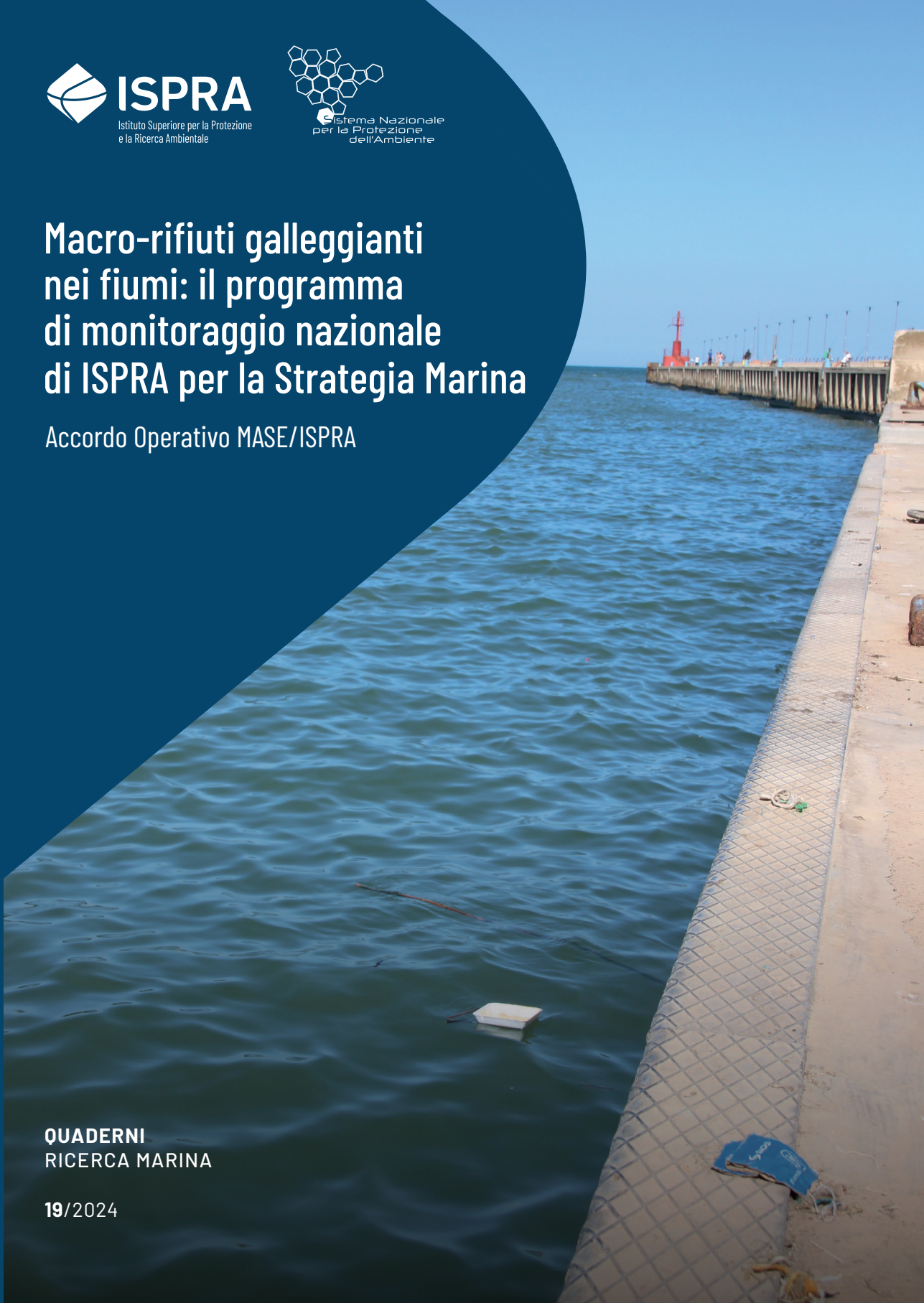


Macro-rifiuti galleggianti nei fiumi: il programma di monitoraggio nazionale di ISPRA per la Strategia Marina

Accordo Operativo MASE/ISPRA

QUADERNI
RICERCA MARINA

19/2024



Macro-rifiuti galleggianti nei fiumi: il programma di monitoraggio nazionale di ISPRA per la Strategia Marina

Accordo Operativo MASE/ISPRA

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n.132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma
www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Ricerca marina 19/2024
ISBN 978-88-448-1225-6

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

Grafica di copertina: Alessia Marinelli - ISPRA – Area Comunicazione Ufficio Grafica

Foto di copertina: Antonella Arcangeli

Foto fiumi: L. Biondini (Fiume Pescara), I. Campana (Fiume Ombrone), S. La Cava (Fiume Neto), N. Palmieri (Fiume Adige, Fiume Po, Fiume Reno), M. Passerini (Fiume Misa), G. Pellegrino (Fiume Simeto), E. Pignata (Fiume Magra), C. Roncari (Fiume Sarno), S. Sgrosso (Fiume Agri)

ISPRA – Area Comunicazione

Coordinamento pubblicazione online

Daria Mazzella

ISPRA – Area Comunicazione

Autori

Antonella Arcangeli (ISPRA)
Roberto Crosti (ISPRA)
Giuseppe Dodaro (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile)
Giovanni Manghi (Nauta scientific srl)
Michele Manghi (Nauta scientific srl)
Elena Santini (ISPRA)
Cecilia Silvestri (ISPRA)
Flaminia Squitieri (Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile)

Personale tecnico-scientifico MASE per l'Accordo Operativo MASE/ISPRA

Gaia Bonanno, Roberto Giangreco, Annalisa Patania e Simona Rossi (DiAG-PNM 7)

Personale tecnico-amministrativo di ISPRA che ha seguito l'affidamento

Marica Federici, Lucia Gigante e Edoardo Filippo Pappalardo (BIO-DIR);
Cristian Colagrossi, Pietro Manna e Marialucia Serafini (AGP-GAR).

