



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA DI FERRARA
PALAZZO NASELLI-CRISPI --- FERRARA

PRESENTAZIONE ESITI PROGETTO

Monitoraggio Applicato Plastiche del Po

Il progetto MAPP: prime stime sul trasporto del floating plastic litter nel fiume Po

Giuseppe Dodaro e Flaminia Squitieri - Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile

19 APRILE 2024





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

2 ANNI

Settembre 2021 – Giugno 2023

3 ATTIVITA'

Visual observation (ponte e sponde)

Tracking satellitare

Analisi spettrale dati satellitari



5 STAZIONI DI MONITORAGGIO

Verolengo (TO)
Isola Serafini (PC-LO)
Boretto (RE-MN)
Pontelagoscuro (FE-RO)
Porto Tolle (RO)

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





VISUAL OBSERVATION

Floating plastic litter

RACCOLTA DATI

autunno 2021 - estate 2022

adattamento metodologia RIMMEL (JRC)

Oggetti anche < 2,5 cm e definizione di *misura best*
Da ponti stradali (3) o punti sopraelevati su sponde (2)
5 giornate osservazione/stagione per stazione
60 minuti per sessione
50% alveo



NORMALIZZAZIONE DATI SULL'INTERO ALVEO

con adeguamento metodo di stima per
osservazioni fascia spondale (65%)

ANALISI DATI

Media stagionale oggetti/ora (confidenza 95%)
% classe dimensionale



PROGETTO MAPP

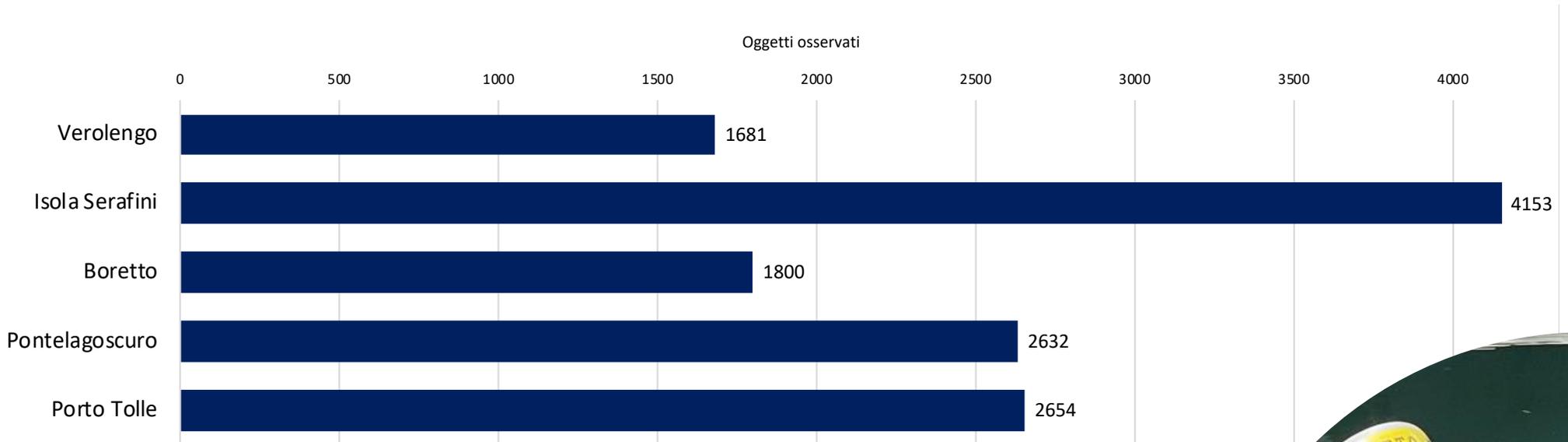
Ferrara, 19 Aprile 2024





Numero oggetti osservati per stazione di monitoraggio

Floating plastic litter
RISULTATI

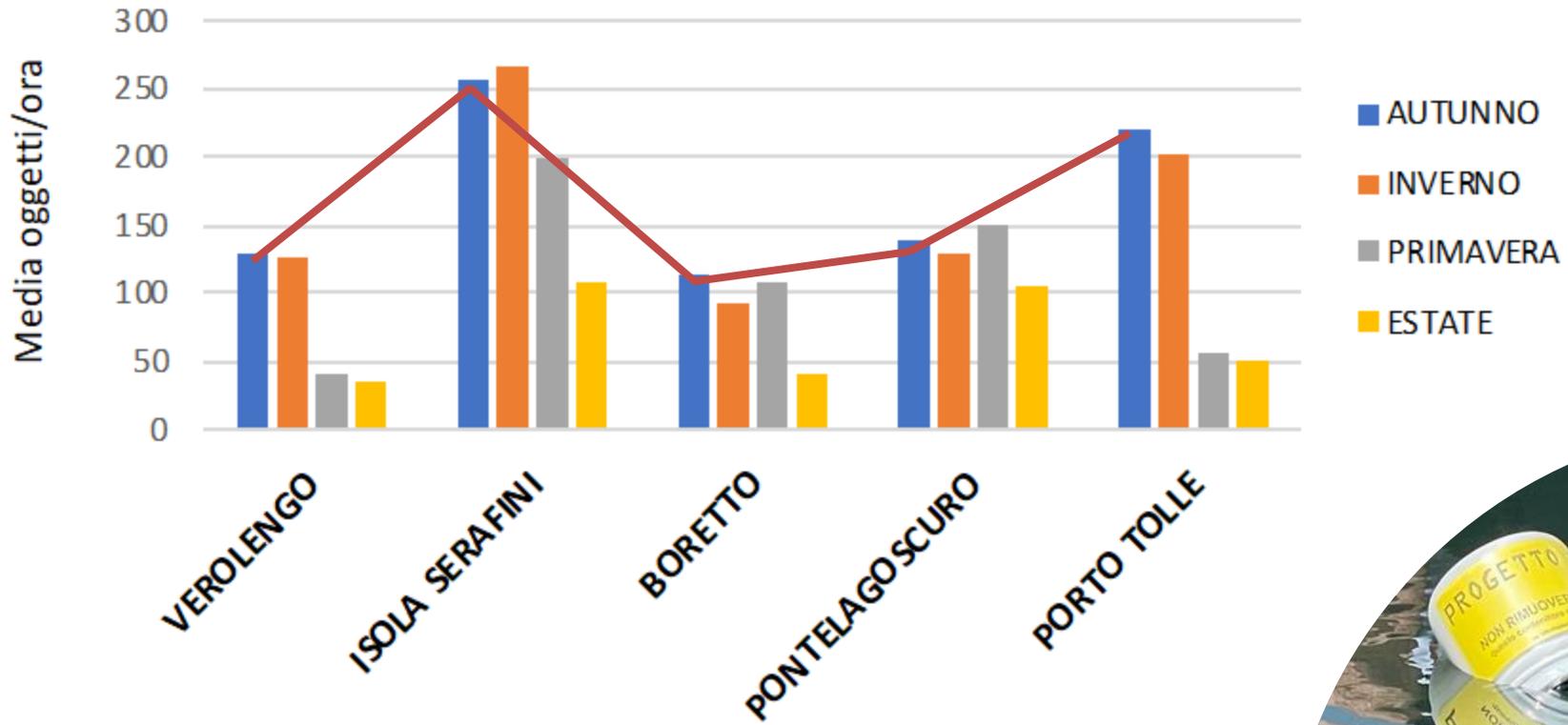


PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



Media oggetti/ora trasportati *Floating plastic litter* in ogni stazione durante le 4 stagioni *RISULTATI*



