risorsa rappresenta un esempio di economia circolare.
2. I prodotti in *marine plastic litter* contribuiscono alla riduzione dell'inquinamento marino.
3. L'aspetto del materiale riciclato è immediatamente riconoscibile e può essere valorizzato come elemento distintivo.
4. Il prodotto si configura come un mezzo comunicativo capace di veicolare messaggi ambientali e di sensibilizzazione.
5. Il processo di raccolta e trasformazione può favorire il coinvolgimento di comunità locali, associazioni e realtà territoriali, generando valore sociale.
6. La tracciabilità del materiale rafforza l'affidabilità del prodotto.
7. L'adattabilità del materiale ai processi produttivi ne rende possibile un'ampia varietà di applicazioni.

Punti di debolezza

1. La quantità di materiale recuperato è limitata rispetto alla portata globale dell'inquinamento marino.
2. Le certificazioni sull'origine e sulla tracciabilità della plastica non sono sempre reperibili o ufficialmente riconosciute.
3. Il materiale recuperato si presenta frequentemente degradato e contaminato, con conseguente riduzione delle proprietà fisiche e meccaniche.
4. I linguaggi adottati non sempre risultano trasparenti, con il rischio di *greenwashing*.
5. Le immagini e la narrazione legate al materiale tendono a riprodurre linguaggi stereotipati.
6. Il materiale rigenerato presenta limitazioni d'impiego in applicazioni strutturali o a contatto con alimenti.
7. I processi di raccolta, pulizia e trasformazione comportano costi elevati e richiedono tecnologie specializzate.
8. La percezione negativa legata all'origine di "rifiuto" del materiale può influenzare la sua accettazione commerciale.

Da questi punti si intendono sviluppare delle **linee guida**, ovvero delle regole tecniche di riferimento che aiutino i designer nelle loro scelte progettuali. L'obiettivo è orientarli verso decisioni consapevoli per districarsi nella complessità di quello che rientra sotto la definizione di *marine plastic litter* e che comprende numerosissime sfaccettature.

Ad oggi, esistono linee guida per la progettazione di prodotti in plastica riciclata, specialmente per settori specifici, come quello degli imballaggi e dell'arredamento, che hanno come obiettivi la riduzione dei rifiuti, il miglioramento dei processi di riciclo, la trasparenza e l'efficienza, in linea con i principi dell'economia circolare e delle normative vigenti.

Sono state inoltre pubblicate le nuove linee guida sul monitoraggio dei rifiuti marini nei mari europei, con l'obiettivo di aumentare la comparabilità dei dati e comprendere l'impatto dei rifiuti marini sull'ambiente. Includono anche raccomandazioni metodologiche e consigli sul campionamento, sull'analisi e sulla registrazione dei rifiuti marini, garantendo un supporto concreto nella progettazione e implementazione di programmi di monitoraggio (Ministero dell'Università e della Ricerca, 2024).

Tuttavia, non esistono indicazioni specifiche per la progettazione dai rifiuti plastici marini. L'intento è quello di fornire uno strumento concreto concepito non come una soluzione consolidata, ma come punto di partenza da cui i progettisti possono iniziare a progettare.

Linee guida

Sono stati delineati quattro punti focali, che racchiudono suggerimenti riguardanti il materiale da scegliere, la figura del/della progettista, i processi produttivi e il prodotto che ne deriva.

L'ordine con cui sono presentati rispetta il passaggio cronologico che porta il rifiuto a diventare nuova risorsa.

Le linea guida sotto forma di titolo sono seguite da alcune parole chiave e dalla loro declinazione in sotto-linee guida.

Il linguaggio è volontariamente formulato in modo impersonale per evitare riferimenti al genere. L'uso di forme impersonali assicura anche una maggiore uniformità stilistica, rafforzando l'oggettività delle indicazioni.

SCELTA DEL MATERIALE *certificazioni, credibilità, fornitura, omogeneità*

- Prediligere l'impiego di plastica provvista di certificazioni e standard ufficialmente riconosciuti.
- Scegliere fornitori qualificati di *marine plastic litter*, con esperienza nel settore e con elevate percentuali di raccolta e recupero dei rifiuti dagli ecosistemi acquatici.
- Preferire materiali recuperati in prossimità del sito produttivo, per minimizzare l'impatto ambientale legato alla logistica.
- Preferire categorie omogenee di rifiuti plastici.

1.

SCELTE DI PRODUZIONE *compatibilità, flessibilità, collaborazione*

- Scegliere design e tecniche produttive che tollerino le differenze del *marine plastic litter* rispetto al materiale vergine e riducano al minimo gli sfardi plastici.
- Massimizzare l'impatto ambientale positivo adottando una filiera in cui ogni fase — dal recupero dei materiali alla loro trasformazione, fino alla produzione dei prodotti finiti e alla gestione del fine vita — sia gestita all'interno dell'azienda.
- Valorizzare collaborazioni strategiche esterne per aumentare efficienza, competitività e accessibilità dei prodotti sul mercato.

2.

ESPRESSIVITÀ DEL MATERIALE *valore aggiunto, riconoscibilità, imperfezione*

- Proporre un'estetica che esalta il *marine plastic litter* per le sue caratteristiche uniche, come il colore, le texture e le imperfezioni, trasformandole in segni distintivi.
- Dare rilevanza comunicativa al valore narrativo del materiale, dove possibile.
- Il prodotto non deve discostarsi dalle forme tipiche, per non generare confusione nella percezione dei consumatori.

3.

COMUNICAZIONE DEL PRODOTTO *trasparenza, fiducia, collegamento*

- Offrire al consumatore la possibilità di accedere a informazioni aggiuntive sul materiale di cui è composto il prodotto, tramite elementi comunicativi come etichette, incisioni o QR code, direttamente integrati sul prodotto stesso.
- Evitare una comunicazione stereotipata del prodotto e del materiale (introducendo, se necessario, un glossario comune per evitare ambiguità terminologica).
- Fornire una visione completa della filiera del prodotto, dal recupero alla trasformazione, fino al fine vita, specificando origine, modalità di recupero, percentuali di *marine plastic litter* e impatti generati.

4.

4.1.1 Il progetto fisico

L'intento è quello di realizzare un **opuscolo** che unisca informazioni tecniche reperibili dalla letteratura a dati derivanti dall'analisi dello stato dell'arte del mercato.

Le linee guida verranno presentate attraverso una grafica omogenea, accompagnate da icone, grafici ed immagini delle *best practice* da seguire. Come una sorta di filo conduttore, il piccolo volume sarà capace di partire dalle considerazioni svolte in fase di ricerca fino ad arrivare ad esempi concreti del mondo del design.

Il formato sarà A5 (148×210 mm) orizzontale: la dimensione e l'orientamento delle pagine si adattano meglio alla lettura di questo tipo di contenuto, che deve essere leggero, maneggevole e di rapida consultazione.

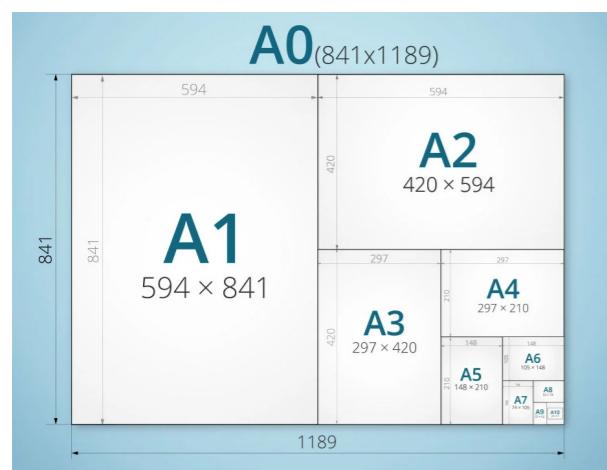


Fig. 16 - A Series Formats Sizes,
ISO 216 international standard (ISO) paper sizes

La copertina sarà molto essenziale: il rettangolo blu riprende il colore di impaginazione dell'elaborato di tesi e ricorda una fascia che sembra chiudere l'opuscolo. La quarta di copertina presenterà invece il mio nome, il nome del Politecnico di Torino e il mese e l'anno di "pubblicazione", accompagnati dal QR code del sito. Anche le due linee che simulano il profilo di un'onda concorrono a definire un'immagine coerente tra elaborato e progetto.