Supporto paragrafo "Confronto con i macro-rifiuti galleggianti costieri ed offshore"

Eugenia Pasanisi

Rilevatori sul campo

Antonella Arcangeli
Luca Biondini
Ilaria Campana
Roberto Crosti
Giuseppe Dodaro
Costanza Guidi
Michele Intoccia
Sara La Cava
Marco Monaci
Niccolò Palmieri
Miriam Paraboschi
Milena Passerini
Giuliana Pellegrino
Eleonora Pignata
Giuseppe Rijllo
Chiara Roncari
Elena Santini
Silvia Sgrosso

Referee

Martina Bussetini (ISPRA)

Georg Hanke (EU-JRC)

Silvia Merlino (CNR-ISMAR)

Editori

Roberto Crosti & Flaminia Squitieri

Citazione

Arcangeli A., Crosti R., Dodaro G., Manghi G., Manghi M., Santini E., Silvestri C., Squitieri F. (2024). Macro-rifiuti galleggianti nei fiumi: il programma di monitoraggio nazionale di ISPRA per la Strategia Marina. Quaderni ISPRA - Ricerca marina 19/2024 Roma.

Accordo Operativo

I contenuti del Quaderno sono redatti per l'attuazione dell'Accordo Operativo MASE/ISPRA sottoscritto in data 28.01.2021 per il programma di monitoraggio di macro-rifiuti galleggianti sui fiumi in stazioni prossime al mare (Descrittore D 10 - programma di monitoraggio 06).

Premessa

con la collaborazione del MASE

I rifiuti marini sono definiti come un qualsiasi materiale solido persistente, fabbricato o trasformato e in seguito scartato, eliminato, abbandonato o perso in ambiente marino e costiero. La loro presenza in tutti i comparti marini (lungo le spiagge, sul fondo del mare, in galleggiamento e nella colonna d'acqua) può determinare conseguenze negative sia per gli ecosistemi marini sia per la salute umana, oltre ad avere un impatto su quelle attività antropiche che fanno affidamento sul buono stato del mare e delle coste, come ad esempio il turismo e la pesca.

Grazie alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive - WFD), che rappresenta la norma principale per la tutela e gestione sostenibile dei corpi idrici alla scala di bacino, *from source to sea*, con un approccio pianificatorio adattivo e ciclico, e alla Direttiva Quadro sulla Strategia Marina 2008/56/CE (*Marine Strategy Framework Directive* - MSFD), nel seguito "Direttiva", che rafforza ed estende l'impegno sostenuto dall'Europa in termini di *governance*, competenze e risorse economiche dedicate al mare, si sta affrontando il problema dei rifiuti marini attraverso un percorso unico, vincolante e comparabile. Il percorso di applicazione di questa importante direttiva in Italia è coordinato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), e vede il coinvolgimento del Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale - costituito da ISPRA e dalle ARPA - nonché dei rappresentanti delle amministrazioni centrali, delle Regioni e degli enti locali e di numerosi altri soggetti per gli aspetti tecnico/scientifici e le ricadute socio-economiche. La Direttiva, recepita in Italia con il D.lgs. n. 190 del 13 ottobre 2010, rappresenta quindi uno specifico strumento normativo vincolante per gli Stati Membri che considera l'ambiente marino in un'ottica ecosistemica. Basata su un approccio adattivo, la Direttiva prevede periodiche revisioni in merito all'efficacia delle politiche attuate e si implementa attraverso cicli di 6 anni che comprendono valutazioni periodiche dell'ambiente marino. Le valutazioni si basano su 11 descrittori qualitativi, attraverso la definizione di traguardi ambientali da conseguire e di programmi di Monitoraggio per l'attuazione di misure volte a migliorare lo stato delle acque marine.

Fra questi descrittori, il descrittore 10 prevede che le proprietà e le quantità di rifiuti marini non provochino danni all'ambiente costiero e marino. L'Italia effettua dal 2015 un intenso programma di monitoraggio dei rifiuti marini. Per definire il buono stato ambientale in riferimento al Descrittore 10 con 6 programmi di monitoraggio, organizzati a livello delle "sottoregioni marine" individuate dalla MSFD (Mar Mediterraneo Occidentale, Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale, Mare Adriatico), sia per valutare la composizione, la quantità e la distribuzione dei rifiuti e dei microrifiuti sul litorale, nello strato superficiale della colonna d'acqua e nei sedimenti del fondale (compresa la foce dei fiumi), sia per valutare l'impatto dei rifiuti ingeriti da organismi marini, utilizzando come bioindicatore la tartaruga marina *Caretta caretta* e realizzando mappe di rischio di esposizione.

In questo contesto, giunti al secondo ciclo dei programmi di Monitoraggio, è oggi possibile ricavare una prima base conoscitiva di riferimento sulla quantità dei rifiuti marini. I dati ottenuti dal programma di monitoraggio mostrano valori di abbondanza dei rifiuti marini comparabili a quelli riscontrati da altri paesi del Mediterraneo, confermando la natura transfrontaliera della problematica, che necessita pertanto di una stretta ed efficace attività di cooperazione regionale per essere affrontata adeguatamente.

Pertanto, nel panorama politico e giuridico per la protezione della biodiversità marina, risultano di fondamentale importanza gli impegni internazionali assunti dai Paesi mediterranei e dalla Unione Europea come la Convenzione di Barcellona per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento. Risulta altresì fondamentale, per tali suddette finalità, un continuo raccordo tra la pianificazione di bacino prevista dalla WFD e quella prevista dalla MSFD. Queste azioni devono essere condotte in stretto coordinamento con i paesi limitrofi a livello di bacino mediterraneo, non solo per la standardizzazione delle metodologie, ma per indirizzare corrette ed efficaci politiche ambientali.

La problematica del *marine litter*

Il problema crescente del *marine litter* (rifiuti marini) rappresenta una sfida ambientale di portata globale, con gravi conseguenze sulla conservazione degli ecosistemi, sulla biodiversità e sulle attività economiche come la pesca, il turismo e il trasporto marittimo (UNEP, 2021). Gli impatti ecologici sono particolarmente rilevanti e comprendono il decesso di esemplari di fauna marina per intrappolamento e/o ingestione, i danni fisici sugli organismi marini, l'intossicazione da sostanze chimiche, il contributo alla diffusione di specie aliene.

Di conseguenza, a livello internazionale negli ultimi anni sono state avviate numerose iniziative politiche e scientifiche finalizzate a contrastare l'accumulo di rifiuti nei mari e negli oceani. L'impegno dell'Italia, sia a livello regionale che globale, in quest'ambito è consistente attraverso la partecipazione a diversi tavoli tecnici e con il coinvolgimento in numerose azioni di *governance*.

In questo contesto, i Paesi del Mediterraneo e la Commissione Europea hanno approvato il Piano di Azione del Mediterraneo (*Mediterranean Action Plan – MAP*) per favorire la cooperazione sulle maggiori sfide ambientali e assistere i Paesi del Mediterraneo nella elaborazione di politiche ambientali, strategie e programmi sulla lotta all'inquinamento marino, tra cui i rifiuti marini. Da queste fondamenta è nata la Convenzione di Barcellona sulla protezione dell'ambiente marino e costiero del Mediterraneo.