PROGETTO MAPP

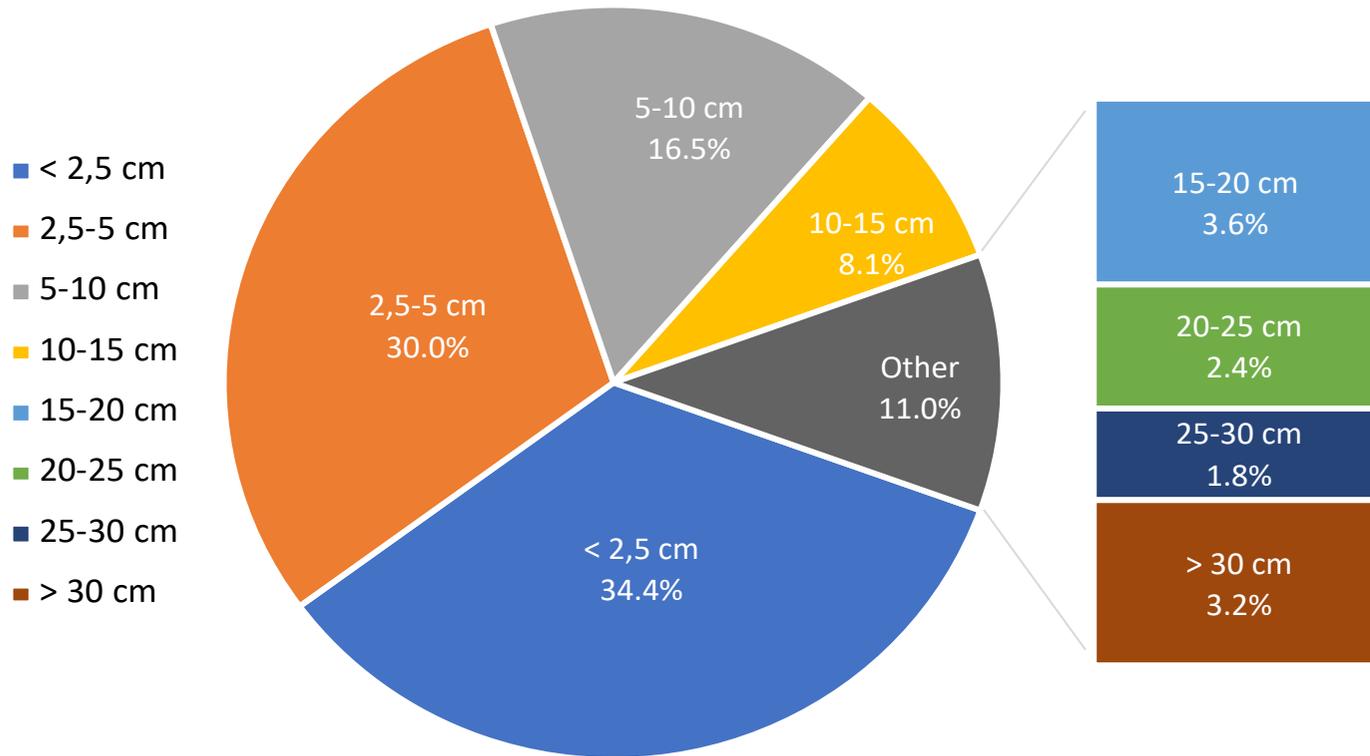
Ferrara, 19 Aprile 2024





Numero totale di oggetti osservati per classe dimensionale

Floating plastic litter
RISULTATI



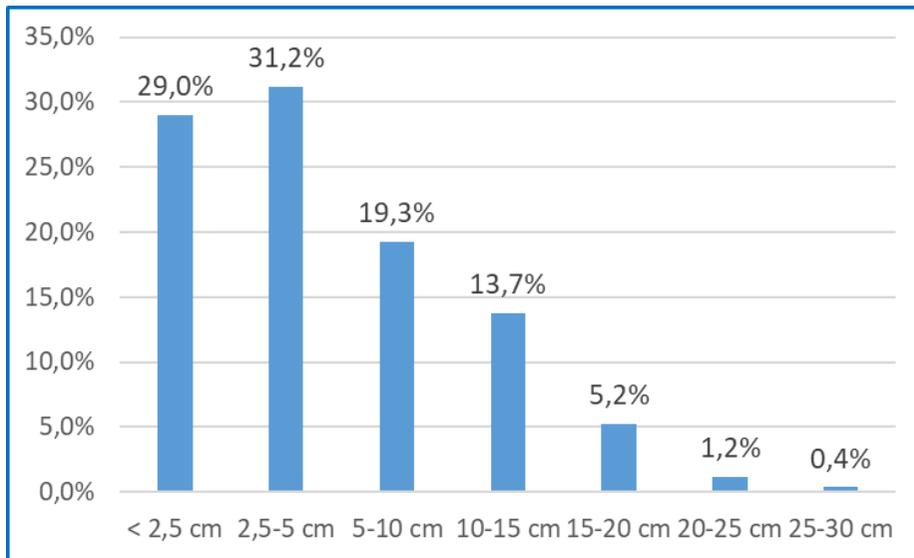
PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



Verolengo

Floating plastic litter
RISULTATI



- ❑ Prevalenza di materiali plastici di dimensioni inferiori ai 10 cm, che rappresentano poco meno dell'80 % del totale degli items rilevati
- ❑ Tra i materiali «riconosciuti», prevalgono frammenti di sacchetti utilizzati per la spesa o per la raccolta dell'immondizia, tappi di bottiglia, anelli di tappi di bottiglia
- ❑ Il valore della media di osservazione del litter varia tra i 129,20 ($\pm 19,44$) oggetti/ora della stagione autunnale e i 37,00 ($\pm 13,52$) oggetti/ora di quella estiva; il valore più basso registrato in tutte e 5 le stazioni



PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po

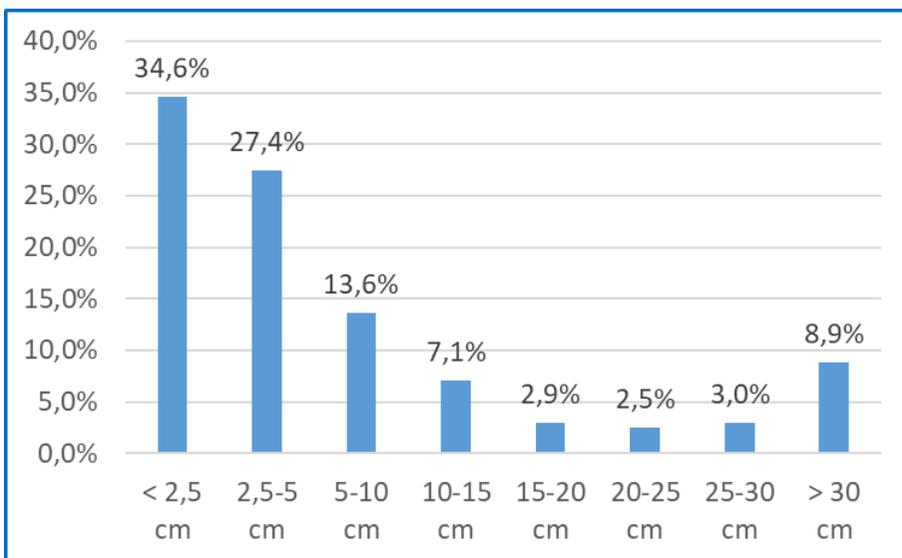


Sustainable Development Foundation

FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Isola Serafini

Floating plastic litter
RISULTATI



- ❑ Prevalenza di materiali plastici di dimensioni inferiori ai 10 cm, che rappresentano il 75,7 % del totale degli items rilevati
- ❑ 369 oggetti di materiali plastici di dimensioni “> 30 cm che corrispondono all’8,9 % del totale delle osservazioni per questa stazione
- ❑ Tra i materiali «riconosciuti», prevalgono piccoli frammenti (ragionevolmente di sacchetti o imballaggi), pezzi di polistirolo, guarnizioni e tappi di bottiglia
- ❑ Il valore della media di osservazione del litter varia tra i 265,85 ($\pm 129,83$) della stagione invernale – il valore più elevato registrato nelle 5 stazioni – e i 108,31 ($\pm 41,71$) di quella estiva

PROGETTO MAPP

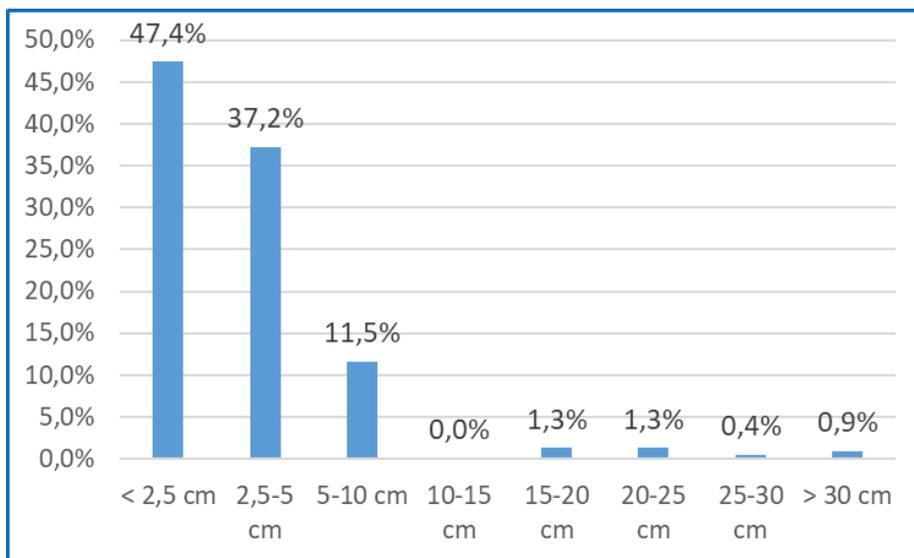
Ferrara, 19 Aprile 2024





Boretto

Floating plastic litter RISULTATI



- ❑ Prevalenza di materiali plastici di dimensioni inferiori ai 10 cm, che rappresentano il 96,2 % del totale degli items rilevati
- ❑ Prevalgono piccoli frammenti di sacchetti e imballaggi, pezzi di plastica derivanti da materiali ad uso agricolo, brandelli di polistirolo.
- ❑ Il valore della media di osservazione del litter varia tra i **115,38 ($\pm 37,60$)** della stagione autunnale e i **43,08 ($\pm 19,81$)** di quella estiva. Il valore massimo è il più basso tra quelli analoghi riscontrati nelle altre stazioni