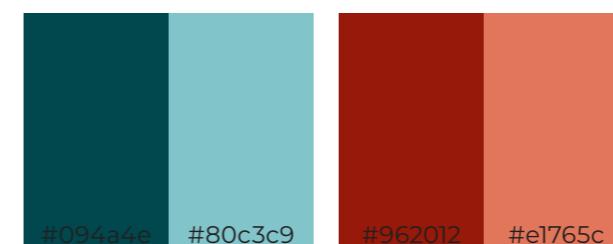
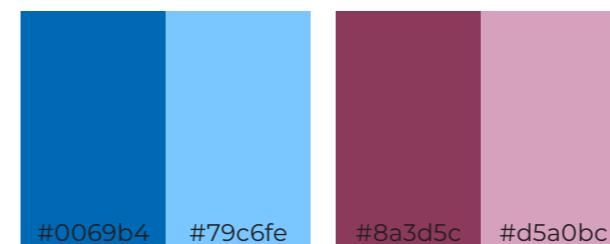
Nelle prime pagine del volume sarà inserito un glossario che comprenderà i termini maggiormente utilizzati in questo contesto, per fare chiarezza tra le varie definizioni, spesso utilizzate erroneamente. Successivamente, saranno riportate le linee guida per i progettisti, suddivise per blocchi tematici.

Per creare tre sezioni osservabili contemporaneamente, sarà necessario disporle una accanto all'altra. Si opterà per una scelta tipografica particolare:

- sulla pagina di sinistra saranno illustrati informazioni e grafici relativi ai casi studio analizzati e alla situazione del mercato attuale;
- sulla pagina di destra si riporteranno alcuni casi studio rilevanti, con annesse informazioni generali;
- nel mezzo verrà inserita una pagina colorata, di dimensioni minori, sulla quale sarà riportato il titolo della linea guida con le parole chiave sul fronte e le sotto-linee guida sul retro.

In questo modo sarà possibile una lettura continua e cronologica del testo.

Per distinguere le linee guida saranno utilizzati colori differenti. Come per l'elaborato, il font utilizzato è **Montserrat**, più precisamente nelle versioni **Semibold** per i titoli, **Medium** per i testi di maggiore importanza, **Light** per i testi di minore importanza e **Italic** per evidenziare parole straniere non ancora entrate nell'uso comune italiano.



Montserrat Semibold/Semibold Italic

Montserrat Medium/Medium Italic

Montserrat Regular/Italic

Montserrat Light/Light Italic

Per ogni linea guida sono stati inoltre individuate delle **icone**, che richiamano il contesto di cui si tratta e sono rispettivamente: una lente di ingrandimento per la scelta del materiale, un ingranaggio per le scelte di produzione, una tavolozza per l'espressività del materiale e un balloon di dialogo per la comunicazione del prodotto.



La versione originale dell'opuscolo è in **italiano**, ma è prevista anche la versione in lingua **inglese**.

Nelle pagine seguenti saranno riportate le immagini del progetto.



Fig. 17 - Copertina dell'opuscolo



Fig. 18 - Quarta di copertina dell'opuscolo

Glossario

Inquinamento ambientale

Alterazione o contaminazione degli equilibri di un ecosistema.

Inquinante

Qualunque sostanza, di origine naturale o antropica, che non rientra nella composizione della matrice di interesse o è presente in essa in concentrazione nettamente superiore ai valori naturali, esercitando di conseguenza un effetto ritenuto dannoso sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

Idrosfera

L'insieme di tutte le acque terrestri: oceani, mari, laghi, fiumi, acque scorrenti e acque sotterranee.

Materiali plastici

Materiali organici a elevato peso molecolare, detti polimeri. Sono costituite da macromolecole, che determinano le proprietà e le caratteristiche dei materiali stessi.

Inquinamento da plastica nell'idrosfera

Rifiuti plastici recuperati dall'oceano. Nel suo uso esteso, il termine fa riferimento anche alla plastica recuperata dai fiumi, mari e coste o in loro prossimità.

Rifiuto marino

Objetti che sono stati fabbricati o utilizzati dalle persone e deliberatamente scartati in mare, nei fiumi o sulle spiagge; portati indirettamente in mare da fiumi, fognature, acque piovane o venti; o persi accidentalmente, incluso il materiale perso in mare a causa del maltempo.

Marine plastic litter

qualsiasi materiale solido antropogenico persistente, prodotto o trasformato, scartato, smaltito o abbandonato nell'ambiente marino e costiero.

Plastica oceanica

Rifiuti plastici recuperati dall'oceano. Nel suo uso esteso, il termine fa riferimento anche alla plastica recuperata dai fiumi, mari e coste o in loro prossimità.

Fig. 19 - Glossario

Mercato attuale

Certificazioni e standard

Sono standard tecnici, verifiche di terze parti o marchi volontari che attestano la provenienza e la **tracciabilità** della plastica rigenerata lungo l'intera filiera produttiva e verificano il rispetto di pratiche etiche da parte dei soggetti coinvolti.



Riciclo del *marine plastic litter*

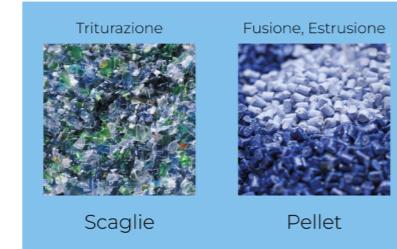
Riciclo meccanico	Riciclo chimico
Plastica da pulire e selezionare	Plastica mista e contaminata
Energia bassa/media	Energia media/alta
Produzione di nuovi prodotti	Produzione di nuovi polimeri

Marchi di materiali sostenibili

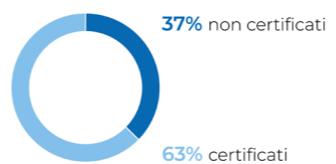
Sono marchi che producono materiali rigenerati dai rifiuti marini, la cui reputazione ambientale serve ai produttori di beni finali come attestazione di **trasparenza** nella lotta all'inquinamento da plastica. Sono anche i principali **fornitori**.



MPS da riciclo meccanico



Analisi dei casi studio



Poiché la materia prima seconda (MPS) ricavata dal *marine plastic litter* può presentare caratteristiche **non uniformi**, è preferibile impiegare rifiuti omogenei, come reti e attrezzature da pesca, o plastica ocean bound, solitamente meno degradata di quella recuperata in acqua.

MPS da riciclo chimico

Triturazione	Fusione, Estrusione
Monomeri	Oli, Carburanti
Altre tecniche	
Sostanze chimiche di base, Polimeri rigenerati	

1. SCELTA DEL MATERIALE

certificazioni
credibilità
fornitura
omogeneità



Casi studio

Fig. 20 - Linea guida "Scelta del materiale"

Mercato attuale

Tecniche produttive industriali pi

Uma volta ottenuto il materiale certificato *plastic litter* utilizza apparecchiature e per le plastiche post-consumo. Tuttavia è **eterogenea** e presenta proprietà infe
tecnica produttiva migliore.

Le tecniche che permettono una riduzione di buona qualità del prodotto finale sono

<h3>Iniezione</h3> <p>Componenti e oggetti rigidi non strutturali.</p>	<p>Film alir las o</p>
<h3>Pressatura</h3> <p>Pannelli e lastre derivate da mix plastico.</p>	<p>Ro C o</p>

01. Scegliere design e tecniche produttive che tollerino le differenze del *marine plastic litter* rispetto al materiale vergine e riducano al minimo gli sfridi plastici.

02.

Massimizzare l'impatto ambientale positivo adottando una filiera in cui ogni fase — dal recupero dei materiali alla loro trasformazione, fino alla produzione dei prodotti finiti e alla gestione del fine vita — sia gestita all'interno dell'azienda.

03. Valorizzare collaborazioni strategiche esterne per aumentare efficienza, competitività e accessibilità dei prodotti sul mercato.

Casi studio



Fig. 21 - Linea guida “Scelte di produzione”

Mercato attuale

Percezione dei consumatori

La percezione dei prodotti realizzati in *marine plastic litter* dipende dalla capacità del materiale di comunicare, attraverso **imperfezioni, texture e colori unici**, la propria origine. Questi elementi conferiscono al prodotto un valore estetico distintivo, ma soprattutto narrativo.

