



Analisi del problema con il modello  
DPSIR e impatto sanitario

*Annalaura Carducci*



Laboratorio di Igiene e Virologia Ambientale  
Dipartimento di Biologia

[annalaura.carducci@unipi.it](mailto:annalaura.carducci@unipi.it)

# RIFIUTI SPIAGGIATI

Per la maggior parte organico  
(legno, e altri residui vegetali)



**MA ANCHE**

**Plastica**



**Metallo**



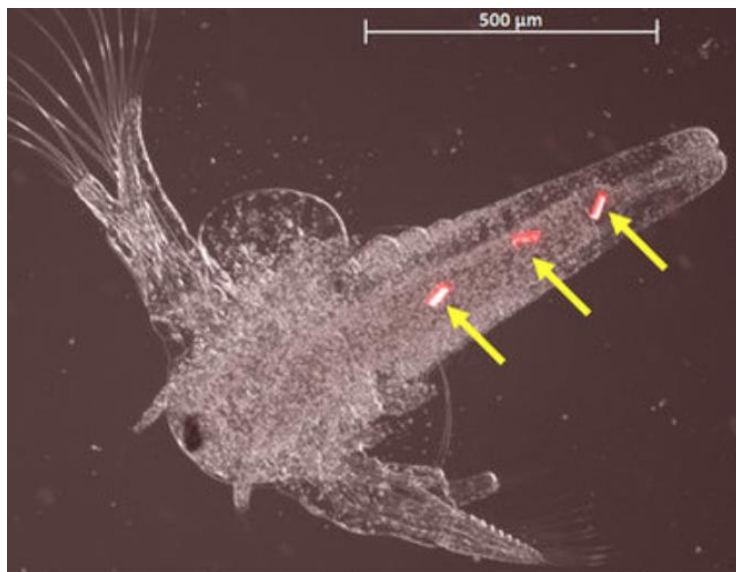
**Gomma**



# I DANNI

## ECOLOGICI

poco evidenti in spiagge ad alta frequentazione turistica, con ecosistema già alterato. Problemi alla microfauna da ingestione di microplastiche



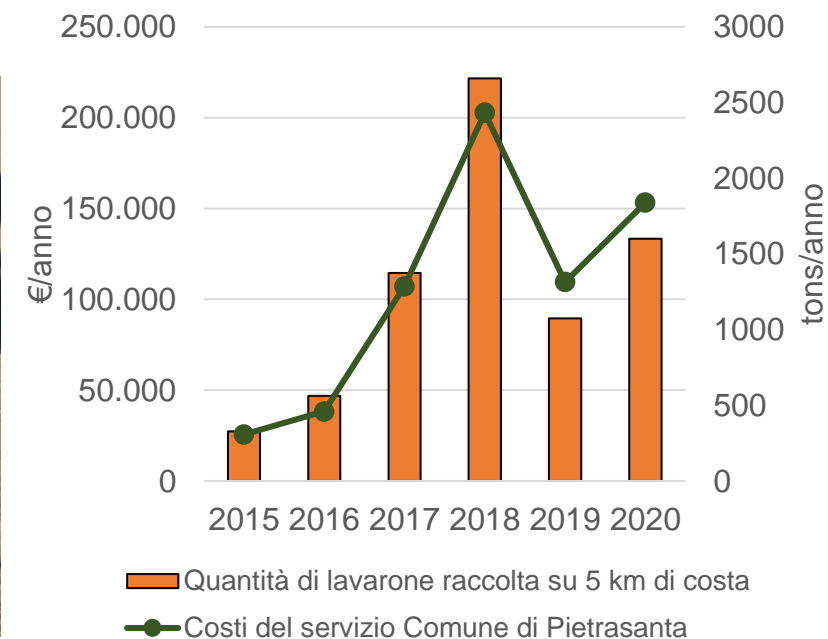
## SANITARI

contaminazione chimica o microbiologica del materiale spiaggiato e della sabbia, oltre all'acqua di mare. A rischio soprattutto i bambini