Nell'ambito della Convenzione di Barcellona il Ministero dell'Ambiente ha sottoscritto il 14 settembre 2016 un Accordo di Cooperazione bilaterale (*Memorandum of Understanding*) con il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP) per favorire la collaborazione sui temi di comune interesse per la tutela del Mediterraneo. Nel *Memorandum of Understanding* sono stati individuati quattro temi strategici tra cui il "Rafforzamento della gestione dei rifiuti marini" per il quale erano previste la sperimentazione delle *best practice*

del *fishing for litter* “passivo” (raccolta di rifiuti marini durante le normali attività di pesca) e di misure collegate alla rimozione del litter spiaggiato, nonché attività di sensibilizzazione per i fruitori delle Aree Specialmente Protette di Importanza Mediterranea (ASPIM) istituite dalla stessa Convenzione di Barcellona (turisti, pescatori, operatori balneari) e progetti di sostegno ai Paesi del Mare Adriatico per sviluppare un quadro normativo contro l’utilizzo di contenitori in plastica monouso.

Nel panorama delle politiche globali, invece, nel marzo 2022, è stata adottata la Risoluzione UNEP/EA.5/Res.14 dal titolo “*End plastic pollution: Towards an international legally binding instrument*”, che si pone l’obiettivo di definire un nuovo accordo internazionale giuridicamente vincolante per combattere i gravi problemi ambientali e sociali posti da questa forma di inquinamento.

L’orientamento è di individuare norme vincolanti (con particolare riguardo ai materiali pericolosi, tossici e direttamente dannosi per la salute e alla plastica mono uso), misure volontarie e regole di controllo e relativi strumenti di attuazione attraverso l’adozione di un nuovo strumento internazionale (*Global Plastic Agreement*, GPA). In tale contesto il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica partecipa in prima linea a livello tecnico ai lavori del Comitato Internazionale e attraverso riunioni di coordinamento inter-direzionali, con esperti delle Direzioni Generali Attività Europee e Internazionali (AEI), Patrimonio Naturalistico e Mare (PNM) ed Economia Circolare (EC), competenti per materia.

L’Unione Europea sta producendo grossi sforzi per raggiungere l’obiettivo di riduzione della quantità di rifiuti nei propri mari, anche attraverso l’introduzione di diverse normative in materia. La Direttiva Quadro sulla Strategia Marina dichiara che il buono stato dell’ambiente del Mediterraneo potrà essere raggiunto solo quando “i rifiuti marini non causeranno più danni alle coste e agli ecosistemi”. Successivamente, la Direttiva UE 2019/904 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla riduzione dell’incidenza di determinati prodotti di plastica sull’ambiente (Commissione Europea, 2019) ha integrato le normative precedenti per quanto riguarda le misure di riduzione del consumo, i requisiti sui prodotti, i requisiti di marcatura e la responsabilità estesa del produttore in linea con il principio “chi inquina paga”. La Direttiva si applica ai prodotti di plastica monouso (SUP, *Single-Use Plastics*), ai prodotti di plastica oxodegradabile e agli attrezzi da pesca contenenti plastica (FG, *Fishing Gears*).

Da letteratura scientifica, si ritiene che gran parte di questi rifiuti entri in mare attraverso i corsi d’acqua (Schmidt et al., 2017; Lebreton et al., 2017; González-Fernández et al. 2021, Meijer et al., 2021) ma le loro quantità e la composizione esatta sono ancora scarsamente conosciute. Fino a pochi anni fa, le stime erano basate su modelli matematici che includevano informazioni sulla popolazione, le dimensioni dei bacini idrografici e l’erronea gestione dei rifiuti. Questo ha portato a livello globale a concentrare inizialmente l’attenzione soprattutto sui grandi fiumi, indicando 122 di questi come responsabili del trasporto di circa il 90 % dei rifiuti di plastica che dalle acque interne arrivano a mare (Lebreton et al., 2017). Ricerche successive (González-Fernández et al. 2021, Meijer et al., 2021), che hanno analizzato dati raccolti direttamente in numerosi corpi idrici, hanno,

invece, ridimensionato il ruolo dei corsi d'acqua maggiori, sottolineando il forte contributo di quelli, anche di piccole dimensioni, che attraversano aree urbane densamente popolate.

Anche in Italia sono stati realizzati alcuni studi finalizzati a quantificare il ruolo del reticolo idrografico (Crosti et al., 2018; Campanale et al., 2020; Cesarini et al., 2023) nell'accumulo di *marine litter* a seguito dell'apporto proveniente dai fiumi. I dati finora disponibili si riferiscono a situazioni localizzate e a periodi di tempo limitati. Le dimensioni della problematica rendono necessaria una conoscenza più diffusa e approfondita, attraverso attività di monitoraggio da realizzare con continuità in diversi contesti territoriali. Questo potrà fornire supporto utile per una corretta valutazione dell'efficacia delle normative ambientali e delle misure di prevenzione (González-Fernández & Hanke, 2017).

Macro-rifiuti galleggianti nei fiumi alla foce: il programma di monitoraggio nazionale di ISPRA per la Strategia Marina

Introduzione

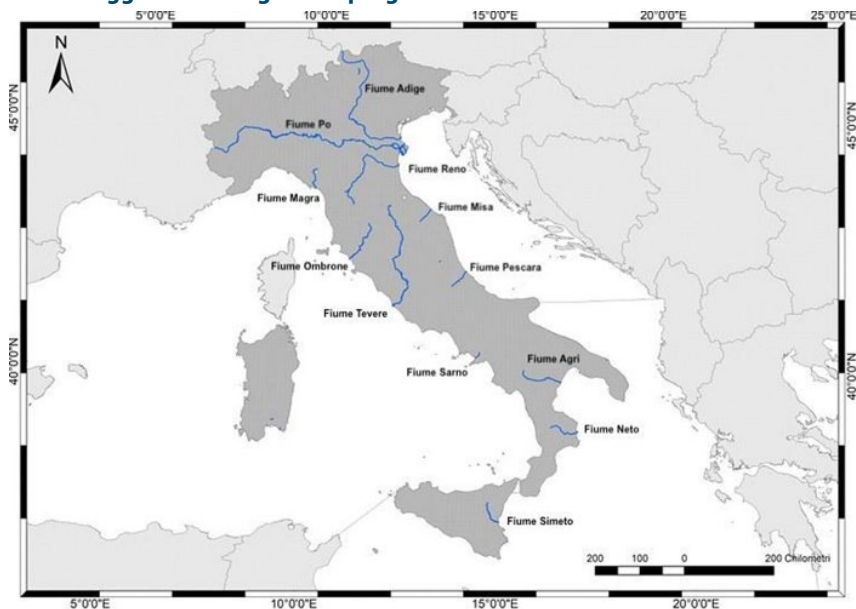
Il progetto ha realizzato un'attività di monitoraggio e di investigazione pilota, sui macro-rifiuti galleggianti trasportati da 12 corsi d'acqua italiani, con stazioni di campionamento situate in prossimità della foce. L'indagine si inserisce all'interno dell'Accordo Operativo del 18/01/2021 tra il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) ed ISPRA nell'ambito dei monitoraggi per la Direttiva Quadro sulla Strategia Marina. Il progetto è stato coordinato da ISPRA e portato a termine con la collaborazione di Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile e Nauta scientific srl.