Tuttavia, spesso i consumatori considerano questi prodotti inferiori rispetto a quelli in plastica vergine, per preconcetti sui materiali riciclati. Diventa allora fondamentale trovare un **equilibrio** tra **familiarità** e **innovazione**, valorizzando l'unicità della plastica oceanica senza compromettere la durabilità e la funzionalità del prodotto.

Benefici
Benefici ambientali
Coscienza anticipata
Riconoscibilità

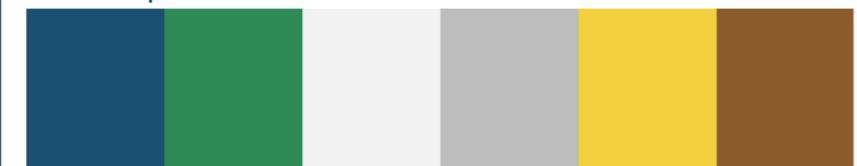
Rischi
Qualità inferiore
Funzionalità ridotta
Attrattività limitata
Sicurezza percepita
Contaminazione
Rapporto qualità-prezzo

Intenzioni comportamentali
Intenzione d'acquisto
Disponibilità a pagare un sovrapprezzo

Applicazioni comuni

- Abbigliamento e calzature
- Occhiali da vista e da sole
- Borse e zaini
- Cover e accessori tecnologici
- Arredamento indoor e outdoor
- Orologi e gioielli

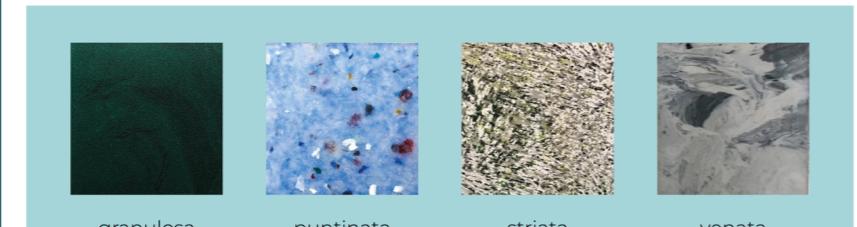
Colorazioni più comuni



Applicazioni sconsigliate o vietate

- Packaging alimentare
- Cosmetica e farmaceutica
- Medicale e sanitaria
- Applicazioni strutturali

Texture più comuni

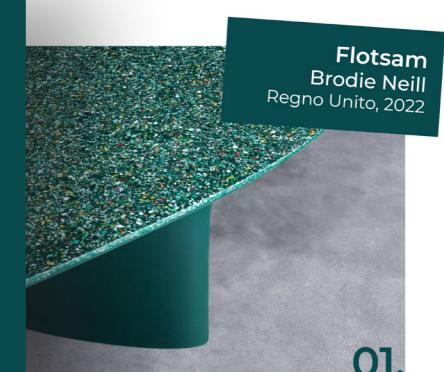


3. ESPRESSIVITÀ DEL MATERIALE

valore aggiunto
riconoscibilità
imperfezione



Casi studio



01.



Fig. 22 - Linea guida “Espressività del materiale”

Mercato attuale

Ambiguità terminologica

Una buona parte dei nomi dei casi studi include la parola **Ocean**, utilizzata al plurale, come aggettivo, attraverso giochi di parole (*Ohhcean*) o ancora all'interno di combinazioni di termini come *Save the Ocean*, *Handy Fresh Ocean*, *Liberty Ocean* e *For Ocean*.

Altri termini ricorrenti sono **Sea**, **Plastic Waves** e **Coast**.

Greenwashing

Strategia di comunicazione o marketing tramite cui enti, aziende e istituzioni presentano le loro attività o i loro prodotti dando una **falsa impressione** degli impatti ambientali o dei benefici derivanti, inducendo in inganno i consumatori. In Italia è definito "ambientalismo di facciata".

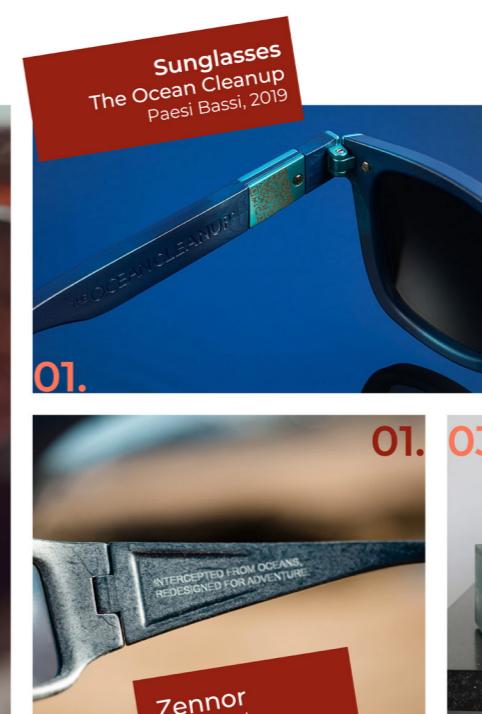
01.
Offrire al consumatore la possibilità di accedere a informazioni aggiuntive sul materiale di cui è composto il prodotto, tramite elementi comunicativi come etichette, incisioni o QR code, direttamente integrati sul prodotto stesso.

02.
Evitare una comunicazione stereotipata del prodotto e del materiale (introducendo, se necessario, un glossario comune per evitare ambiguità terminologica).

03.
Fornire una visione completa della filiera del prodotto, dal recupero alla trasformazione, fino al fine vita, specificando origine, modalità di recupero, percentuali di *marine plastic litter* e impatti generati.



Sea Chair
Studio Swine
Regno Unito, 2011



Zennor
Waterhaul
Italia, 2021

Casi studio

Sungai Design
Kotak tissue box
Indonesia, 2024



Kotak tissue box
Sungai Design
Indonesia, 2024



Kotak tissue box
Sungai Design
Indonesia, 2024

Fig. 23 - Linea guida "Comunicazione del prodotto"

4.1.2 Il progetto digitale

L'idea è di creare un sito web per rendere accessibile le linee guida ad un maggior numero di persone e attraverso canali differenti.

Il progetto digitale sviluppa e approfondisce le informazioni contenute all'interno dell'opuscolo, che, per questioni di spazio, sono limitate. Verranno spiegate più ne dettaglio le sotto linee guida e sarà presente un maggior numero di casi studio, collegati direttamente alle loro pagine web di riferimento.

Lo strumento utilizzato per realizzare il sito web è Google Sites. Il font e i colori rispettano le scelte del progetto fisico per una maggiore coerenza e per mantenere la medesima gerarchia degli elementi. Anche gli elementi grafici, come i simboli che contraddistinguono le diverse linee guida verranno mantenuti.

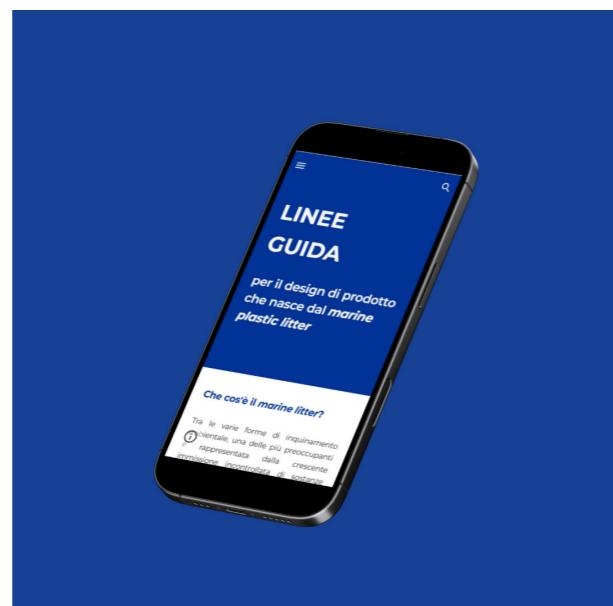
La pagina iniziale introduce il tema del *marine plastic litter* e i suoi effetti negativi, per poi porre l'attenzione sul ruolo del design sia nella prevenzione a monte sia nell'azione a valle del problema. Da qui, l'utente può accedere alle pagine dedicate alle diverse linee guida tramite appositi pulsanti.