PROGETTO MAPP

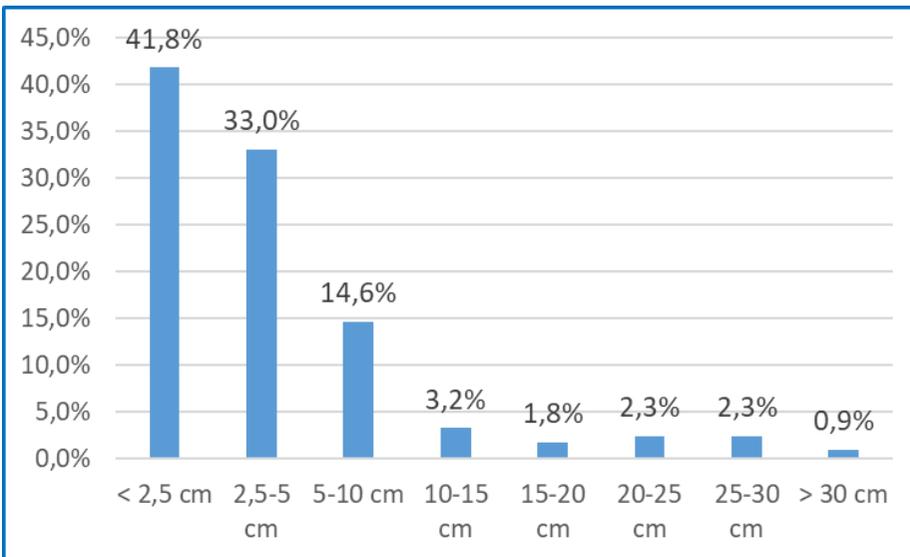
Ferrara, 19 Aprile 2024





Pontelagoscuro

Floating plastic litter
RISULTATI



- ❑ Prevalenza di materiali plastici di dimensioni inferiori ai 10 cm, che rappresentano l'89,5 % del totale degli items rilevati
- ❑ È la stazione con la distribuzione stagionale più omogenea e l'unica in cui il numero più elevato di osservazioni è stato riscontrato in primavera
- ❑ Gli items più frequenti sono: frammenti di sacchetti di plastica, contenitori di plastica da uso agricolo, pezzi di plastica rigida, etichette e frammenti di etichette.
- ❑ Il valore di numero oggetti/ora trasportato varia tra i 152,31 ($\pm 53,78$) della stagione primaverile e i 106,15 ($\pm 43,98$) di quella estiva. In questa stazione e in quella di Isola Serafini risulta sempre superiore ai 100 oggetti/ora

PROGETTO MAPP

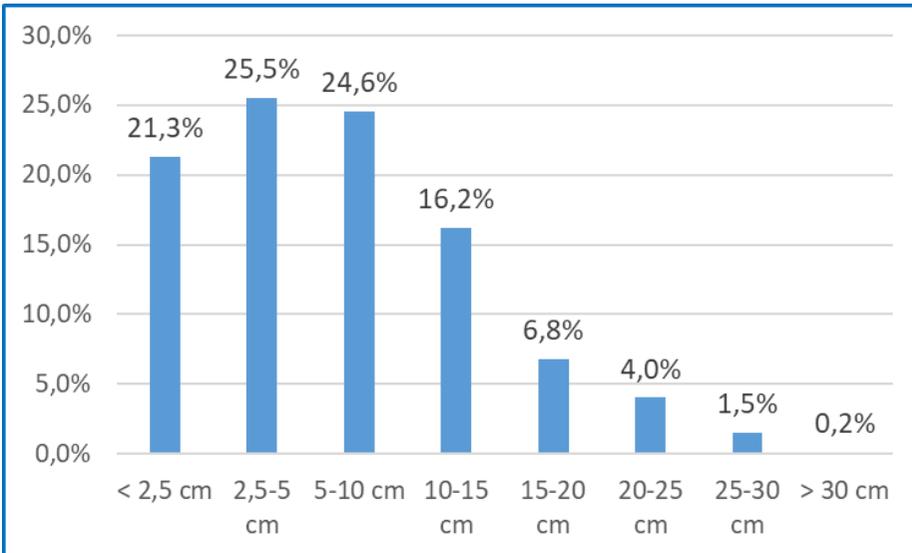
Ferrara, 19 Aprile 2024





Porto Tolle

Floating plastic litter RISULTATI



- ❑ Prevalenza di materiali plastici di dimensioni inferiori ai 10 cm, che rappresentano il 71,3 % del totale degli items rilevati
- ❑ La distribuzione stagionale è fortemente disomogenea, con una larghissima maggioranza di osservazioni – poco meno dell'80 % - concentrate nelle stagioni autunnale e invernale
- ❑ Gli items più frequenti sono pezzi di contenitori in plastica per alimenti e a uso agricolo, tappi e coperchi di bevande
- ❑ Il valore di numero oggetti/ora trasportato varia tra i 221,20 ($\pm 53,28$) della stagione autunnale e i 50,40 ($\pm 3,47$) di quella estiva



PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024

VISUAL OBSERVATION

Rifiuti (non solo plastici e > 2,5 cm) lungo le sponde

RACCOLTA DATI

autunno 2021 - estate 2022

5 transetti in 5 stazioni di monitoraggio con distanza < 15 m dall'alveo

Lunghezza transetti pari a circa 500 m

10 Unità di Rilevamento (10m x 10m), distribuite in maniera random

1 osservazione/stagione per stazione



ANALISI DATI

con *J-CODE list (JRC)*

% tipologia di materiale

% classe dimensionale

PROGETTO MAPP

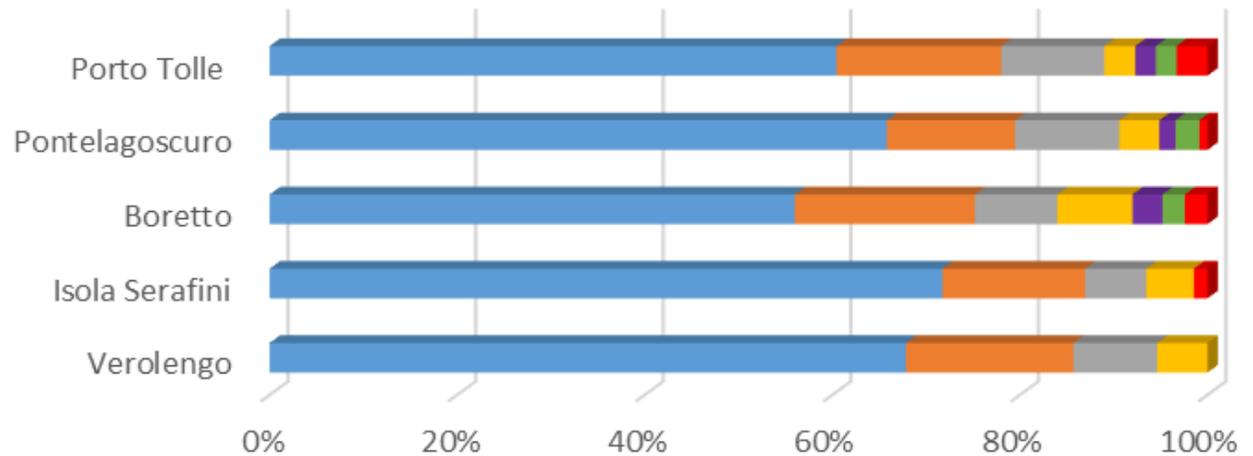
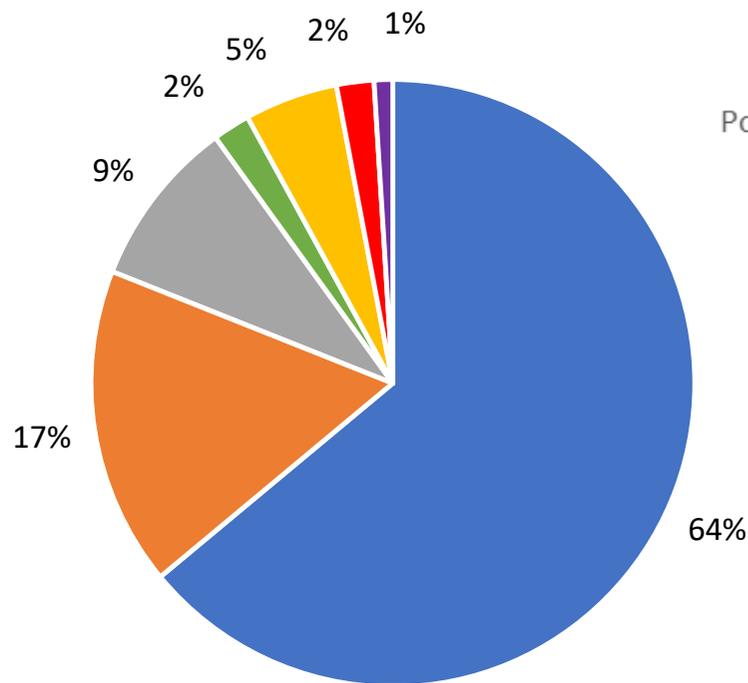
Ferrara, 19 Aprile 2024





Totale rifiuti rilevati nei 5 transetti per tipologia di materiale

Rifiuti lungo le sponde
RISULTATI



- Polimeri Artificiali
- Carta / Cartone
- Metallo
- Legno processato / lavorato
- Vetro / Ceramica
- Gomma
- Tessile