Nell'ottica di contribuire all'avvio di azioni volte al raggiungimento del Buono Stato Ambientale per il Mediterraneo, la ricerca sui macro-rifiuti trasportati da alcuni dei fiumi italiani si è posta l'obiettivo generale di aumentare le conoscenze relativamente all'origine e alle modalità di apporto di macro-rifiuti in mare, arricchendo l'esperienza già maturata da ISPRA attraverso l'attività di monitoraggio sistematico dei rifiuti fluviali alla foce del fiume Tevere, iniziata nel 2016 e regolarmente ancora in corso. Il progetto si è incentrato sui macro-rifiuti (oggetti di dimensione > 2.5 cm) galleggianti sia per la loro semplicità di monitoraggio, sia perché riconosciuti - a livello Europeo - come un pertinente e tempestivo indicatore di efficienza ed efficacia dei programmi di misure per la riduzione dei rifiuti.

Attraverso l'utilizzo di protocolli scientifici riconosciuti a livello internazionale, il progetto si è proposto di valutare la quantità e la composizione dei macro-rifiuti che raggiungono il mare attraverso i corsi d'acqua e, applicando una metodologia innovativa con tracciatori GPS, ha inteso studiare le dinamiche di trasporto dei macro-rifiuti da parte dei fiumi.

L'indagine è stata realizzata su 12 fiumi (Figura 1): Adige, Agri, Magra, Misa, Neto, Ombrone, Pescara, Po, Reno, Sarno, Simeto, Tevere.

Fig 1 - I 12 fiumi oggetto di indagine del progetto



La scelta dei fiumi è stata determinata dalla necessità di monitorare le tre sottoregioni marine individuate dalla Direttiva Quadro sulla Strategia Marina: Mar Mediterraneo Occidentale (Regioni da Liguria a Calabria/Sicilia Settentrionale); Mare Adriatico (da Friuli-Venezia Giulia a Puglia orientale); Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale (Sicilia Meridionale, Calabria, Basilicata, Puglia occidentale).

Sebbene in Europa siano diffuse esperienze su singoli fiumi anche a livello di bacino, l'Italia è il primo Paese ad aver strutturato e sistematizzato un monitoraggio così esteso sui fiumi per rispondere alle richieste normative della Direttiva Quadro sulla Strategia Marina. Tutti i risultati del progetto sono pubblicati ed attualmente disponibili alla pagina web:

<https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/acque-interne-e-marino-costiere-1/monitoraggio-di-macro-rifiuti-galleggianti-ne-fiumi-alla-foce>.

La pagina rimanda inoltre ad una piattaforma webGIS per la visualizzazione dei dati trasmessi dai tracciatori sui percorsi da loro effettuati.

L'indagine oggetto del progetto è stata condotta attraverso la realizzazione di due attività distinte ma complementari, svolte in parallelo in modo indipendente: l'osservazione visiva dei macro-rifiuti dispersi galleggianti sui 12 fiumi in analisi, tra giugno 2022 e maggio 2023, e l'utilizzo del sistema di tracciamento denominato JunkTrack, tra giugno 2022 e dicembre 2023.

Attraverso l'attività visiva (*visual census*) sono state acquisite informazioni dirette sulla quantità dei macro-rifiuti galleggianti che in ogni stagione vengono veicolati a mare, sulle loro dimensioni, sul tipo di materiali che li compongono e sulla categoria d'uso (il settore produttivo). La sperimentazione realizzata utilizzando il cosiddetto JunkTrack, un sistema di tracciamento GPS costituito da una serie di tracciatori di posizione e un webGIS di corredo per la raccolta e l'elaborazione dei dati, ha permesso di costruire un primo set di informazioni inedite riguardo alle dinamiche di trasporto ed accumulo dei rifiuti dispersi nei corsi d'acqua – evidenziando le condizioni che favoriscono una maggiore mobilitazione – e alle direttrici preferenziali di spostamento una volta giunti a mare.

Monitoraggio dei macro-rifiuti galleggianti attraverso visual census

Metodi

Il monitoraggio dei macro-rifiuti galleggianti, veicolati dai 12 fiumi selezionati, della durata di un anno, è stato realizzato partendo dalla metodologia messa a punto nell'ambito del progetto RIMMEL *"Riverine and Marine floating macro litter Monitoring and Modelling of Environmental Loading"* (JRC Exploratory Research Project) e descritta da González-Fernández and Hanke (2017).

Il protocollo RIMMEL è uno strumento di armonizzazione del monitoraggio dei rifiuti galleggianti sviluppato dal Joint Research Centre della Commissione Europea e prevede la quantificazione del numero di macro-rifiuti, interi o parti di essi di diversa grandezza, che attraversano una prefissata porzione di fiume, in un orizzonte temporale definito.