In totale, il sito comprende cinque pagine: una introduttiva e quattro dedicate alle linee guida, organizzate per garantire coerenza nel percorso e una facile navigazione. Al fondo di ogni pagina l'utente avrà la possibilità di tornare alla Homepage o di proseguire con la linea guida successiva.

Sarà possibile accedere alle pagine web dei casi studio riportati, semplicemente cliccan-

do sul nome. In questo modo è possibile approfondire l'interesse specifico e vedere da dove derivano le informazioni.

Il sito web sarà disponibile in formato "phone", "tablet" e "large screen" cliccando sul link: <https://sites.google.com/view/lineeguida-marineplasticlitter?usp=sharing> oppure inquadrando il QR code:



4.2 Definizione del target e dei canali di diffusione

Prima di definire i canali attraverso i quali il progetto sarà diffuso, è fondamentale individuare un potenziale target sensibile.

Il principale pubblico a cui si riferirà il progetto saranno i **designer** di prodotto o della comunicazione visiva, già attenti alle tematiche ambientali e in grado di comprendere e potenzialmente applicare nei loro progetti le linee guida proposte. Il contenuto è tuttavia comprensibile anche alle realtà e alle figure che vogliono cimentarsi in questo contesto partendo da zero.

Si pensa di raggiungere anche ambienti diversi, come i contesti accademici di progettazione e di ricerca. Il volume può rappresentare per gli **studenti** un mezzo di ispirazione e riflessione dal quale poter proporre progetti in plastica oceanica all'interno dei loro corsi universitari. In particolare, potrebbero essere coinvolte le facoltà di design, architettura ed ingegneria dei materiali.

Infine, il progetto potrebbe avere successo anche nel campo della produzione industriale e artigianale, arrivando ad **aziende** interessate a integrare materiali recuperati dagli ecosistemi acquatici nelle proprie linee di prodotto, o ad artigiani e laboratori di fabbricazione, come i FabLab.

La distribuzione dell'opuscolo in formato cartaceo avverrà principalmente durante **eventi, fiere e talk** dedicati al tema del design sostenibile e dell'inquinamento da plastica. Un altro canale potrebbe essere la distribuzione durante **workshop e laboratori** organizzati dagli istituti nelle aule o nelle biblioteche universitarie.

Il sito web permette sicuramente una più ampia diffusione rispetto all'opuscolo cartaceo. In questo senso, potrebbe risultare efficace collaborare con enti o startup attivi nel recupero dei materiali plastici e impegnati in questo settore, tra cui alcune realtà mappate all'interno della Tabella 3, come Sungai Design, The Ocean Cleanup, Parley for the Oceans, Oceanworks e #tide ocean material, che potrebbero condividere o promuovere il contenuto sulle loro pagine web o **social**.

Conclusioni e prospettive future

L'elaborato di tesi mostra come l'emergenza dell'inquinamento da plastica nell'idrosfera abbia assunto proporzioni tali da compromettere gli ecosistemi e la salute dell'uomo. Lo scenario dei prossimi decenni è preoccupante, con proiezioni che indicano un quadruplicarsi della plastica negli oceani entro il 2050, se non si interviene in modo radicale.

In questo contesto, il design si pone come strumento concreto per ripensare il modo in cui attualmente i materiali plastici sono considerati. Tuttavia, la progettazione da sola non può risolvere un problema di tale portata. È dunque necessario integrarla in un approccio circolare, supportato da una gestione efficiente a livello politico e infrastrutturale e da una collaborazione sinergica tra tutti gli attori della filiera.

I possibili livelli di intervento individuati sono tre, accomunati dallo scopo di valorizzare il passaggio della plastica da rifiuto a risorsa:

1. **Tecnologico**, attraverso lo sviluppo di sistemi di intercettazione e raccolta dei rifiuti marini;
2. **Progettuale**, mediante la realizzazione di prodotti a partire dal *marine plastic litter*;
3. **Comunicativo**, attraverso la sensibilizzazione della filiera produttiva e dei consumatori.

Lungo tutto il processo è fondamentale garantire **trasparenza**: nella tracciabilità dei materiali, nell'adozione di standard e certificazioni riconosciuti e in una comunicazione chiara e responsabile, per ovviare alla pratica ingannevole del *greenwashing* e rafforzare il pensiero delle persone sui rifiuti marini.

Il design che nasce dal *marine plastic litter* rimane un campo fertile per la ricerca e lo sviluppo di nuove proposte, come le linee guida sviluppate nell'elaborato, che rappresentano un aiuto concreto per chi intenda progettare a partire da materiali

riciclati provenienti dall'idrosfera. Esse pongono infatti l'accento su quattro dimensioni chiave: la scelta del materiale, per garantirne la credibilità; le scelte di produzione, per rendere replicabili e compatibili i processi; l'espressività del materiale, per valorizzare la materia e non nasconderne le imperfezioni e la comunicazione del prodotto, per creare fiducia e consapevolezza.

Nonostante sia la principale causa dell'emergenza globale, è ovvio che la plastica abbia migliorato la qualità della vita in molti modi e in molti settori, pertanto la sfida futura non è eliminarla, ma costruire un sistema produttivo e di consumo che la utilizzi in modo responsabile.



Bibliografia e sitografia

Capitolo 1

- Alfred-Wegener-Institut (AWI) (s.d.). *LITTERBASE: Online Portal for Marine Litter*. <https://litterbase.awi.de/>
- Armonio, F. (2025). *Reti fantasma: trappole invisibili che soffocano i nostri mari*. Blue Conservancy. <https://blueconservancy.org/reti-fantasma-trappole-invisibili-che-soffocano-i-nostri-mari>
- Belardinelli, S. (2025). *Sono falliti (di nuovo) i negoziati per il Trattato globale sulla plastica*. Il Bo Live. <https://ilbolive.unipd.it/it/news/societa/trattato-globale-sulla-plastica-falliti-negoziati>
- Binda, M. (2025). *Trattato globale sulla plastica: nessun accordo dopo i negoziati a Ginevra*. ASVIS. <https://asvis.it/notizie/2-23695/trattato-globale-sulla-plastica-nessun-accordo-dopo-i-negoziati-a-ginevra>
- Blastic (s.d.). *Marine litter is a persistent and cumulative threat*. <https://www.blastic.eu/knowledge-bank/introduction-plastic-marine-litter/marine-litter/>
- Boucher, J. e Friot, D. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans: a Global Evaluation of Sources*. Gland, Svizzera: IUCN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.01.en>
- Calleri, S. (2019). *Quali sono i fiumi che trasportano più plastica nei mari?* SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente). <https://www.snpambiente.it/riviste/arpatnews/quali-sono-i-fiumi-che-trasportano-più-plastica-nei-mari/>
- Campanella, L. (2007). *Inquinamento ambientale*. In: Enciclopedia della Scienza e della Tecnica. Roma: Istituto della Enciclopedia Italiana. [https://www.treccani.it/enciclopedia/inquinamento-ambientale_\(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/inquinamento-ambientale_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/)
- Carboni, K. (2024). *La plastica sul fondo del mare è molta di più di quanto pensiamo*. Ambiente, Wired Italia. <https://www.wired.it/article/plastica-mare-inquinamento-fondali/>

Commissione Europea (2021). *Risorsa propria basata sulla plastica*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/long-term-eu-budget/2021-2027/revenue/own-resources/plastics-own-resource_it

Consiglio dell'Unione Europea (2025). *Pellet di plastica: il Consiglio approva un regolamento per ridurre l'inquinamento da microplastiche*. <https://www.consilium.europa.eu/it/press/press-releases/2025/09/22/plastic-pellets-council-signs-off-regulation-to-reduce-pollution-from-microplastics/>

Copernicus Marine Service (s.d.). *Fonti dell'inquinamento marino da plastica*. <https://marine.copernicus.eu/it/servizi/inquinamento-plastica/fonti-inquinamento-marino-plastica>

Cretton, N. (2007). *Rapporto sui danni ambientali provocati dai sacchi di plastica*. https://www.nicolascretton.ch/Ban_plastic_bags/Plastic_bag_pollution_revised.pdf