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024

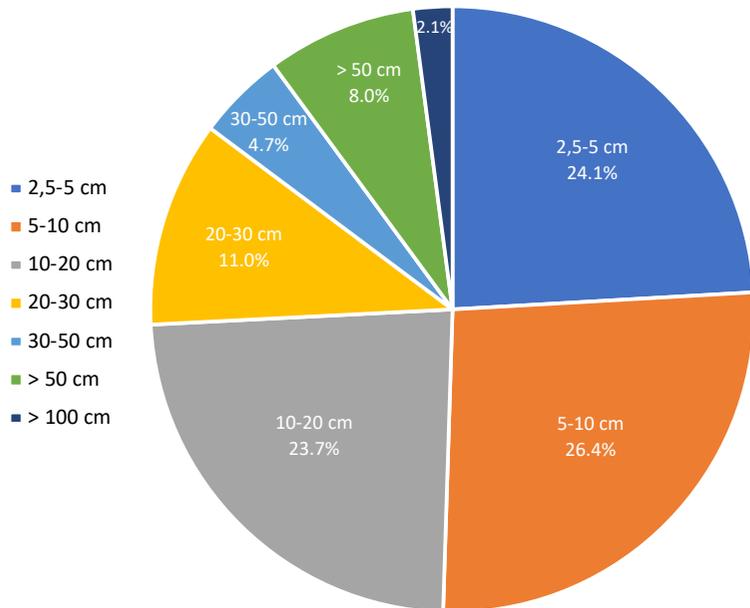




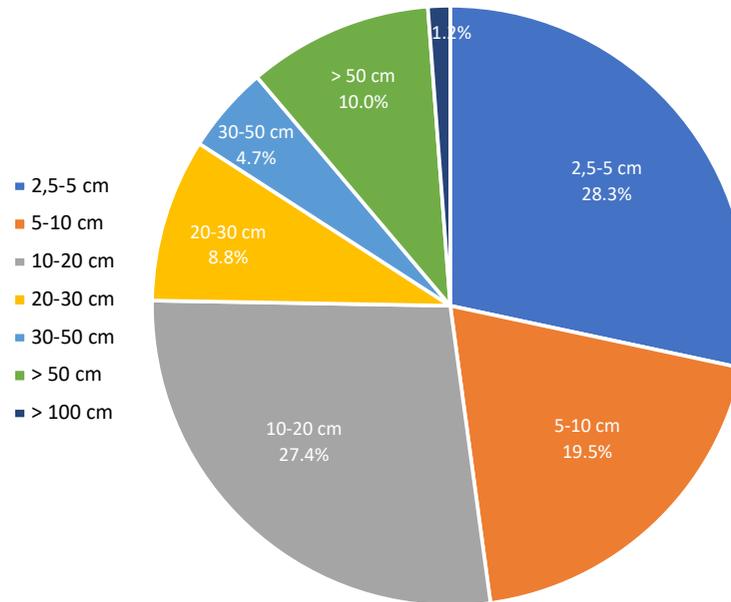
Totale rifiuti rilevati nei 5 transetti per classe dimensionale

Rifiuti lungo le sponde
RISULTATI

Tutti i rifiuti



Solo polimeri plastici



I rifiuti più piccoli di 10 cm rappresentano solo il 47,8 % del totale del plastic litter



CONCLUSIONI

*Floating plastic litter
Rifiuti lungo le sponde*

- Dati leggermente **sottostimati** a causa della difficoltà di avvistamento e identificazione materiali più piccoli (dovuta ad altezza ponti e basso livello idrologico nel 2022)
- Quantità *floating plastic litter* trasportata è **molto inferiore rispetto a stime modellistiche**
- Quantità *floating plastic litter* **augmenta da monte a valle**, con flessione successivamente alla centrale idroelettrica di Isola Serafini (PC), dove si sono registrati anche i valori maggiori di rifiuti lungo le sponde
- Dal progetto non emerge una correlazione (evidenziata in altre ricerche) tra presenza di *floating litter* e aree urbane densamente popolate. La stazione a Verolengo (TO) è infatti quella interessata da minori quantità. **L'elevata variabilità** della presenza di *floating litter* dipende da **componenti ambientali e socio-economiche**
- **Autunno e inverno** hanno registrato maggiori quantità di rifiuti trasportati

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

CONCLUSIONI

*Floating plastic litter
Rifiuti lungo le sponde*

- Oggetti con dimensione < 10 cm o frammentati costituiscono l'80,9% del *floating litter* registrato e il 47,8% dei rifiuti trovati su sponde. I **tempi di permanenza** nei corsi d'acqua degli oggetti più grandi possono essere elevati e portano a **fenomeni di degrado**
- Le **plastiche** rappresentano la larga maggioranza dei rifiuti osservati lungo le sponde, seguiti da **carta e cartone**, e **metalli**

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





TRACKING SATELLITARE

Sperimentazione del sistema JunkTrack



Sistema di tracciamento GPS per la modellizzazione del comportamento delle macro-plastiche nel Po

Tracker galleggianti con localizzatori per determinarne la posizione GPS + webGIS per raccolta, elaborazione e visualizzazione dati



- Ricostruzione percorso effettuato
- Identificazione potenziali zone di accumulo



PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



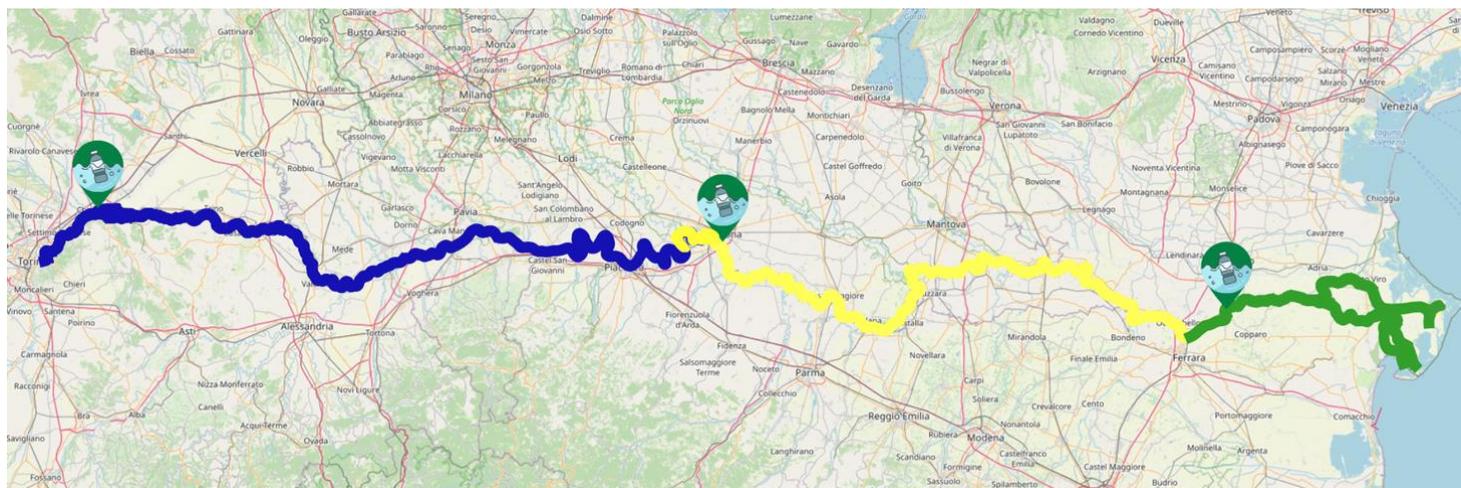
Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

Sono stati rilasciati 95 tracker



91 di progetto

- 25 da Chivasso (TO)
- 30 da Cremona (CR)
- 36 da Polesella (RO)

+ 4 sperimentali

83 operativi

Tre stazioni di lancio lungo l'asta del fiume

- **TRATTO A MONTE:** Torino – Isola Serafini (PC)
- **TRATTO CENTRALE:** Isola Serafini (PC) – Pontelagoscuro (FE)
- **TRATTO A VALLE:** Pontelagoscuro (FE) – foce nel mare Adriatico

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024

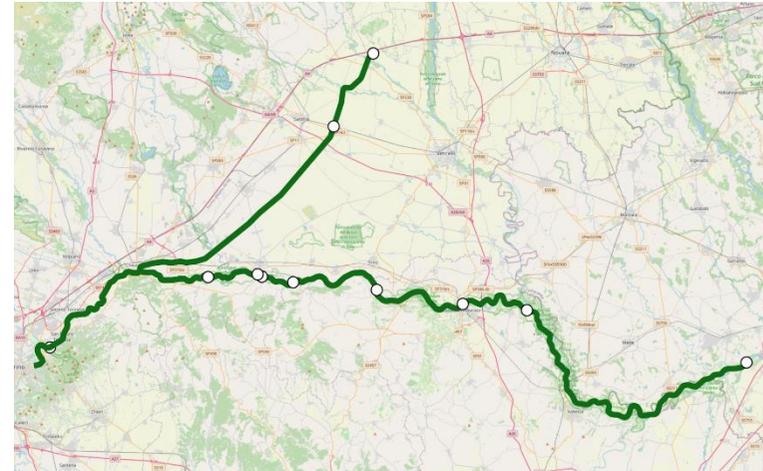
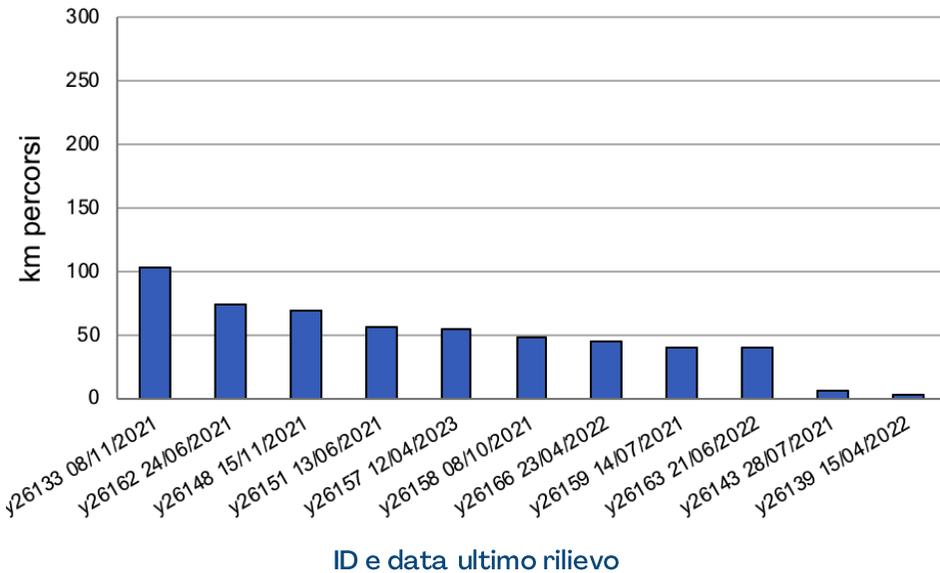