Il protocollo RIMMEL è stato integrato con alcuni adattamenti apportati da ISPRA per rispondere alle richieste della Strategia Marina. In particolare:

- la striscia di osservazione di ciascun fiume ha coperto tutto o il 50 % della larghezza dell'alveo a partire da una sponda, questo perché la maggior parte dei rifiuti passa nelle vicinanze delle sponde;
- il punto di osservazione non ha superato i 15 metri di altezza rispetto al livello idrico e la larghezza della striscia di osservazione non ha superato i 30 metri. Inoltre, per ogni punto di osservazione, di fatto in base all'altezza rispetto al livello idrico ed alla larghezza della striscia, è stata indicata dai rilevatori la misura *'best'*, ovvero la dimensione minima affinché l'errore di campionamento, alla presenza dell'oggetto galleggiante, tenda a zero. Questa integrazione è stata necessaria per evitare di avere stime per difetto dovute al bias di percezione, visto che il protocollo prevede il monitoraggio di oggetti > 2.5 cm;
- l'osservatore ha svolto il monitoraggio da una postazione in alto rispetto al tirante idrico, preferibilmente su un ponte o sulla sponda del fiume; il monitoraggio è stato preferenzialmente effettuato guardando a monte (se possibile), in modo da poter osservare per tempo l'oggetto. Un binocolo ad ampio campo visivo e medio basso ingrandimento è stato utilizzato per l'eventuale identificazione;
- per ogni stazione sono state realizzate almeno 5 sessioni di osservazione in ciascuna stagione (meteorologica), con almeno una sessione di osservazione al mese;
- ogni sessione di osservazione ha avuto una durata di almeno 90 minuti;
- per l'identificazione delle categorie di materiale e degli usi degli oggetti rilevati è stata utilizzata la lista degli oggetti presente nel report tecnico *"A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring"* (Fleet et al., 2021), in particolare la tabella *"The Joint List of Litter Categories (J-CODE list)"* nel Capitolo 10 del manuale.

Il tipo di materiale e gli usi sono indicati rispettivamente in Tabella 1 e Tabella 2.

Tab 1 - Categorie di materiale presenti nella *Joint List of Litter Categories*, sviluppata dal JRC ed utilizzata nel progetto per l'identificazione dei macro-rifiuti osservati

Categoria di materiale	Descrizione
Polimero Artificiale / Plastica	Materiale polimerico artificiale, spesso indicato come plastica, compresi tutti i tipi di materiali polimerici antropogenici, esclusi gli oggetti attribuiti alla frazione tela/tessile o gomma.
Vetro Ceramica	Oggetti e loro frammenti, realizzati in vetro o ceramica.
Legno Lavorato	Legno lavorato e/o trattato, cioè segato, piallato, verniciato, impregnato, rivestito o con chiodi, viti, ecc.
Metallo	Oggetti metallici e frammenti di metallo derivante dal disuso di prodotti metallici.
Tessuto	Oggetti e frammenti in tessuto, compresi quelli realizzati parzialmente o completamente in fibre polimeriche artificiali.
Carta Cartone	Oggetti artificiali a base di cellulosa, carta, cartone e simili e loro frammenti.
Gomma	Oggetti e frammenti in gomma, compresi quelli simili alla gomma o tipicamente considerati tali, come ad esempio stivali di gomma e pneumatici.
Sostanza Chimica	Sostanze chimiche persistenti, che si presentano sotto forma di grumi, pozzanghere e palline, ad esempio palle di catrame di diverse dimensioni. Nelle indagini sul campo, senza analisi chimiche, possono essere classificate solo in base al loro aspetto.
Resti Alimentari	Rifiuti alimentari di origine antropica, come alimenti trattati e cotti, frutta e verdura, ma non frutta naturale.

Tab 2 - Categorie di usi presenti nella *Joint List of Litter Categories*, sviluppata dal JRC ed utilizzata nel progetto per l'identificazione dei macro-rifiuti osservati

Categoria di uso
Acquacoltura
Agricoltura
Caccia
Consumo di cibo
Costruzioni
Cura ed igiene
Fumo
Medicale
Pesca
Svago
Veicoli
Vestiario
Indefinito

Le classi dimensionali dei macro-rifiuti galleggianti utilizzate nel monitoraggio sono quelle raccomandate dalla *MSFD TG ML Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas* (Hanke et al., 2013) e riprese dal report tecnico "*A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring*" (Fleet et al., 2021):

- a = 2.5 - < 5 cm
- b = 5 - < 10 cm
- c = 10 - < 20 cm
- d = 20 - < 30 cm
- e = 30 - < 50 cm
- f \geq 50 cm

La scelta dei corsi d'acqua da monitorare è stata condizionata, oltre che dalla loro appartenenza alle tre sottoregioni definite dalla Strategia Marina, anche dalla possibilità di avere una stazione di osservazione il più vicino possibile alla foce e dotata delle necessarie condizioni di sicurezza per gli operatori e con buona visibilità degli oggetti; la prossimità alla foce si è resa necessaria considerando l'esigenza di stimare la quantità di rifiuti veicolata a mare.

Le informazioni relative alle stazioni di osservazione, in ordine alfabetico rispetto alla Regione di appartenenza, sono riportate nella tabella di seguito.

Tab 3 – Informazioni relative alla localizzazione delle stazioni di osservazione utilizzate per il monitoraggio visivo dei macro-rifiuti galleggianti

REGIONE	FIUME	SOTTOREGIONE MARINA	LOCALITÀ	COORDINATE DECIMALI
Abruzzo	Pescara	MAD	Pescara (PE) – Ponte Risorgimento	42.463197, 14.214263
Basilicata	Agri	MIC	Scanzano Ionico (MT) – Vecchio Ponte Statale Ionica	40.225825, 16.686501
Calabria	Neto	MIC	Scandale (KR)	39.170663, 17.018820
Campania	Sarno	MWE	Castellammare di Stabia (NA) – Ponte Via Provinciale Schiti	40.728843, 14.475006
Emilia-Romagna	Reno	MAD	Ravenna (RA) – Ponte SS 309 Romea	44.579751, 12.254327
Lazio	Tevere	MWE	Canale di Fiumicino (RM)	41.771538, 12.235223
Liguria	Magra	MWE	Ameglia (SP) – Ponte della Colombiera (Via XXV Aprile)	44.063582, 9.973192
Marche	Misa	MAD	Senigallia (AN) – Ponte Il Giugno	43.716156, 13.217651
Sicilia	Simeto	MIC	Catania (CT) – Ponte Primosole	37.399832, 15.064937
Toscana	Ombrone	MWE	Grosseto (GR) - Ponte ciclopedonale sull’Ombrone Eugenio Bellucci (Strada Vecchia Aurelia)	42.695708, 11.081676
Veneto	Adige	MAD	Cavarzere (VE)	45.138044, 12.081175
Veneto	Po	MAD	Porto Tolle (RO)	44.956224, 12.361314

Legenda: MAD = Mare Adriatico; MIC = Mar Ionio e Mar Mediterraneo Centrale; MWE = Mar Mediterraneo Occidentale

Per rendere comparabili i risultati e le informazioni delle osservazioni, in fase di analisi, i dati, a partire dal numero di oggetti realmente osservati durante le sessioni di indagine, sono stati normalizzati "estrapolando" a tutta la larghezza del fiume per la durata di un'ora. L'unità di misura così ricavata risulta essere espressa come: numero oggetti/ora per tutta la larghezza del fiume, che da quel corso d'acqua giungono a mare.