Ecomondo (2021). *Marine Litter: il punto della situazione*. <https://www.ecomondo.com/it/detttaglio-news/marine-litter-il-punto-della-situazione?newsId=549504>

Ecomondo (2022). *Inquinamento da plastica in mare: cause, conseguenze e soluzioni*. <https://www.ecomondo.com/it/detttaglio-news/inquinamento-da-plastica-in-mare-cause-conseguenze-soluzioni?newsId=352340>

Emenike, E.C., Okorie, C.J., Ojeyemi, T., Egbemhenhge, A., Iwuzor, K.O., Saliu, O.D., Okoro, H.K. e Adeniyi, A.G. (2023). *From oceans to dinner plates: The impact of microplastics on human health*. *Heliyon*, 9(10): e20440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20440>

Il Giornale dell'Ambiente (s.d.). *Rifiuti in mare: inquinamento idrico e isole di plastica*. <https://ilgiornaledellambiente.it/rifiuti-smatimento/rifiuti-in-mare-inquinamento/#isole>

Karasik, R., Vegh, T., Diana, Z., Bering, J., Caldas, J., Pickle, A., Rittschof, D. e Virdin, J. (2020). *20 Years of Government Responses to the Global Plastic Pollution Problem: The Plastics Policy Inventory*. Nicholas Institute for Energy, Environment & Sustainability, Duke University. https://nicholasinstitute.duke.edu/sites/default/files/publications/20-Years-of-Government-Responses-to-the-Global-Plastic-Pollution-Problem_final_reduced.pdf

Kojima, M., Johannes, H.P., Edita, E.P., Iwasaki, F. e Halimatussadiah, A. (2022). *Towards an International Agreement on Plastic Pollution: The Role of the G20*. The Global Solutions Initiative. <https://www.global-solutions-initiative.org/publication/towards-an-international-agreement-on-plastic-pollution-the-role-of-the-g20/>

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. e Harvell, C.D. (2018). *Plastic waste associated with disease on coral reefs*. *Science*, 359(6374), 460–462. <https://doi.org/10.1126/science.aar3320>

Landigan, P.J., Stegeman, J.J., Fleming, L.E., Allemand, D., Anderson, D.M., Backer, L.C., Brucker-Davis, F., Chevalier, N., Corra, L., Czerucka, D., Bottein, M.-Y.D., Demeneix, B., Depledge, M., Dehenn, D.D., Dorman, C.J., Féniel, P., Fisher, S., Gaill, F., Galgani, F., Gaze, W.H., Giuliano, L., Grandjean, P., Hahn, M.E., Hamdoun, A., Hess, P., Judson, B., Laborde, A., McGlade, J., Mu, J., Mustapha, A., Neira, M., Noble, R.T., Pedrotti, M.L., Reddy, C., Rocklöv, J., Scharler, U.M., Shanmugam, H., Taghian, G., van de Water, J.A.J.M., Vezzulli, L., Weihe, P., Zeka, A., Raps, H. e Rampal, P. (2020). *Human Health and Ocean Pollution*. *Annals of Global Health*, 86(1), 151. <https://annalsofglobalhealth.org/articles/10.5334/aogh.2831>

Leal Filho, W., Barbir, J., May, J., May, M., Swart, J., Yang, P., Dinis, M.A.P., Aina, Y.A., Bettencourt, S., Charvet, P. e Azadi, H. (2025). *Towards more sustainable oceans: A review of the pressing challenges posed by marine plastic litter*. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 43(9), 1358-1377. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X251313927>

Leal Filho, W., Hunt, J. e Kovaleva, M. (2021). *Garbage Patches and Their Environmental Implications in a Plasticsphere*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(11), 1289. <https://doi.org/10.3390/jmse9111289>

Löhr, A., Savelli, H., Beunen, R., Kalz, M., Ragas, A. e Van Belleghem, F. (2017). *Solutions for global marine litter pollution*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 28, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.009>

Martí, E., Martin, C., Galli, M., Echevarría, F., Duarte, C.M. e Cárzaro, A. (2020). *The Colors of the Ocean Plastics*. *Environmental science & technology*, 54(11), 6594–6601. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b06400>

Meijer, L.J.J., van Emmerik, T., van der Ent, R., Schmidt, C. e Lebreton, L. (2021). *More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean*. *Science Advances*, 7(18), eaaz5803. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aaz5803>

Napper, I.E. e Thompson, R.C. (2018). *Micro- and Macroplastics in Aquatic Ecosystems*. Encyclopedia of Ecology (Second Edition), 1, 116-125. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10600-1>

Neste (2020). *Behind the European Plastics Pact: How Europe drives circularity and tackles the plastic waste challenge through collaboration and convergence*. <https://www.neste.com/news-and-insights/plastics/behind-european-plastics-pact-how-europe-drives-circularity-and-tackles-plastic-waste>

OECD (2024). *Policy Scenarios for Eliminating Plastic Pollution by 2040*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/76400890-en>

Padula, C. (2021). *OHH: Zero Plastic To Drink Come bere acqua riducendo l'inquinamento marino da plastica usa e getta: un approccio sistematico verso un consumo consapevole*. Tesi di Laurea Magistrale. Politecnico di Torino, Torino. <https://webthesis.biblio.polito.it/19210/1/tesi.pdf>

Parlamento Europeo (2018). *Riduzione dei rifiuti di plastica: le misure dell'UE spiegate. Scoprite le misure adottate dal Parlamento europeo per ridurre i rifiuti plastici e incrementare il riciclo*. <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20180830STO11347/>

Parlamento Europeo e Consiglio dell'Unione Europea (2019). Direttiva (UE) 2019/904 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, sulla riduzione dell'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj/ita>

Pierard, C., Bassotto, D., van Sebille, E. e Meirer, F. (2022). *Attribution of Plastic Sources Using Bayesian Inference: Application to River-Sourced Floating Plastic in the South Atlantic Ocean*. *Frontiers in Marine Science*, 9, 925437. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.925437>

Pilapitiya, P.G.C.N.T. e Ratnayake, A.S. (2024). *The world of plastic waste: A review*. *Cleaner Materials*, 11, 100220. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772397624000042>

Plastmagazine (2024). *Ciclo di vita delle plastiche: gli scenari internazionali secondo il report OCSE*. <https://www.plastmagazine.it/ciclo-vita-plastiche-scenari-internazionali-report-ocse/>

Schmidt, C., van Emmerik, T., Kirschke, S. e Wendt-Potthoff, K. (2021). *Riverine Plastic Pollution*. UNEP. <https://www.unep.org/interactives/wwqa/technical-highlights/riverine-plastic-pollution>

Schwarz, A.E., Ligthart, T.N., Boukris, E. e van Harmen, T. (2017). Sources, transport, and accumulation of different types of plastic litter in aquatic environments: A review study. *Marine Pollution Bulletin*, 143, 92-100. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.029>

Râpă, M., Cârstea, E.M., Șăulean, A.A., Popa, C.L., Matei, E., Predescu, A.M., Predescu, C., Donțu, S.I., e Dină, A.G. (2024). *An overview of the current trends in marine plastic litter management*. *Recycling*, 9(2), 30. <https://doi.org/10.3390/recycling9020030>

Research on Knowledge-based Circular Economy for Managing Plastic Debris (RKC-MPD) (2024). *Mangroves and Plastics*. RKC-MPD - ERIA. <https://rkcmpd-eria.org/plastic-waste-and-mangrove/detail/mangroves-and-plastics>

Ritchie, H. (2023). *How much plastic waste ends up in the ocean?* Our World in Data. <https://ourworldindata.org/how-much-plastic-waste-ends-up-in-the-ocean>

Ryan, P.G. (2015). *A Brief History of Marine Litter Research*. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds) *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham. International Publishing, 1-25. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_1

Samiul Islam, F.A. (2025). *The Effects of Plastic and Microplastic Waste on the Marine Environment and the Ocean*. *European Journal of Environment and Earth Sciences*, 6(3), 1-9. <https://www.ej-geo.org/index.php/ejgeo/article/view/508>