Percorso effettuato dai tracker

TRATTO A MONTE - Chivasso (TO)

Lancio 1 del 4-5 giugno 2021



Due tracker sono entrati
nel Canale Cavour



PROGETTO MAPP

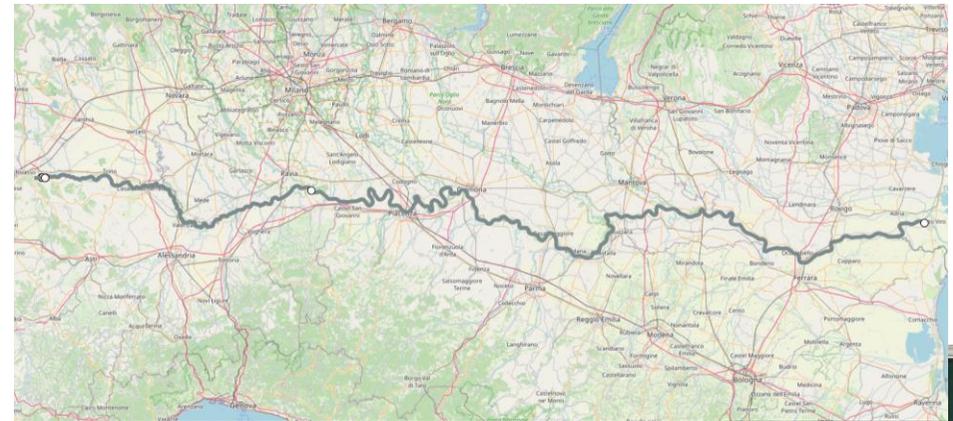
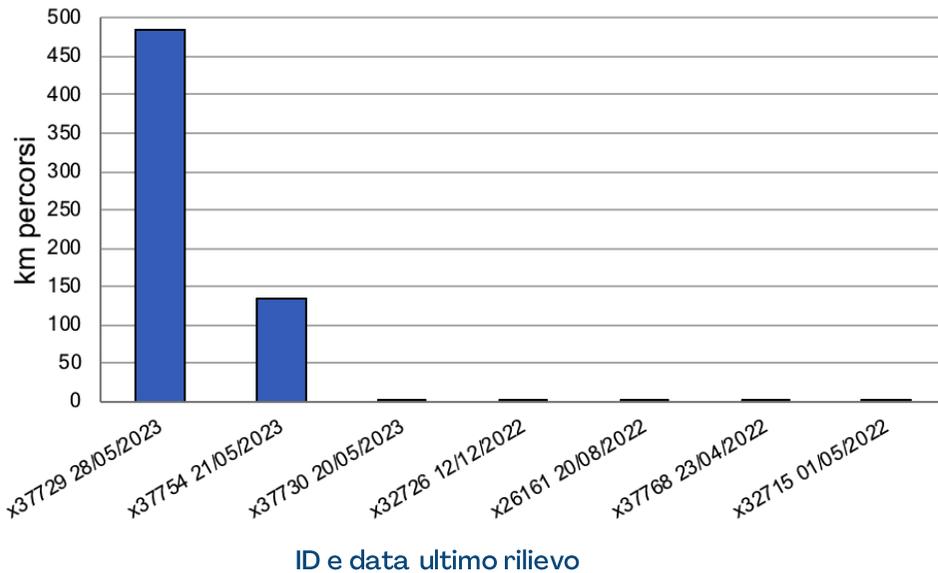
Ferrara, 19 Aprile 2024



Percorso effettuato dai tracker

TRATTO A MONTE - Chivasso (TO)

Lancio 2 del 6 marzo 2022



Un trasmettitore è arrivato al mare



PROGETTO MAPP

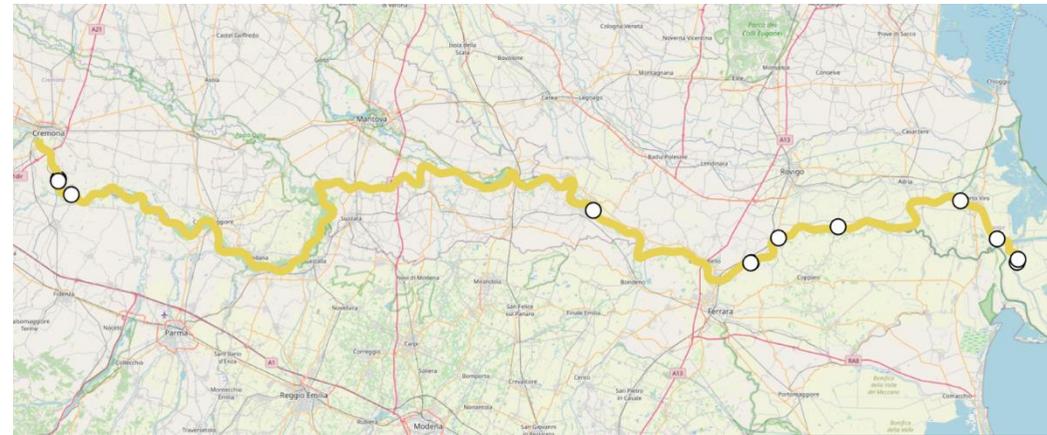
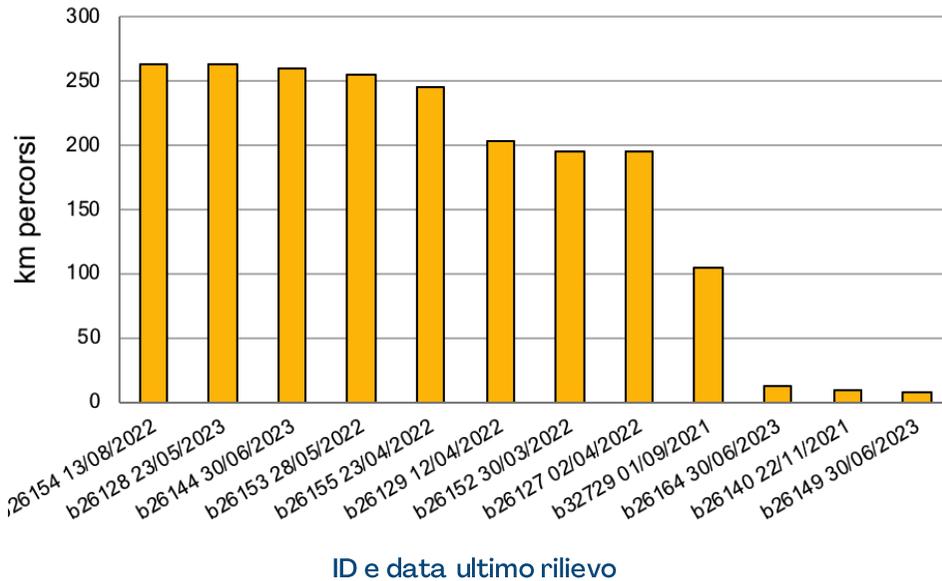
Ferrara, 19 Aprile 2024



Percorso effettuato dai tracker

TRATTO CENTRALE - Cremona (CR)

Lancio 1 del 27 agosto 2023



Nessun trasmettitore è arrivato al mare



PROGETTO MAPP

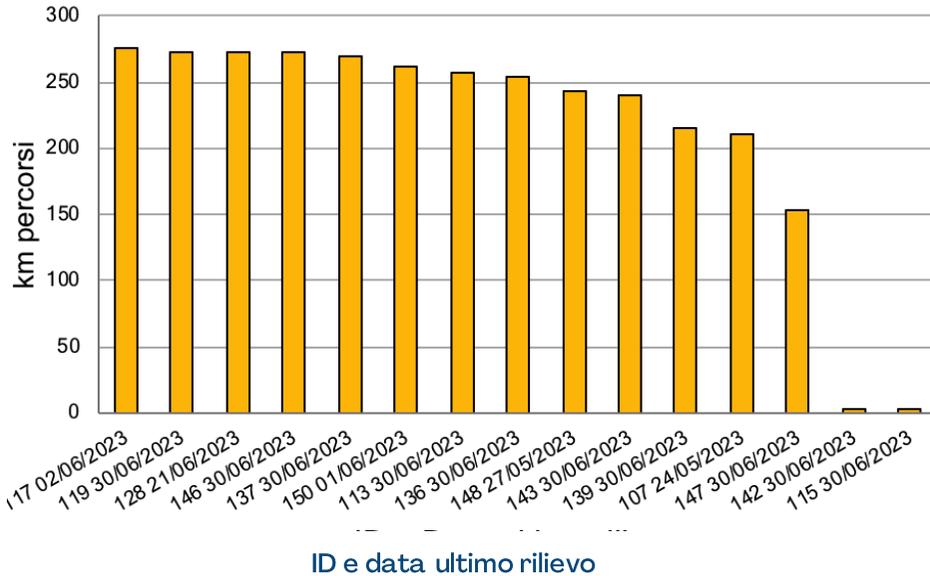
Ferrara, 19 Aprile 2024



Percorso effettuato dai tracker

TRATTO CENTRALE - Cremona (CR)