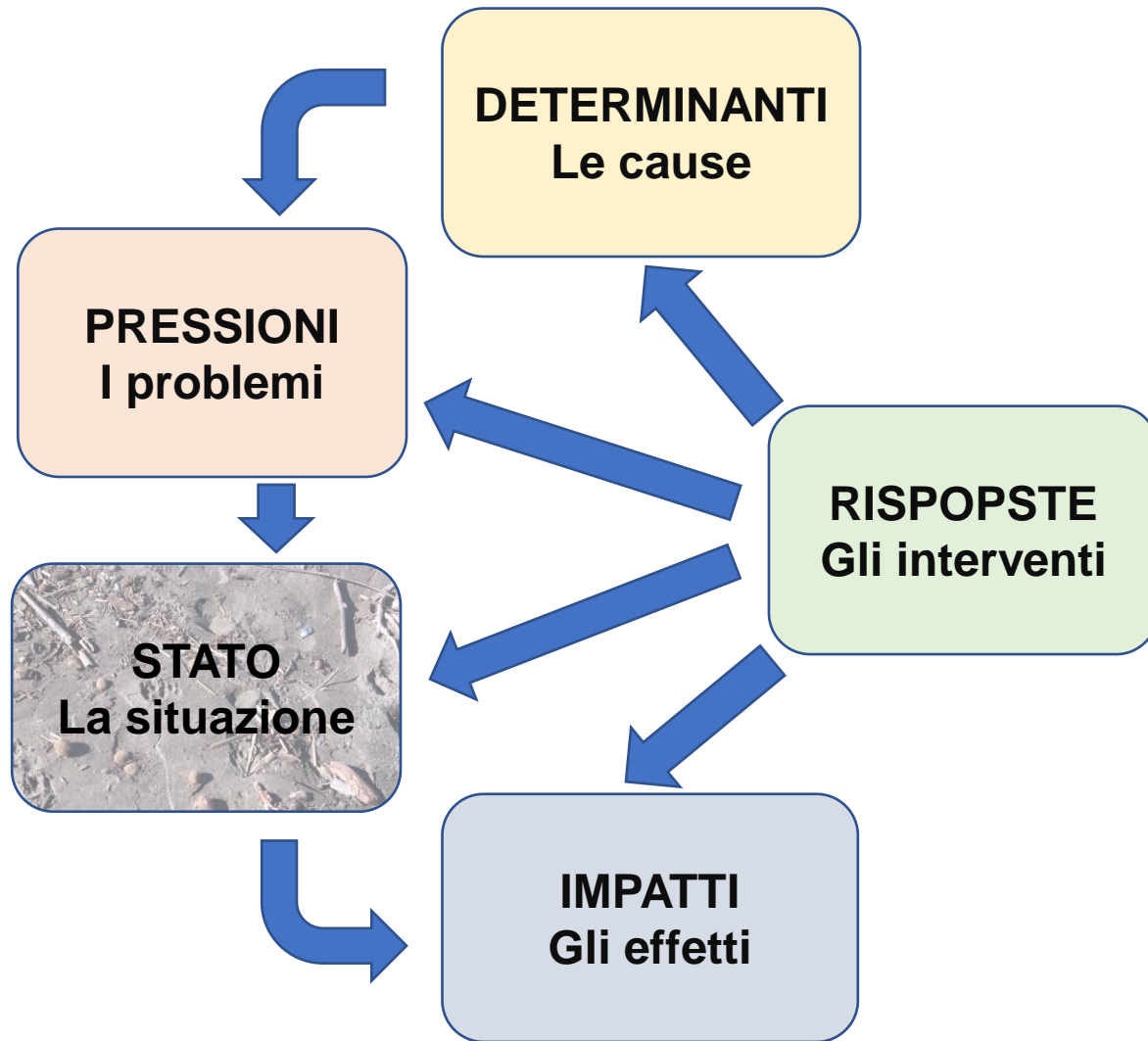


## ECONOMICI

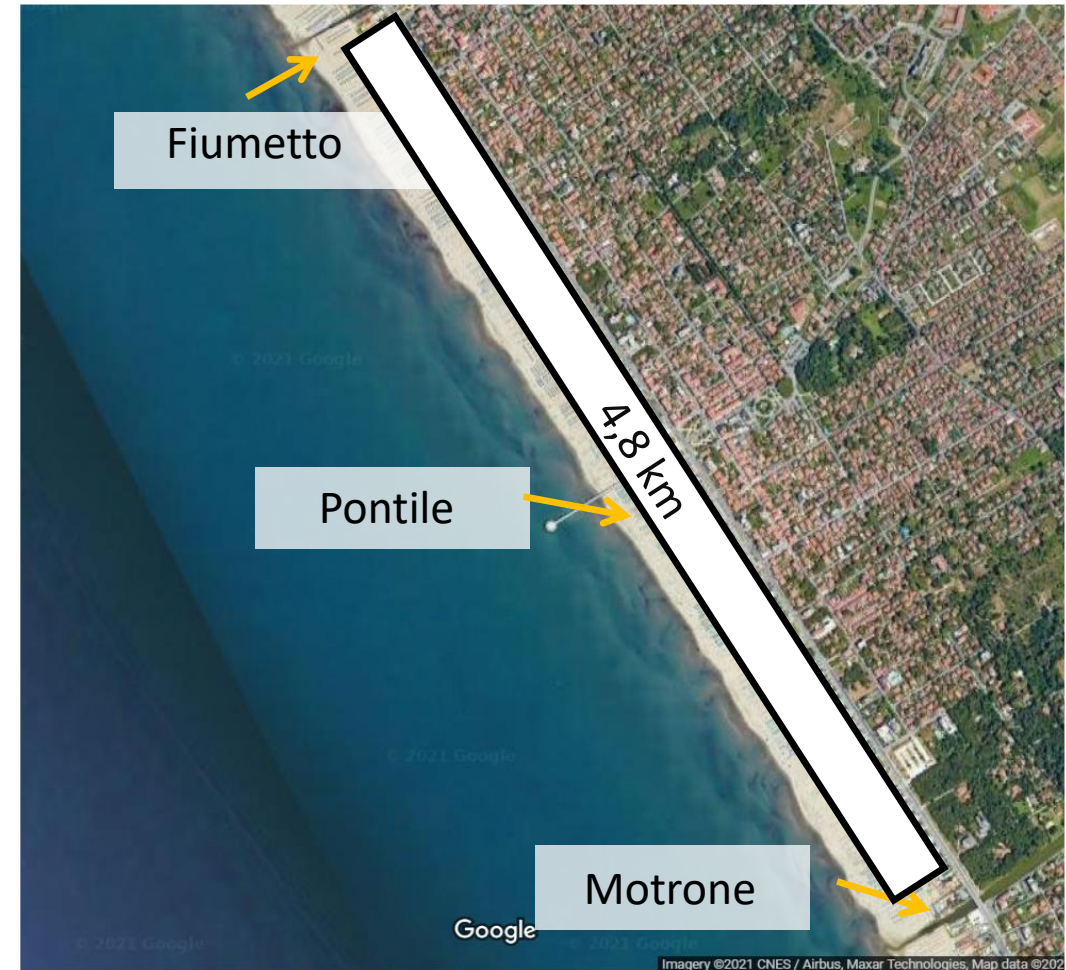
Problemi estetici che si ripercuotono sul turismo, costi di raccolta e smaltimento



# STUDIO DI UN PROBLEMA COMPLESSO: IL MODELLO DPSIR



## Applicazione al litorale versiliese



# IL PROGETTO: APPLICARE IL MODELLO DPSIR

## FINANZIAMENTO

**FONDAZIONE CASSA DI RISPARMIO DI LUCCA**  
**Bando 2019-2021 «Ricerca»**



## PARTNER

**Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa:** Laboratorio di Igiene e Virologia Ambientale e Unità di Ricerca di Biologia Marina ed Ecologia