Sono state effettuate statistiche descrittive, sul tipo di materiale e di uso dei rifiuti galleggianti osservati, annuali e stagionali, con riferimento alle stagioni meteorologiche (estate: giugno, luglio e agosto; autunno: settembre, ottobre e novembre; inverno: dicembre, gennaio e febbraio; primavera: marzo, aprile e maggio). Per ogni fiume è stata calcolata: la media annuale degli oggetti /ora con l'errore standard, la percentuale dei rifiuti per ogni stagione, la proporzione tra i tipi di materiale e di uso, la % di oggetti appartenenti alle categorie "prodotto di plastica monouso" (SUP) e "attrezzo da pesca contenenti plastica" (FG) secondo quanto definito dalla Direttiva UE 2019/904.

È importante nei risultati tener conto, tra le altre cose, dei seguenti aspetti:

- il posizionamento della stazione di osservazione in presenza di una flotta peschereccia influisce sul numero degli attrezzi di pesca contenenti plastica;
- molti oggetti sono stati classificati come indefiniti in quanto frammentati e non attribuibili ad una categoria specifica (i.e. code J79 -frammenti plastica- e J82 -frammenti polistirolo-);
- solo nelle sessioni in cui sono stati rilevati numerosi oggetti per fiume è stato possibile elencare quelli più comuni;
- i grafici riportati per ciascun fiume sono relativi all'anno del monitoraggio; è stato utilizzato il punto come separatore decimale;
- i risultati non sono stati normalizzati rispetto alla velocità della corrente superficiale rilevata nella zona di campionamento, dato comunque acquisito durante ogni monitoraggio e presente nel database; il dato della velocità permette, infatti, di normalizzare tutto in densità;
- dall'altezza dei punti di osservazione non sempre è possibile identificare i bastoncini di plastica (J95) o di carta (J246), per orecchie o per caramelle (J31); va considerato, inoltre, che di forma simile, si possono trovare anche bastoncini di plastica per innesti di piante o parti di giochi per bimbi. Una analisi dedicata, su oltre 280 "bastoncini" pescati in fiume alla foce del Tevere, ha rilevato che più del 85 % sono riferibili a: Cotton fioc di plastica (J 95);
- per una corretta identificazione della misura "best", sono importanti fattori quali l'esperienza dell'osservatore e le condizioni della visibilità, oltre che l'altezza del punto di osservazione e la larghezza della striscia. Per questi ultimi fattori una regola empirica (ed approssimativa) è il "limite 50", che consiste nell'ottenere la grandezza "best" in centimetri moltiplicando l'altezza del punto di osservazione per la larghezza della striscia (in metri) e dividendo poi il risultato per 50;

-
- soprattutto durante i periodi di minore portata del fiume (ad esempio in estate), è importante verificare lo stato della marea prima di effettuare il monitoraggio. Se la marea è alta, in prossimità della foce, il fiume potrebbe non scorrere o potrebbe verificarsi una risalita di acqua da mare;
 - sebbene non sia stato condotto uno studio specifico sulla percentuale di oggetti che passano in prossimità della sponda rispetto a quelli al centro del fiume, mettendo in relazione le diverse strisce monitorate all'interno dello stesso fiume, è emerso che oltre il 75 % degli oggetti passava nella striscia di prossimità alla sponda;
 - in totale sono state realizzate circa 400 ore di monitoraggio visivo.

Risultati

A livello nazionale, la maggioranza degli oggetti identificabili è di plastica o altro polimero artificiale (84.6 %) e il 35.2 % è rappresentato da oggetti di plastica monouso. Le altre tipologie più rappresentate – ma con valori sensibilmente inferiori – sono oggetti di carta (4.6 %), vetro e metallo (circa 2 %).

A causa della generale ridotta dimensione dei rifiuti osservati e della loro frammentazione - quest'ultima presumibilmente dovuta ai lunghi tempi di permanenza in alveo -, non è stato possibile attribuire la categoria di uso a circa il 65 % dei rifiuti intercettati. Tra quelli per cui è stato possibile un riconoscimento, il consumo di cibo è risultata la categoria predominante (19.4 %).

Nei paragrafi successivi si riportano sinteticamente i dati raccolti nei singoli fiumi, con il valore dei risultati riferito su base annuale.

I fiumi, e le rispettive statistiche, sono disposti in ordine alfabetico.

Fiume Tevere



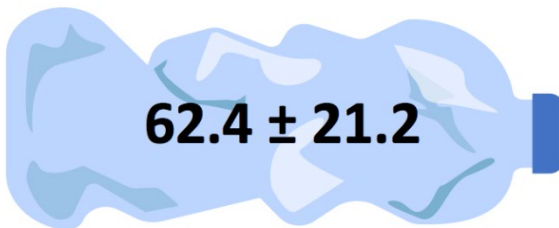
Il fiume Tevere, si forma nell'Appennino Tosco Emiliano e sfocia nel mar Tirreno dopo un percorso di circa 405 km, che ne fa il terzo fiume più lungo d'Italia. Il suo bacino idrografico si estende su una superficie di 17375 km² (Piano di bacino del Tevere, Autorità di bacino distrettuale

dell'Appennino Centrale).

Nel suo ultimo tratto, dopo la diga di Castel Giubileo, attraversa la città di Roma dove nella sua parte periferica le sponde sono spesso occupate da insediamenti informali ed attività illecite di 'manipolazione' di rifiuti. Il fiume Tevere, alla foce, ha un ramo principale (Fiumara) e un ramo minore (Canale di Fiumicino).

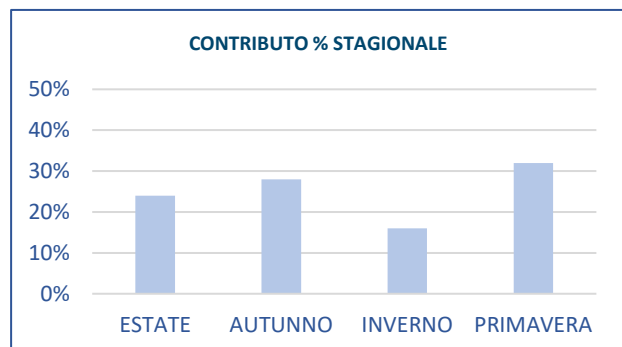
La stazione di monitoraggio è situata nel tratto terminale del ramo minore, il canale di Fiumicino, interessato dalla presenza di numerosi cantieri navali e banchine di ormeggio, anche per flotta peschereccia.