Lancio 2 del 5 maggio 2023



7 trasmettitori sono arrivati al mare



PROGETTO MAPP

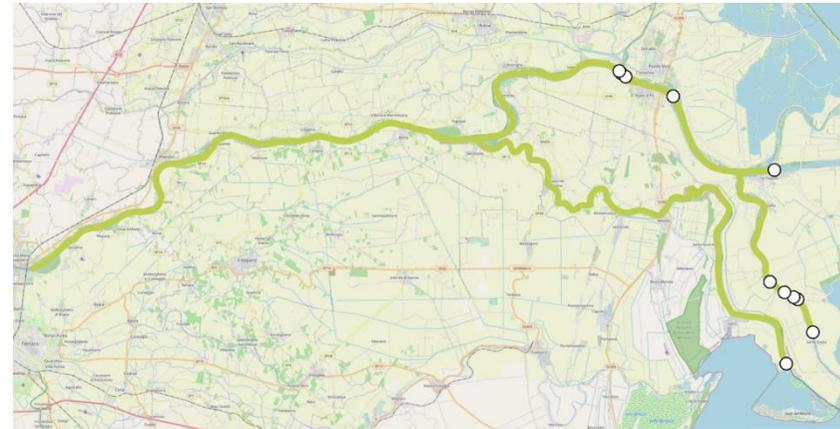
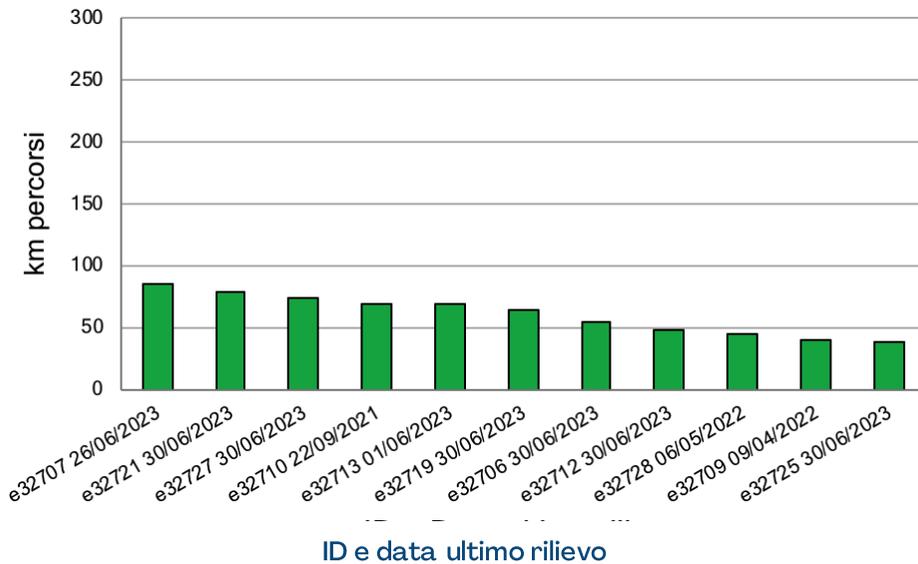
Ferrara, 19 Aprile 2024



Percorso effettuato dai tracker

TRATTO A VALLE - Polesella (RO)

Lancio 1 del 5 settembre 2021



2 trasmettitori sono giunti in mare

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024

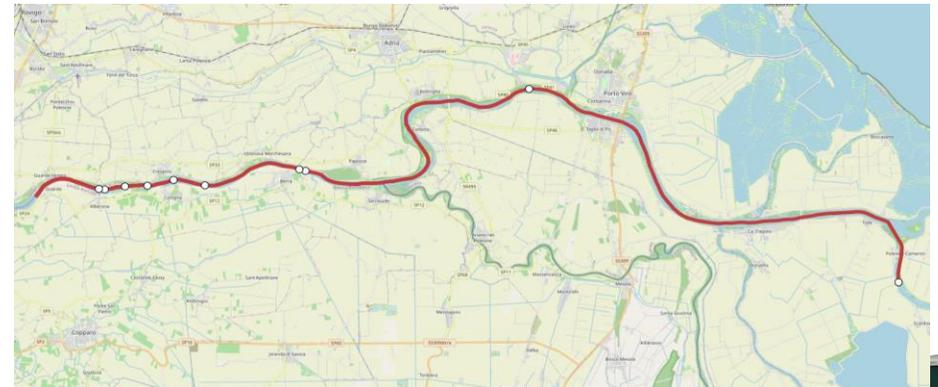
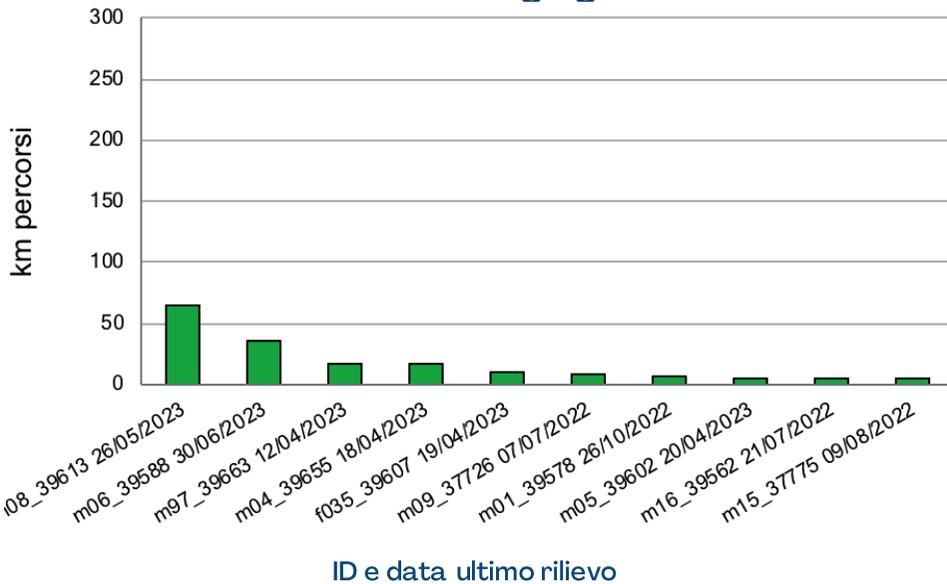




Percorso effettuato dai tracker

TRATTO A VALLE - Polesella (RO)

Lancio 2 del 25 giugno 2022



1 trasmettitore in mare



PROGETTO MAPP

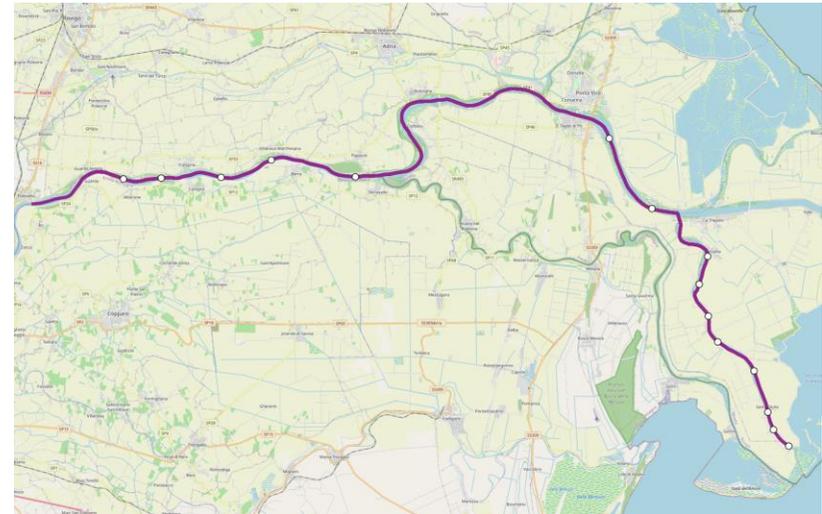
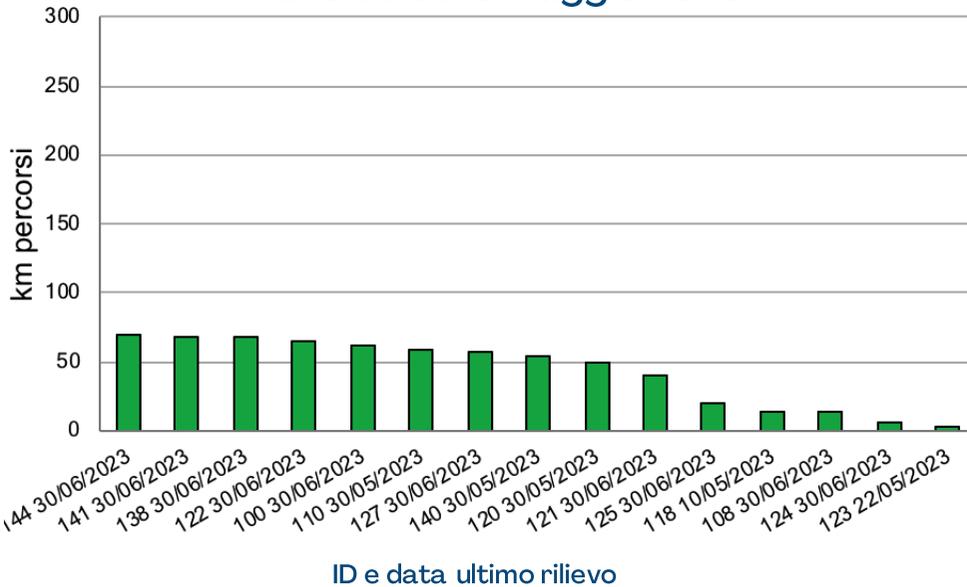
Ferrara, 19 Aprile 2024