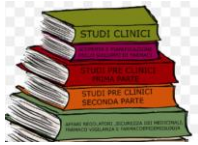



**Comune di Pietrasanta**



## STAKEHOLDER COLLABORATORI

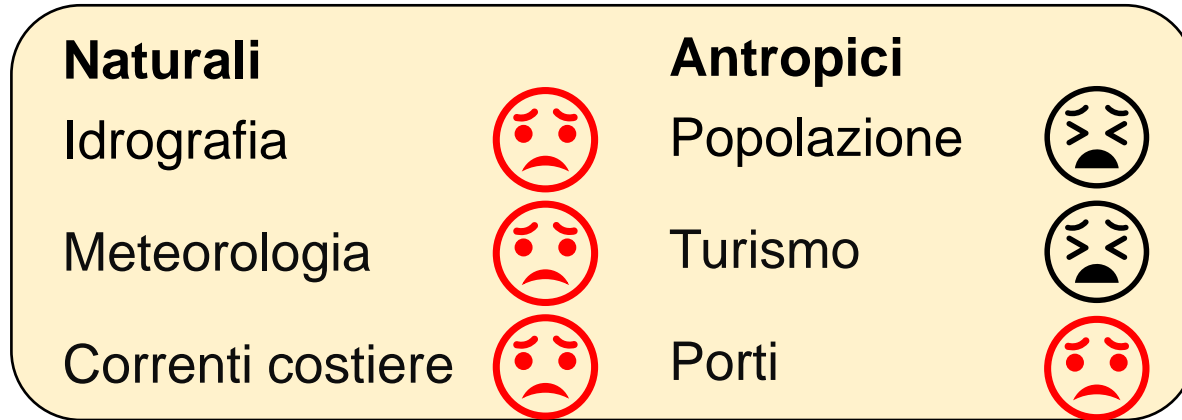


# LE FONTI DEI DATI

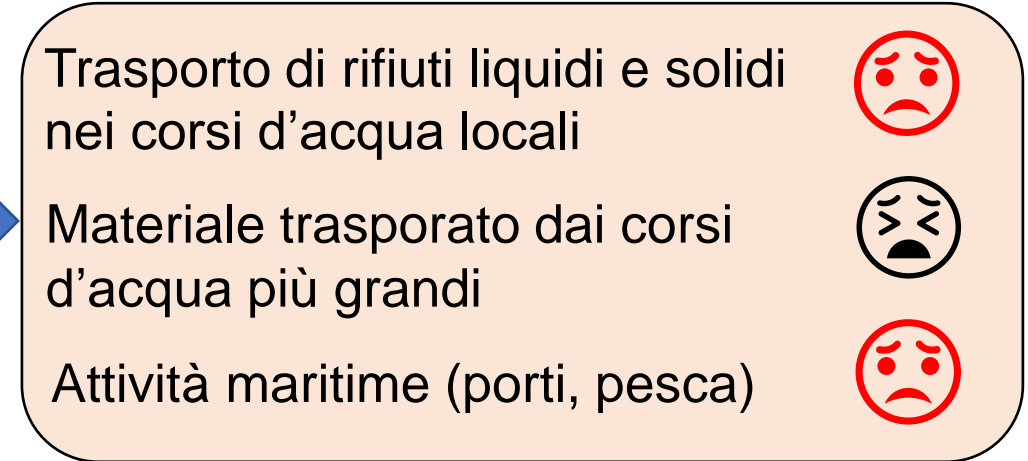
D P S I R	PUBBLICI			STAKEHOLDER	CAMPO	
	 DATABASE	 RAPPORTI	 PUBBLICAZIONI	 DATABASE	 INTEVISTE	 PRELIEVI, ANALISI
	X	X	X			
	X	X	X	X	X	
	X			X		X
			X	X		
			X	X		