MEDIA ANNUALE OGGETTI/ORA



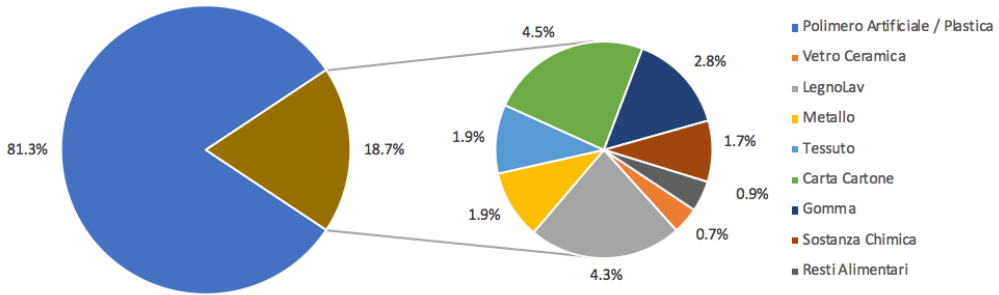
Tenendo in considerazione entrambi i rami, il Tevere, tra i fiumi oggetto dell'indagine, è quello con più inquinamento da macro-rifiuti galleggianti.

La distribuzione dell'apporto stagionale nel corso dell'anno non mostra un andamento regolare. Più del 30 % delle osservazioni si concentrano in primavera, tutte le altre stagioni rimangono al di sotto di questa soglia. Il valore minimo è stato riscontrato in inverno.

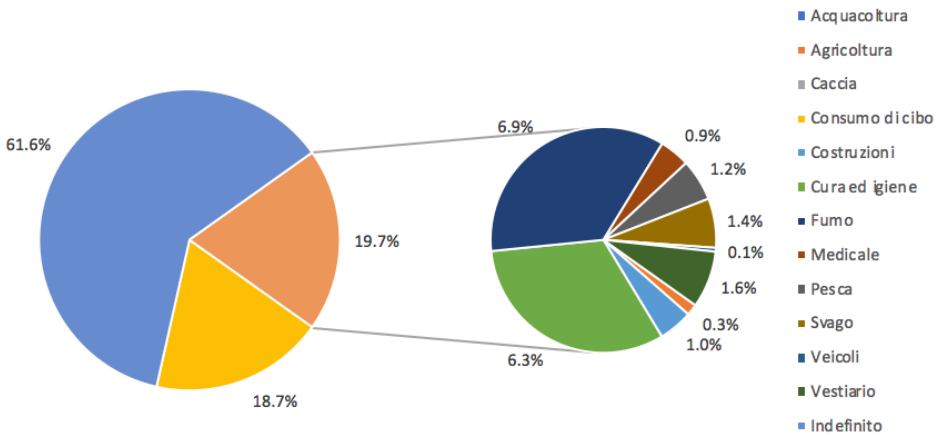


Gli oggetti di plastica monouso hanno registrato un valore percentuale di 27.1 % e quelli da pesca contenenti plastica di 1.2 %. I rifiuti galleggianti rilevati sono principalmente (81.3 %) di materiale plastico ma sono stati riscontrati oggetti di altra composizione in percentuale variabile. Al 61.6 % degli oggetti non è stato possibile attribuire una specifica attività di utilizzo. La maggioranza di quelli per cui è stata possibile l'identificazione è stata attribuita al consumo di cibo (18.7 %).

MATERIALE

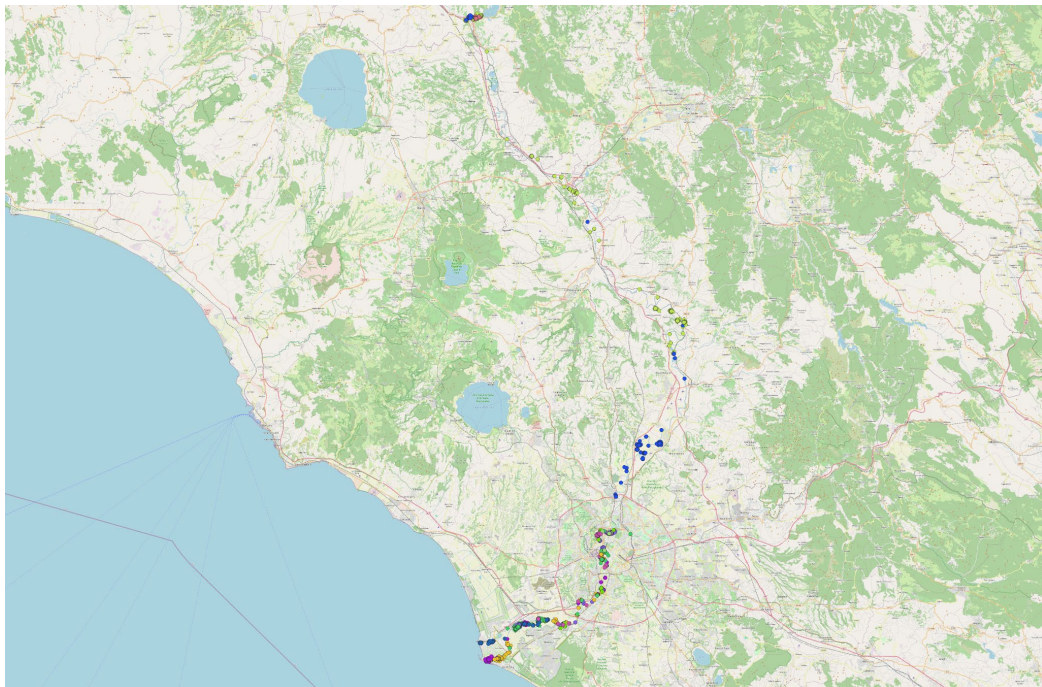


USO



Fiume Tevere

Dei tracciatori rilasciati a Roma, solo tre sono certamente arrivati a mare, continuando a trasmettere il proprio segnale per molte settimane e consentendo di ricostruire i loro movimenti fino all'arcipelago toscano. Principali punti di accumulo rilevati: Foro Italico, Ponte Sisto/Isola Tiberina, zona Magliana, Parco Leonardo (prossimità barriera blocca rifiuti), foci.