Percorso effettuato dai tracker

TRATTO A VALLE - Polesella (RO)

Lancio 3 del 5 maggio 2023



1 trasmettitore in mare

PROGETTO MAPP

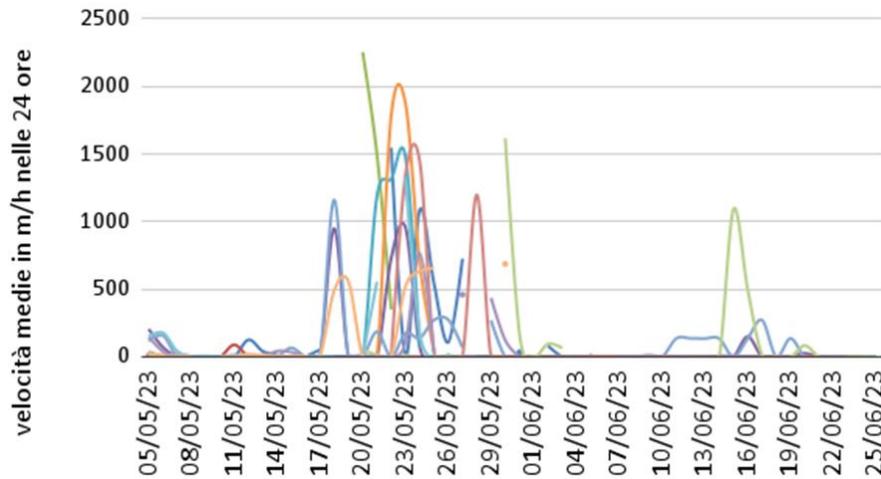
Ferrara, 19 Aprile 2024



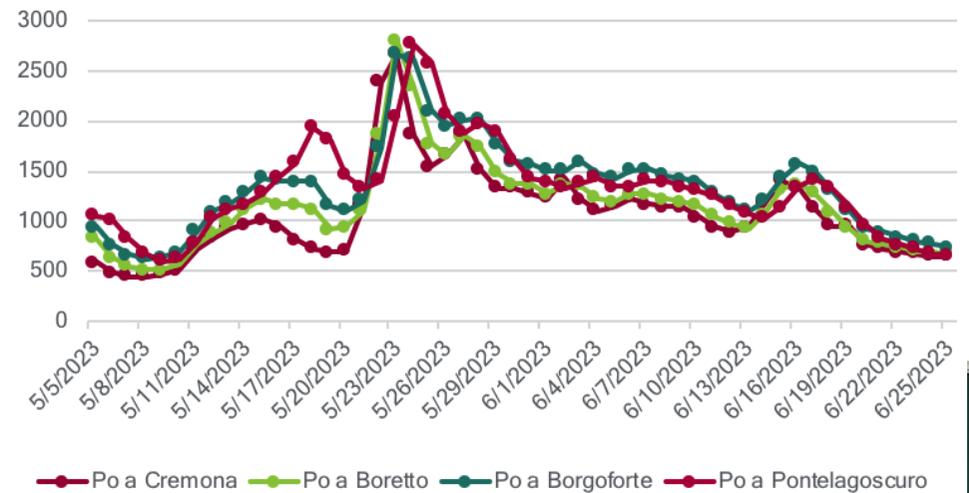


Correlazione tra portata e velocità tracker

Lancio del 5 maggio 2023 - Cremona



Portata del fiume Po (m³/ora)



PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



Identificate potenziali zone di accumulo

Le zone di accumulo delle macro-plastiche galleggianti sono aree nelle quali si è riscontrata una maggiore probabilità di deposito di *plastic litter* per più di 10 giorni.



La probabilità di accumulo è stata determinata tramite l'assegnazione di un *indice* e la definizione di una soglia minima di accumulo pari al 10 % dei tracker passati nella tratta dell'asta

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



CONCLUSIONI

Tracking satellitare

- **Meno del 15 %** dei tracker rilasciati è giunto **in mare**
- Gli altri hanno percorso **spostamenti variabili** da poche centinaia di metri a centinaia di chilometri
- In occasione di un **accrescimento della portata** si determina anche un contemporaneo aumento della velocità dell'acqua e di conseguenza della **velocità di spostamento dei tracker**
- Sono state individuate **8 aree di accumulo principali** e 7 secondarie su cui concentrare le azioni di controllo ed eventuale rimozione del litter
- Le principali cause d'arresto sono rappresentate dall'intrappolamento nella **vegetazione riparia** e nel **deposito di ghiaie**

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





ANALISI SPETTRALE DATI SATELLITARI

È possibile riconoscere le macro-plastiche galleggianti nei corsi d'acqua attraverso dati satellitari e analisi spettrali?

Creazione di zattere galleggianti sperimentali: sono visibili dal satellite? Si possono distinguere?



Analisi della riflettanza multi-spettrale di immagini acquisite attraverso remote sensing:

- 12 Sentinel 2 (10m/p)
- 4 Planet (5 m/p)
- 1 Planetek in 4 bande (VIS/NIR, 2 m/p) ad alta risoluzione spaziale

Analisi firme spettrali delle zattere e determinazione del tipo di materiale presente





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

Creazione di zattere galleggianti sperimentali

Zattera 1 – Solo plastica



Zattera 2 – Vegetazione e plastica



Località: ex cava Ronchetto di Motta Baluffi (CR)

Dimensione zattere: circa 150mq, poco superiore a risoluzione
spaziale Sentinel 2 (1 Pixel corrisponde a 100mq)

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024







**Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po**



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



**FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE**

Sustainable Development Foundation



PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



Analisi riflettanza immagini satellitari

Sentinel2: B08

Date: 2022-01-13



Utilizzando la banda 8 del satellite Sentinel 2, che considera l'infrarosso vicino (NIR, lunghezza d'onda di 840 nm, risoluzione 10m), sono visibili entrambe le zattere.

I punti rossi corrispondono alla posizione delle zattere rilevate in campo con GPS ad alta precisione, lo sfasamento con i pixel Sentinel 2 è dovuto a limiti di georeferenziazione per risoluzione a 10m.

PROGETTO MAPP

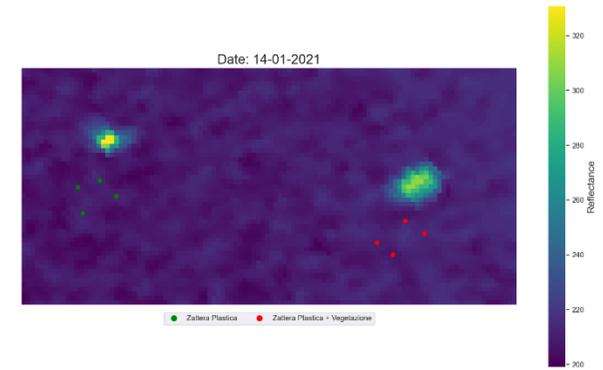
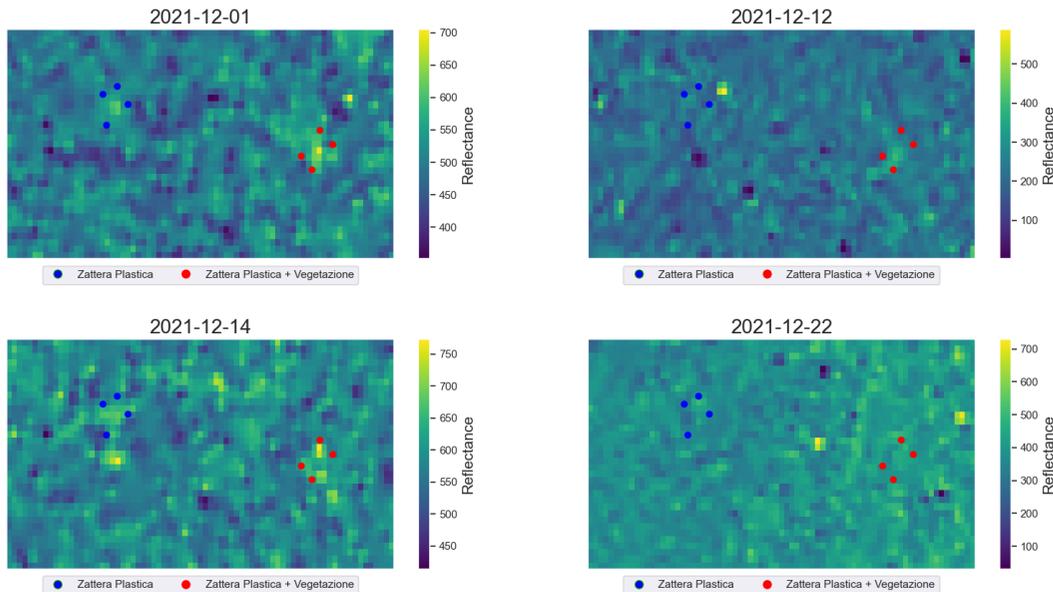
Ferrara, 19 Aprile 2024