# IL MODELLO DPSIR: APPLICAZIONE ALL'AREA IN STUDIO

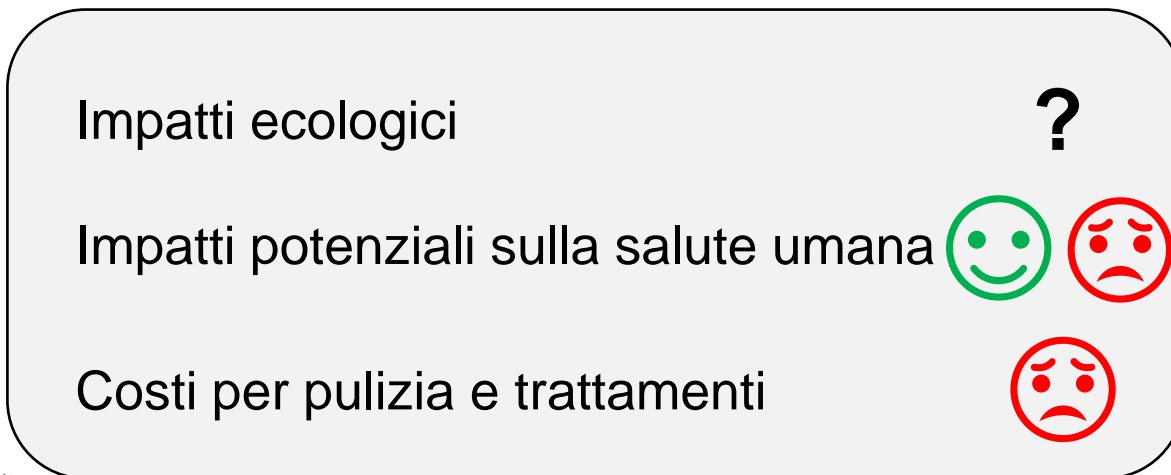
## DETERMINANTI



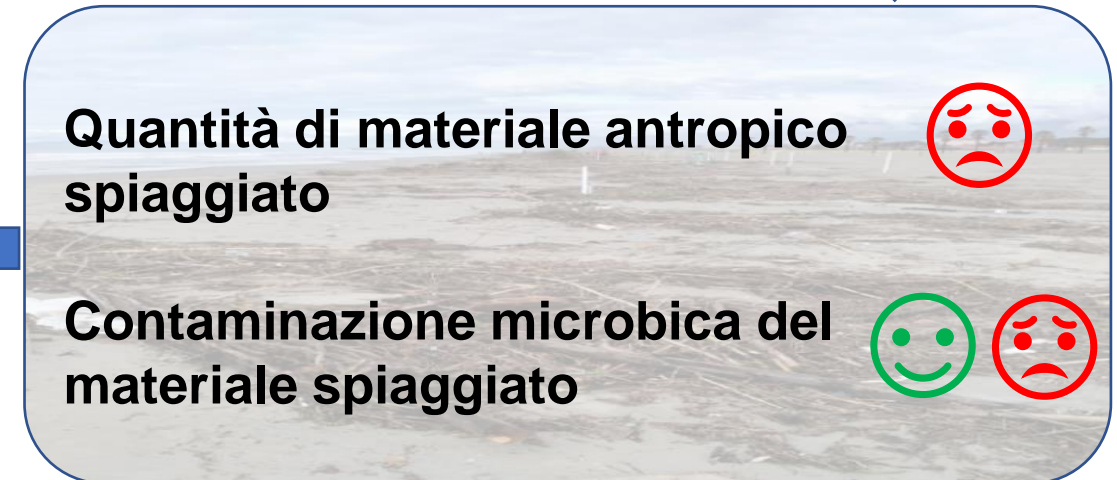
## PRESSIONI



## IMPATTI



## STATO



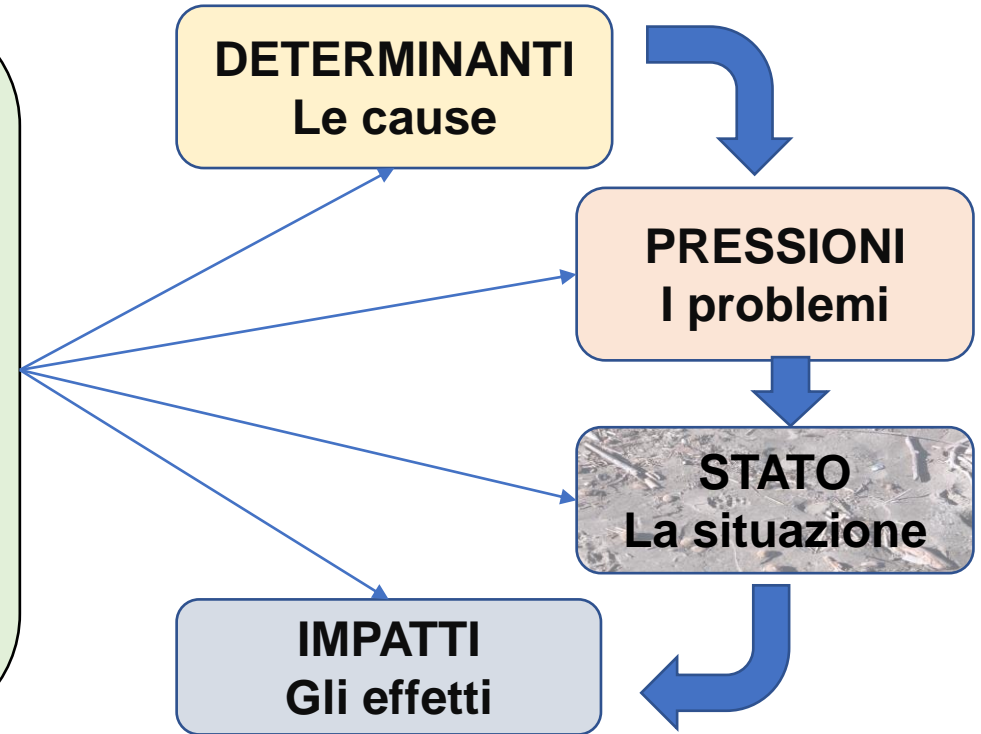
# RISPOSTE

## RISPOSTE LOCALI

**Pulizia continuativa delle spiagge**  
**Raccolta e trattamento del materiale spiaggiato**  
**Divieto plastiche negli stabilimenti balneari**  
**Raccolta lungo canali (idrovoce e barriere)**  
**Depurazione dei liquami, reti fognarie**  
**Educazione e coinvolgimento dei cittadini**

### IMPORTANTI, MA NON SUFFICIENTI

- **Necessari interventi sui fattori modificabili su scala più ampia: regionale, nazionale, internazionale**
- **Sinergie fra istituzioni, enti, aziende**
- **Soluzioni tecniche**





# UN MODELLO DA ESPORTARE?

## MULTIDISCIPLINARIETÀ

**Ecological Indicators**  
Contents lists available at ScienceDirect  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ecolind](http://www.elsevier.com/locate/ecolind)  
Original Articles  
Beach pollution from marine litter: Analysis with the DPSIR framework (driver, pressure, state, impact, response) in Tuscany, Italy  
Ileana Federigi<sup>a,b</sup>, Elena Balestri<sup>b</sup>, Alberto Castelli<sup>b</sup>, Davide De Battisti<sup>b,c</sup>, Ferruccio Maltagliati<sup>b</sup>, Virginia Menicagli<sup>b,d</sup>, Marco Verani<sup>b</sup>, Claudio Lardicci<sup>d,e</sup>, Annalaura Carducci<sup>b</sup>