Shah, K.R., Wagle, A., Angove, M.J., Aghamohammadi, N. e Paudel, S.R. (2024). *The Plastic Paradox: Unraveling the SDGs amidst a Sea of Plastics in South Asia*. *ACS ES&T Water*, 4(6), 2320–2323. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestwater.4c00223>

Tani, I. (2018). *Oceani di plastica: il quadro giuridico internazionale*. Rivista giuridica dell'ambiente, 3, 613-659. <https://www.torrossa.com/en/catalog/preview/4598558>

The Ocean Cleanup (2025). *The Great Pacific Garbage Patch*. <https://theoceancleanup.com/great-pacific-garbage-patch/#what-is-the-great-pacific-garbage-patch>

Thiagarajan, C. e Devarajan, Y. (2024). *The urgent challenge of ocean pollution: Impacts on marine biodiversity and human health*. *Regional Studies in Marine Science*, 81, 103995. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103995>

UNESCO (2021). *United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030)*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/decades/ocean-decade>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2009). *Marine Litter: A Global Challenge*. <https://www.unep.org/resources/report/marine-litter-global-challenge>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2017). *'Turn the tide on plastic' urges UN, as microplastics in the seas now outnumber stars in our galaxy*. UN News. <https://news.un.org/en/story/2017/02/552052-turn-tide-plastic-urges-un-microplastics-seas-now-outnumber-stars-our-galaxy>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). *From Pollution to Solution*. <https://www.unep.org/interactives/pollution-to-solution/>

United Nations (UN) (2025). *Goal 14: Life below water*. In: SDG Report 2025. New York: UN Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2025/Goal-14/>

United Nations (UN). (s.d.). *The 17 Goals*. In: Sustainable Development Goals. UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). <https://sdgs.un.org/goals>

US Environmental Protection Agency (EPA) (2025). *Threats to Coral Reefs*. EPA. <https://www.epa.gov/coral-reefs/threats-coral-reefs>

US Geological Survey (USGS) (2019). *How Much Water is There on Earth?* In: Water Science School. USGS. <https://www.usgs.gov/water-science-school/science/how-much-water-there-earth>

van Emmerik, T., Schwarz (2020). *Plastic debris in rivers*. WIREs Water. 7:e1398. <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>

Veiga, J.M., Fleet, D., Kinsey, S., Nilsson, P., Vlachogianni, T., Werner, S., Galgani, F., Thompson, R.C., Dagevos, J., Gago, J., Sobral, P. e Cronin, R. (2016). *Identifying Sources of Marine Litter*. JRC Technical Report. <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201703030936.pdf>

Werner, S., Budziak, A., van Franeker, J.A., Galgani, F., Hanke, G., Maes, T., Matiddi, M., Nilsson, P., Oosterbaan, L., Priestland, E., Thompson, R., Veiga J. e Vlachogianni, T. (2016). *Harm caused by Marine Litter*. MSFD GES TG Marine Litter - Thematic Report. JRC Technical Report EUR 28317 EN. Lussemburgo: Publications Office of the European Union. https://indicit.cefet.cnrs.fr/wp-content/uploads/2017/07/Werner-et-al-2016_harm-caused-by-litter_JRC-report_final.pdf

Winiarska, E., Jutel, M. e Zemelka-Wiacek, M. (2024). *The potential impact of nano- and microplastics on human health*. Environmental Research, 251, e118535. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38460665>

WWF (2022). *Le microplastiche anche nella nostra tavola*. Pandanews - WWF Italia. <https://www.wwf.it/pandanews/ambiente/inquinamento/le-microplastiche-anche-nella-nostra-tavola/>

Zhu, X., Rochman, C.M., Hardesty, B.D., Wilcox, C. (2024). *Plastics in the deep sea - A global estimate of the ocean floor reservoir*. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2024.104266>

Capitolo 2

Brouwer, R., Huang, Y., Huizenga, T., Frantzi, S., Le, T., Sandler, J., Dijkstra, H., van Beukering, P., Costa, E., Garaventa, F. e Piazza, V. (2023). *Assessing the performance of marine plastics cleanup technologies in Europe and North America*. Ocean and Coastal Management, 238, 106555. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106555>

Codevintec (s.d.). *Drone marino*. Codevintec. <https://www.codevintec.it/drone-marino/>

Commissione Europea (2023). *Pulire i nostri oceani con robot intelligenti*. CORDIS | Risultati della ricerca dell'UE. <https://cordis.europa.eu/article/id/442770-cleaning-up-our-oceans-with-smart-robots/it>

NauticExpo (s.d.). *Drone marino per la raccolta di rifiuti - DPOL® HD - EKKOPOL*. NauticExpo. <https://www.nauticexpo.it/prod/ekkopol/product-201304-600270.html>

Equator Initiative (2024). *Sungai Watch*. Equator Initiative. <https://www.equatorinitiative.org/2024/11/12/sungai-watch/>

Fiore, M., Fraterrigo Garofalo, S., Migliavacca, A., Mansutti, A., Fino, D. e Tommasi, T. (2022). *Tackling Marine Microplastics Pollution: an Overview of Existing Solutions*. Water, Air, & Soil Pollution, 233, 276. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05715-5>

Garbage Group (2025). *Pelikan*. Garbage Group. <https://garbagegroup.it/boats/pelikan/>

Garby (2024). *Mangiaplastica: il Manta a difesa dei mari*. Garby Italia Srl. <https://www.garbyitaliasrl.it/mangiaplastica-manta-pulizia-dei-mari/>

Kotecki, P. (2018). *SodaStream built a 1000-foot-long contraption called the 'Holy Turtle' to collect plastic from the ocean*. Business Insider. <https://www.businessinsider.com/sodastreams-holy-turtle-cleans-plastic-from-ocean-in-honduras-2018-10>

La Redazione (2025). *Le barriere galleggianti bloccano la plastica nei fiumi e contrastano l'inquinamento*. Rinnovabili.it. <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/rifiuti/barriera-antiplastica-fiumi/>

Marevivo (2024). *Beach Clean Up*. Marevivo. <https://marevivo.it/attivita/beach-cleanup/>

Maris Marine Environmental (2025). *Jellyfishbot*. Maris Marine Environmental. <https://www.marismarine.com/tr/en/products/jellyfishbot>

Mr. Trash Wheel (s.d.). *Mr. Trash Wheel – Part-Time Celebrity, Full-Time Trash Interceptor*. Mr. Trash Wheel. <https://www.mrtrashwheel.com/>

Ocean Conservancy (2024). *Charting a Course to Plastic Free Beaches Part 2: An Ocean Conservancy Policy Report Informed by Nearly 40 Years of International Coastal Cleanup® Data*. <https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2024/08/ICC-Report-Part-2-v2.pdf>

Ocean Conservancy (2025). *Cleanups & ICC*. Ocean Conservancy. <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/international-coastal-clean-up/>

Ohga! (2022). *Sungai Watch, le barriere che puliscono i fiumi inquinati*. <https://www.ohga.it/sungai-watch-le-barriere-che-puliscono-i-fiumi-inquinati/>

Osservatorio della Plastica (2023). *Removal of Plastic from the Seas: The Best Strategies*. <https://www.osservatoriodellaplastica.com/en/removal-of-plastic-from-the-seas-the-best-strategies/>

Parker, L. (2020). *La pulizia delle spiagge non elimina del tutto i rifiuti di plastica*. National Geographic Italia. <https://www.nationalgeographic.it/ambiente/2020/05/la-pulizia-delle-spiagge-non-e-limina-del-tutto-i-rifiuti-di-plastica>

Parker-Jurd, F.N.F., Smith, N.S., Gibson, L., Nuojua, S. e Thompson R.C. (2022). *Evaluating the performance of the 'Seabin' – A fixed point device designed to remove floating litter in sheltered waters*. Marine Pollution Bulletin, 184, 114199. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114199>

RanMarine Technology (2025). *WasteShark*. <https://www.ranmarine.io/products/wasteshark/>

River Cleaning (2020). *River Cleaning System operating capacity*. River Cleaning. <https://rivercleaning.com/2020/06/river-cleaning-system-operating-capacity/>

Schmaltz, E., Melvin, E.C., Diana, Z., Gunady, E.F., Ritschhof, D., Somarelli, J.A., Virdin, J., e Dunphy-Daly, M.M. (2020). *Plastic pollution solutions: emerging technologies to prevent and collect marine plastic pollution*. Environment International, 144, 106067. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106067>