Analisi riflettanza immagini satellitari

Planet NIR: B04



Planetek: B04

Planetek: 1 data
Conferma che nell'infrarosso le
zattere riflettono di più

Planet: 4 date
Nell'infrarosso vicino NIR, le zattere non si
distinguono dall'acqua

PROGETTO MAPP

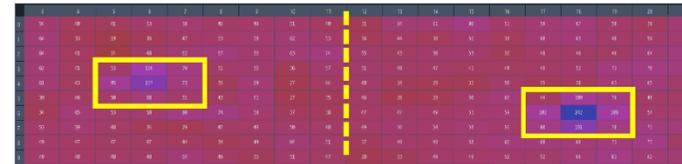
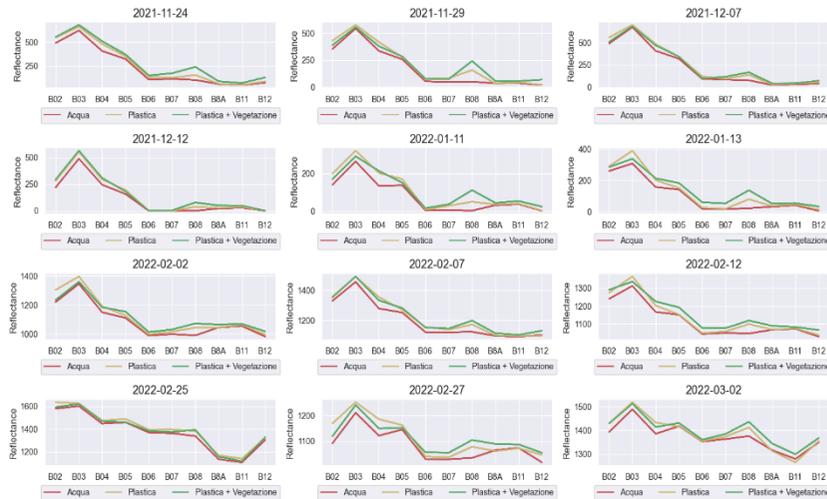
Ferrara, 19 Aprile 2024





Analisi firme spettrali delle zattere

Le due zattere sono state individuate attraverso la creazione di una maschera di dimensione 3x3 pixel attorno al massimo



La firma spettrale conferma che la banda 08 di Sentinel 2 riesce a discriminare acqua, plastica e plastica con vegetazione!
È un risultato di grande interesse scientifico, poiché finora non erano state realizzate applicazioni di questo tipo su corsi d'acqua





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation

Calibrazione del modello

Legenda

- 1 - Ponte Polesella (RO) (19/04/2018)
- 2 - Ponte S. Benedetto (MN) (24/10/2018)
- 3 - Ponte Isola Serafini (PC) (14/05/2019)
- 4 - Ponte Isola Serafini (PC) (22/06/2020)



Sono stati utilizzati accumuli di vegetazione e plastica in prossimità di 4 ponti per la calibrazione del modello rispetto a zattere naturali

L'indice NDWI è risultato il più efficace. Riesce a classificare e distinguere con buona precisione la presenza di zattere flottanti e a minimizzare i casi di “falsi positivi”



LOCALITA': Ponte Polesella (RO) DATA: 19/04/2018



LOCALITA': Ponte San Benedetto (MN) DATA: 24/10/2018



LOCALITA': Ponte Isola Serafini (PC) DATA: 24/05/2019



LOCALITA': Ponte Isola Serafini (PC) DATA: 22/06/2020

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024





Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



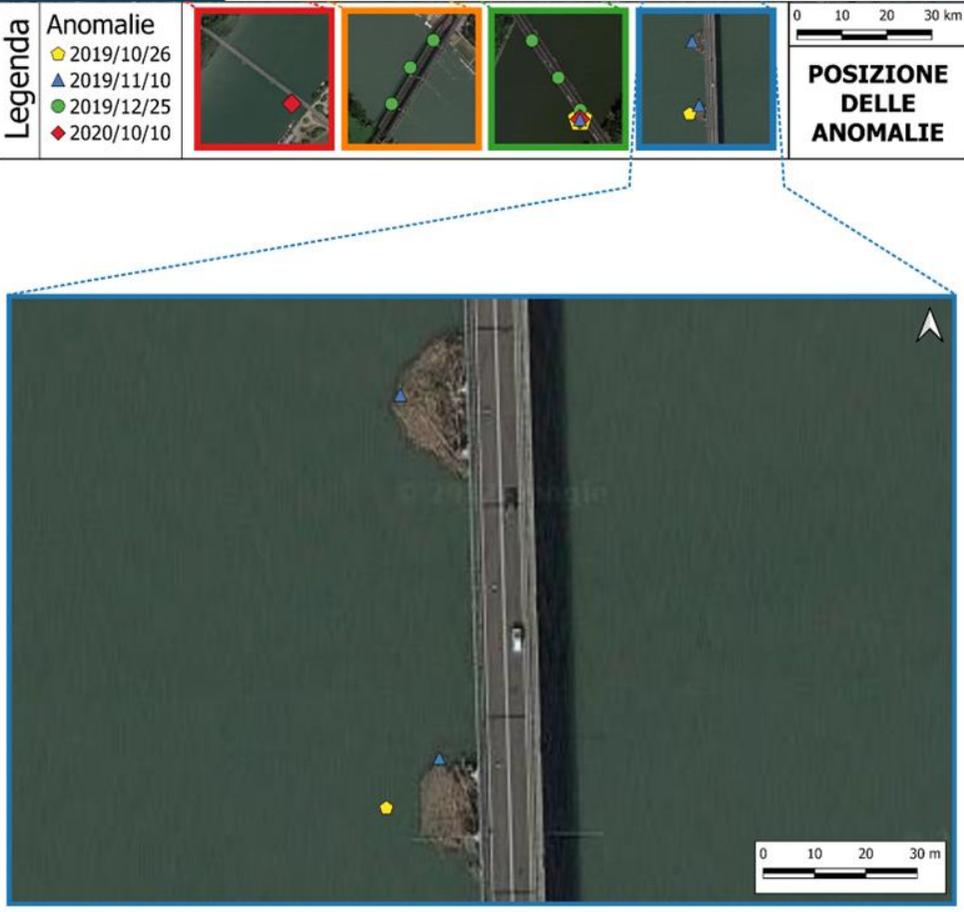
Progetto MAPP
Monitoraggio Applicato alle Plastiche nel Po



Sustainable Development Foundation

FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Applicazione all'asta del fiume



Sono state analizzate 4 date contraddistinte da elevate portate. Applicando l'indice NDWI sono state identificate alcune zattere flottanti presenti lungo l'asta del fiume

Nelle date scelte per l'analisi, sono state identificate alcune zattere flottanti, quasi tutte localizzate in corrispondenza delle pile dei ponti. Solo due zattere in alveo, una in vicinanza di Pontelagoscuro e l'altra a valle dello sbarramento idraulico di Isola Serafini.

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



CONCLUSIONI

*Analisi spettrale
dati satellitari*

- È possibile distinguere la presenza di **detrito legnoso misto a plastica** nel canale bagnato usando l'informazione spettrale dell'infrarosso attraverso Sentinel 2
- La quantità minima di materiale per essere identificato sono **aree di 100-150 mq**, dove la plastica può essere presente in quantità modiche ma diffuse
- Sono necessarie ulteriori sperimentazioni di campo per identificare con maggiore accuratezza la **presenza di plastica** nel detrito identificato da satellite
- Sembra che il fiume Po trasporti **un numero relativamente limitato** di zattere flottanti e che la maggior parte di esse vengano temporaneamente intercettate dalle pile in alveo dei ponti

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



RACCOMANDAZIONI

- **Replicare visual observation** - anche con nuove tecnologie - per confrontare risultati di annate con condizioni idrologiche differenti, e per aumentare la rappresentatività dei risultati (periodo analisi più lungo)
- **Ottenere informazioni sulle quantità e la composizione** dei rifiuti rimossi in corrispondenza dell'impianto della centrale idroelettrica di Isola Serafini per avere informazioni più di dettaglio sul composizione e settore di provenienza del *floating litter*
- **Ampliare il monitoraggio** ad altri corpi idrici del bacino in prossimità della foce
- **Effettuare sopralluoghi** in potenziali zone di accumulo identificate

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024



RACCOMANDAZIONI

- **Verificare** che le zone di accumulo identificate rimangano tali anche in presenza di **condizioni idrologiche meno anomale**
- **Applicare gli indici** su un numero maggiore di date, per migliorare l'identificazione della plastica all'interno delle zattere di vegetazione
- **Verificare sul campo la presenza di plastica** e altri materiali e correlare poi queste stime di campo con la riflettanza derivata dal satellite Sentinel 2

PROGETTO MAPP

Ferrara, 19 Aprile 2024