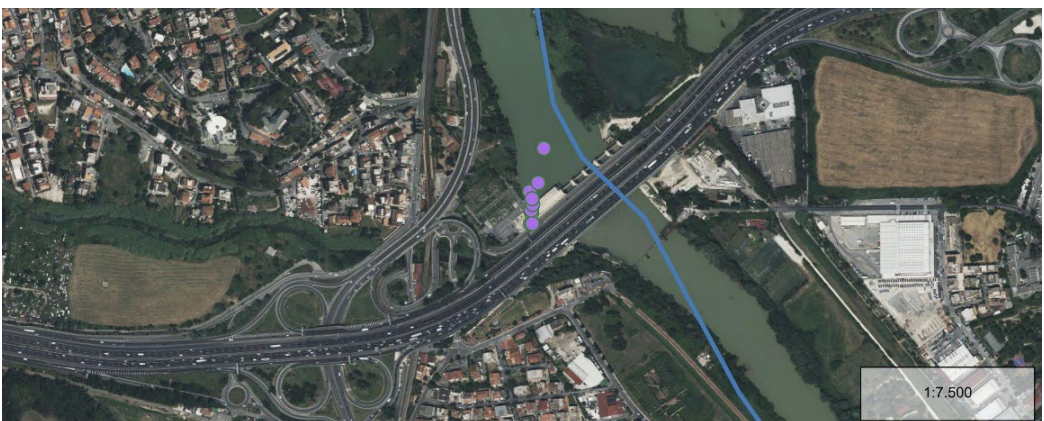


Un ulteriore lancio di tre tracciatori è stato effettuato in Umbria, per valutare il comportamento dei dispositivi nei confronti delle grandi dighe e di altri sbarramenti presenti nei tratti medio e terminale del Tevere. A dicembre 2023, si è registrata la seguente situazione:

- uno si è fermato lungamente nella fitta vegetazione subito a valle della diga di Corbara (comune di Orvieto – TR), prima della confluenza con il fiume Paglia, per poi ricominciare a scendere lungo il fiume;
- uno, rappresentato in verde nell'immagine seguente, alla fine della sperimentazione era fermo allo sbarramento della seconda diga della centrale di Nazzano (RM);



- l'ultimo, rappresentato in viola nell'immagine seguente, a dicembre 2023 si trovava subito a monte della diga di Castel Giubileo, nel comune di Roma. È interessante rilevare che questo tracciatore ha compiuto un percorso di circa 150 km, superando nel suo tragitto 5 grandi sbarramenti.

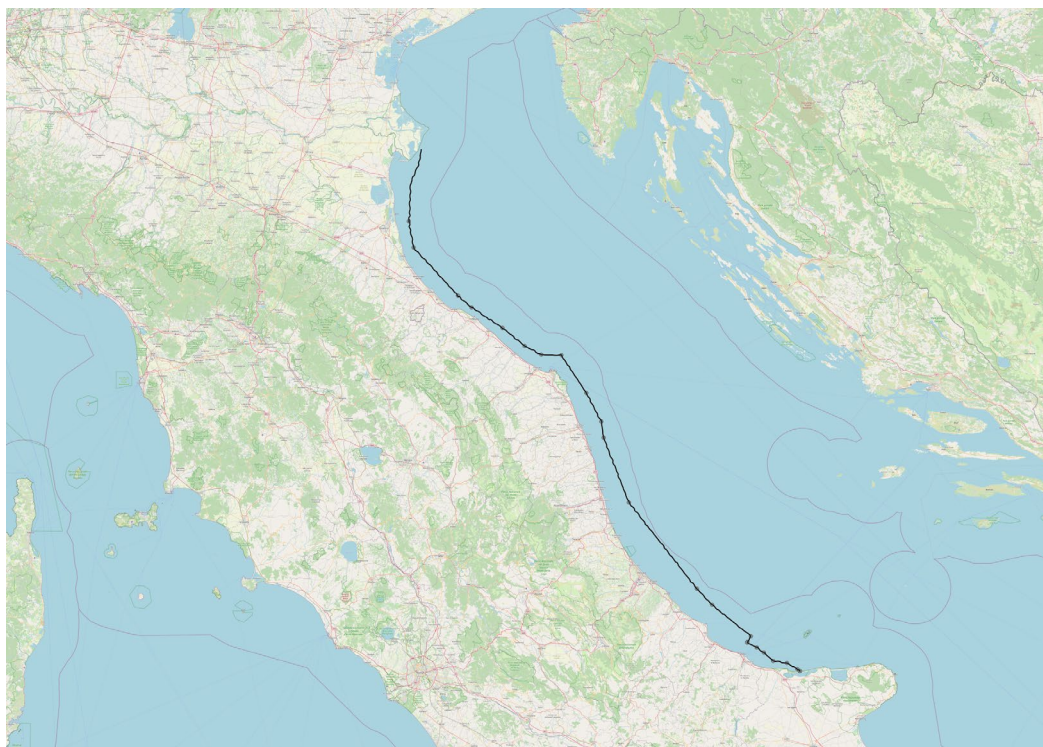


Tracciatori in mare

Alcuni dei tracciatori rilasciati nei fiumi Adige, Ombrone, Neto, Pescara, Po, Simeto e Tevere hanno raggiunto il mare.

I tracciatori utilizzati in questa sperimentazione sono in grado di inviare le proprie posizioni al server solo se si trovano a distanza limitata dalla costa. Per questa ragione non è possibile realizzare un'analisi esaustiva del loro comportamento in mare. Ciononostante, i tracciati delle localizzazioni di alcuni dispositivi forniscono ugualmente spunti di significativo interesse.

Nella figura successiva è riportato lo spostamento di svariate centinaia di km compiuto da un tracciatore trasportato dal Po, che si è mosso lungo la corrente antioraria dominante arrivando nei pressi della costa prospiciente il lago di Lesina, in provincia di Foggia.



In Mar Tirreno le immissioni da Tevere e Ombrone hanno anch'esse seguito prevalentemente la corrente antioraria dominante.

Uno dei tracciatori trasportati dal Tevere ha compiuto numerosi spostamenti intorno all'Isola d'Elba, Capraia e Montecristo, con frequenti movimenti di andata e ritorno verso zone che potrebbero essere aree preferenziali di accumulo.