Seabin Project (2025). *How does a Seabin work*. <https://seabin.io/how>

Seaclear Project (2021). *About Seaclear*. <https://seaclear-project.eu/about-main/about-seaclear>

Sithamparanathan, S. (2025). *Evaluating the Impact of Floating Barriers on Plastic Waste Management: A Case Study in Cox's Bazar, Bangladesh*. University of Sri Jayewardenepura. <https://ssrn.com/abstract=5437717>

Sungai Watch (2024). *Sungai Watch - Brand Audit Report - 2024*. <https://drive.google.com/file/d/11cpsaoKbXePmvxaAOHTaNuhxMgyCPG9/view>

Sungai Watch (2024). *Sungai Watch - Impact Report - 2024*. https://drive.google.com/file/d/1jUK7bD_KZ05-OCH5tq_JU7i1cAzbByDT/view

Sungai Watch (2025). *Home page*. Sungai Watch. <https://sungai.watch/>

Sungai Watch (2025). *Rivers*. Sungai Watch. <https://sungai.watch/pages/rivers>

Tautonico, T. (2021). *Unepl: le migliori tecniche per ridurre l'inquinamento da plastica nelle acque*. ASViS. <https://asvis.it/notizie/929-8807/unepl-le-migliori-tecniche-per-ridurre-l'inquinamento-da-plastica-nelle-acque>

Teng, Y., Zheng, Y., Wang, Z., Wang, Z., Hu, H., Zheng, H., Duan, J., Meng, Y., Zhou, Y. e Hall, P. (2025). *Mechanical recycling and upcycling of marine macro- and micro-plastics: technologies, challenges, and future directions*. Frontiers in Marine Science, 12, 1625561. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1625561>

The Great Bubble Barrier B.V. (2025). *A Smart Solution to Plastic Pollution*. The Great Bubble Barrier. <https://thegreatbubblebarrier.com/>

The Ocean Cleanup (2025). *Oceans*. The Ocean Cleanup. <https://theoceancleanup.com/oceans/>

The Ocean Cleanup (2025). *Rivers / The Interceptor*. The Ocean Cleanup. <https://theoceancleanup.com/rivers/>

The Searial Cleaners (2023). *MANUALE D'USO Modello A PIXIE DRONE*. The Searial Cleaners. <https://searial-cleaners.com/wp-content/uploads/2024/02/Notice-Pixie-Model-A-IT-2023.pdf>

The Searial Cleaners (s.d.). *Collec'Thor - fixed waste collector*. The Searial Cleaners. <https://searial-cleaners.com/our-cleaners/collecthor-the-fixed-waste-collector/>

Water Witch (2022). *Versi-Cat Trash Skimmer*. Water Witch. <https://waterwitch.com/project/versi-cat-2/>

Capitolo 3

A2A (2021). *Riciclo creativo: che cos'è e come funziona*. Vita Green. <https://www.a2a.it/magazine/vita-green/riciclo-creativo-che-cose-e-come-funziona>

Almack, A. (2024). *Why Certifications in the Recycling Industry Should Be Your Brand's Guiding Light*. Plastics for Change. <https://www.plasticsforchange.org/blog/why-certifications-in-the-recycling-industry-should-be-your-brands-guiding-light>

Andrade, A.L. (2015). *Persistence of Plastic Litter in the Oceans*. In: Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M. (eds). *Marine Anthropogenic Litter*, 57–72. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_3

Barker, M. (s.d.). *About*. <https://www.mandy-barker.com/about>

Bear Plast (2025). *Economia Circolare e Materie Plastiche: Un Nuovo Approccio alla Sostenibilità*. <https://bearplast.it/economia-circolare-e-materie-plastiche-un-nuovo-approccio-allasostenibilita/>

Blijlevens, J., Carbon, C.-C., Mugge e R., Schoormans, J.P.L. (2012). *Aesthetic appraisal of product designs: Independent effects of typicality and arousal*. *British Journal of Psychology*, 103(1), 44–57. <https://www.experimental-psychology.de/ccc/docs/pubs/BlijlevensCarbonMuggeSchoormans2012.pdf>

Carlson, C. (2020). *Porky Hefer creates mutant sea creatures to warn of ocean pollution for NGV Triennial*. Dezeen. <https://www.dezeen.com/2020/10/19/porky-hefer-plastocene-national-gallery-victoria-triennial/>

DesignTech Systems (s.d.). *Design for Recycling*. <https://www.designtechsys.com/articles/design-for-recycling>

Det Norske Veritas (DNV) (2025). *Lo standard Chain of Custody per la plastica recuperata dall'idrosfera*. <https://www.dnv.it/services/lo-standard-chain-of-custody-per-la-plastica-recuperata-dall-idrosfera-176654/>

Ding, Q. e Zhu, H. (2023). *The Key to Solving Plastic Packaging Wastes: Design for Recycling and Recycling Technology*. *Polymers*, 15(6), 1485. <https://doi.org/10.3390/polym15061485>

Doveil, F. (2019). *Plastiche, rifiuto o risorsa? Il design scende in campo a favore di un (ri)utilizzo intelligente*. LifeGate. <https://www.lifegate.it/plastiche-design-intelligente>

ECOS | Environmental Coalition on Standards (2024). *Why we need ecodesign for plastics*. ECOS | Environmental Coalition on Standards. <https://ecostandard.org/publications/ecodesign-plastics-2024/>

EcoRecyclingToday(2025). *Eco-FriendlyInnovation: The Rise of Products Made from Ocean Plastic Waste*. <https://www.recyclingtoday.org/blogs/news/eco-friendly-innovation-the-rise-of-products-made-from-ocean-plastic-waste>

Feragotto, K. (2022). *Basta Greenwashing: perché il tuo business deve essere davvero sostenibile*. Ninja Marketing. <https://www.ninja.it/greenwashing/>

Flynn Team (2023). *An Insight Into The Challenges Of Designing Products Made From Reclaimed Ocean Plastic*. Flynn Product Design. <https://flynn-product-design.com/post/an-insight-into-the-challenges-of-designing-products-made-from-reclaimed-ocean-plastic>

Forleo, M.B. e Romagnoli, L. (2021). *Marine plastic litter: public perceptions and opinions in Italy*. *Marine Pollution Bulletin*, 165, 112160. <https://doi.org/10.1016/j.marpbul.2021.112160>

GLPS (2025). *Il paradosso della plastica: demonizzazione o risorsa cruciale per la sostenibilità*. GLPS Srl. <https://glps.it/blog/ambiente-e-normative/il-paradosso-della-plastica-demonizzazione-o-ri-sorsa-cruciale-per-la-sostenibilita/>

Gruppo Intesa Sanpaolo (2021). *Linee guida per la riduzione dell'inquinamento da plastica*. Gruppo Intesa Sanpaolo. <https://group.intesasanpaolo.com/it/sezione-editoriale/eventi-progetti/tutti-i-progetti/sostenibilita/2021/03/linee-guida-riduzione-inquinamento-da-plastica>

La Mantia, F.P., Scaffaro, R., Baiamonte, M., Ceraiolo, M. e Mistretta, M.C. (2023). *Comparison of the Recycling Behavior of a Polypropylene Sample Aged in Air and in Marine Water*. *Polymers*, 15(9), 2173. <https://doi.org/10.3390/polym15092173>

Leterrier, Y. (2000). *Life Cycle Engineering of Composites*. In: Kelly, A. e Zweben, C. (eds.) *Comprehensive Composite Materials*. Oxford: Pergamon. 1073–1102. Sezione 2.33.3.2.2. <https://doi.org/10.1016/B0-08-042993-9/00175-3>

Magnier, L., Mugge, R. e Schoormans, J. (2019). *Turning ocean garbage into products – Consumers' evaluations of products made of recycled ocean plastic*. *Journal of Cleaner Production*, 215, 84–98. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.246>

Mancini, F. e Notti, E. (2022). *Recupero e valorizzazione del "marine litter"*. Rinnovabili.it. <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/riciclo/recupero-valorizzazione-marine-litter/>

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) (s.d.). *Ecodesign*. <https://www.mase.gov.it/portale/ecodesign>

Mohammed, A.Z. (2024). *Evaluating Corporate Marine Plastic Pollution Reduction Pledges: Achieving Plastic Reductions or Contributing to Greenwashing*. Project Report, Master of Science in Environmental Sciences and Management, California Polytechnic State University, San Luis Obispo. https://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1051&context=nres_rpt

Moujoud, Y., Bouloiz, H. e Gallab, M. (2025). *Closing the Loop: Achieving a Sustainable Future for Plastics Through Eco-Design and Recycling*. *Engineering Proceedings*, 97(1), 3. <https://doi.org/10.3390/engproc2025097003>

Nzimande, M.C., Mtibe, A., Tichapondwa, S. e John, M.J. (2024). *A Review of Weathering Studies in Plastics and Biocomposites - Effects on Mechanical Properties and Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs)*. *Polymers*, 16(8), 1103. <https://doi.org/10.3390/polym16081103>

Perico, P., Bjerland, K., Frantzen, E.M., Lillerovde, L.E. e Gundersen, Ø.F. (2025). *Upcycling potential of marine litter*. Norwegian University of Science and Technology (NTNU), Faculty of Economics and Management, AM500218 - Creating value from waste. https://www.seaclear2.eu/wp-content/uploads/2025/06/Project_report_delivery.pdf

Plastic Fisherman (s.d.). *Plastic Fisherman*. <https://www.plasticfisherman.com/>

Pornhub. (s.d.) *Press Release-The Dirtiest Porn Ever*. <https://it.pornhub.com/press/show?id=1831>

Qwarzo (2024). *Ecodesign, chiave di volta dell'economia circolare*. Qwarzo. <https://www.qwarzo.com/ecodesign-chiave-di-volta-delleconomia-circolare/>

Ragaert, K., Huysveld, S., Vyncke, G., Hubo, S., Veeelaert, L., Dewulf, J. e Du Bois, E. (2020). *Design from recycling: A complex mixed plastic waste case study*. *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104646. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104646>

Redazione (2018). *WWF. Campagna visual per combattere l'inquinamento da plastica*. Pesceinrete. <https://www.pesceinrete.com/wwf-campagna-visual-per-combattere-linquinamento-da-plastica/>

Ronkay, F., Molnar, B., Gere, D. e Czigany, T. (2021). *Plastic waste from marine environment: Demonstration of possible routes for recycling by different manufacturing technologies*, *Waste Management*, 119, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.029>

Russo, F. (2019). *La campagna scioccante di Sea Shepherd che mostra i danni della plastica negli oceani*. Dailybest. <https://www.dailybest.it/ambiente/campagna-pubblicitaria-oceani-plastica-danni/>

Scano, M. (2019). *Comunicazione sociale: un messaggio visivo di buon senso*. Marco Scano Studio Grafico. <https://www.marcoscano.it/comunicazione-sociale-messaggio-visivo-idea-buon-senso/>

Simboli, A. (s.d.). Produzione e Recupero-Riciclo, Le materie plastiche. Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti-Pescara. https://economia.unich.it/documenti/_0_uda/_60_materiale_personale/_173_alberto_simboli/05c.%20PROD%20E%20RR%20.%20Materie%20Plastiche.pdf

StudioKCA (2018). *Skyscraper (The Bruges Whale)*. Kickstarter. <https://www.kickstarter.com/projects/studiokca/skyscraper-the-bruges-whale>

Sustainability Directory (2025). *What Role Does Design Play in Legitimizing Greenwashing?* Sustainability Directory. <https://lifestyle.sustainability-directory.com/question/what-role-does-design-play-in-legitimizing-greenwashing/>

TA-DAAN Team (2023). *Ocean Plastic diventa Arte: 10 innovatori che realizzano design sostenibile*. TA-DAAN. <https://ta-daan.com/it/blogs/journal/ocean-plastic-becomes-art>

Teng, Y., Zheng, Y., Wang, Z., Wang, Z., Hu, H., Zheng, H., Duan, J., Meng, Y., Zhou, Y. e Hall, P. (2025). *Mechanical recycling and upcycling of marine macro- and micro-plastics: technologies, challenges, and future directions*. Frontiers in Marine Science, 12, 1625561. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1625561>

Umweltbundesamt (UBA) (2018). *Can product design prevent marine litter?* Umweltbundesamt. <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/can-product-design-prevent-marine-litter>

Von Wong, B. (2020). *Plastikophobia*. broncolor. <https://broncolor.swiss/news/benjamin-von-wong-plastikophobia>

Zuurhout, F. (2019). *The future designs of ocean plastic products*. Delft: Delft University of Technology. https://repository.tudelft.nl/file/File_89de3cdd-3e06-41dd-ac3c-8553a6c48aec?preview=1

Capitolo 4

Ministero dell'Università e della Ricerca (2024). *Pubblicate le nuove linee guida sul monitoraggio dei rifiuti marini nei mari europei*. ResearchItaly. <https://researchitaly.mur.gov.it/pubblicate-le-nuove-linee-guida-sul-monitoraggio-dei-rifiuti-mari-nei-mari-europei/>



Ringraziamenti

A conclusione di questo elaborato di tesi e del mio percorso universitario, desidero ringraziare la mia relatrice, **Amina Pereno**, per la sua disponibilità e gentilezza e per avermi lasciato la libertà e la fiducia necessarie nell'affrontare questo tema a me molto caro.

Questi tre anni sono stati indispensabili per la mia crescita personale e professionale. Il percorso accademico mi ha indubbiamente portata a relazionarmi con persone anche molto diverse da me, che ringrazio per tutte le lezioni di vita che mi hanno dato, sia in positivo che in negativo. Concludo questo capitolo con la consapevolezza che ogni esperienza, ogni errore e ogni successo hanno contribuito a formare la persona che sono oggi. E posso finalmente guardare indietro orgogliosa e con il sorriso, preparandomi ad affrontare con lo stesso entusiasmo le sfide future.

Un ringraziamento speciale va alla mia **famiglia**: ai miei genitori, a mia sorella, a mio fratello, ai nonni e agli zii, per la loro presenza costante e per avermi tenuto la mano, anche quando tutto sembrava andare storto. Grazie ai miei **amicetti**, che sono qui a condividere con me questo traguardo tanto atteso, per le risate autentiche e per l'affetto che, a modo loro, non mi hanno mai fatto mancare. Un grazie importante anche a chi, in silenzio, mi è stato vicino in questi ultimi mesi, con tanta pazienza e amore, rendendomi l'anima leggera.

Grazie a tutti i presenti per aver reso questo momento ancora più speciale. Vi sono profondamente grata. Non potrei immaginare una vita senza di voi.

Abstract

L'elaborato approfondisce il legame tra design e inquinamento da plastica negli ecosistemi acquatici, analizzando approcci tecnologici e progettuali finalizzati al recupero, alla trasformazione e alla valorizzazione del marine plastic litter.

A seguito della contestualizzazione del tema, attraverso l'analisi delle origini, degli impatti, della distribuzione geografica e della composizione dei detriti marini, si esaminano le responsabilità dei Paesi maggiormente coinvolti e le principali politiche attualmente in vigore per far fronte al problema.

La ricerca prosegue confrontando gli approcci tecnologici e le strategie esistenti per la prevenzione, la raccolta e la rimozione dei rifiuti plastici dall'ambiente, evidenziandone i punti di forza e le criticità.

In un'ottica di economia circolare, il lavoro esplora poi il ruolo del design come strumento di valorizzazione dei rifiuti plastici recuperati, attraverso lo studio delle sfide legate alla loro reintroduzione nei processi produttivi e l'analisi di diversi approcci progettuali che mirano a trasformarli in risorsa.

Il confronto tra vari casi studio di prodotto consente di delineare alcune linee guida utili ai designer impegnati nello sviluppo di progetti sostenibili. A conclusione della ricerca, è stato realizzato un progetto sia in formato fisico, sotto forma di libretto consultabile in contesti dedicati, sia in versione digitale, destinata ad una più ampia diffusione.

L'obiettivo dell'elaborato è dimostrare come il design possa contribuire concretamente alla mitigazione del problema dell'inquinamento da plastica nell'idrosfera e offrire strumenti efficaci a chi desidera operare in questo ambito.