**Science of the Total Environment**  
Contents lists available at ScienceDirect  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)  
Impact of storms and proximity to entry points on marine litter and wrack accumulation along Mediterranean beaches: Management implications  
Virginia Menicagli<sup>a,b</sup>, Davide De Battisti<sup>a</sup>, Elena Balestri<sup>a,b</sup>, Ileana Federigi<sup>c</sup>, Ferruccio Maltagliati<sup>b</sup>, Marco Verani<sup>b</sup>, Alberto Castelli<sup>a</sup>, Annalaura Carducci<sup>a,d</sup>, Claudio Lardicci<sup>b,d,e</sup>

**Marine Pollution Bulletin**  
Contents lists available at ScienceDirect  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/marpolbul](http://www.elsevier.com/locate/marpolbul)  
Virus contamination and infectivity in beach environment: Focus on sand and stranded material  
Annalaura Carducci<sup>b</sup>, Ileana Federigi<sup>a,b</sup>, Elena Balestri<sup>b</sup>, Claudio Lardicci<sup>d,e</sup>, Alberto Castelli<sup>b</sup>, Ferruccio Maltagliati<sup>b</sup>, Hongrui Zhao<sup>b</sup>, Virginia Menicagli<sup>b,d</sup>, Rossella Valente<sup>a</sup>, Davide De Battisti<sup>b</sup>, Marco Verani<sup>a</sup>

## SINERGIA FRA ENTI

Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca

Comune di Pietrasanta

IN SUPREMÆ DIGNITATIS 1343 DIPARTIMENTO di BIOLOGIA

RETIAMBIENTE

mare CONSORZIO Versilia MARINA DI PIETRASANTA

Ente di Servizio CONSORZIO 1 TOSCANA NORD

GAIA SERVIZI IDRICI

ARPAT Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana

GUARDIA COSTIERA



Studio microbiologico di campo

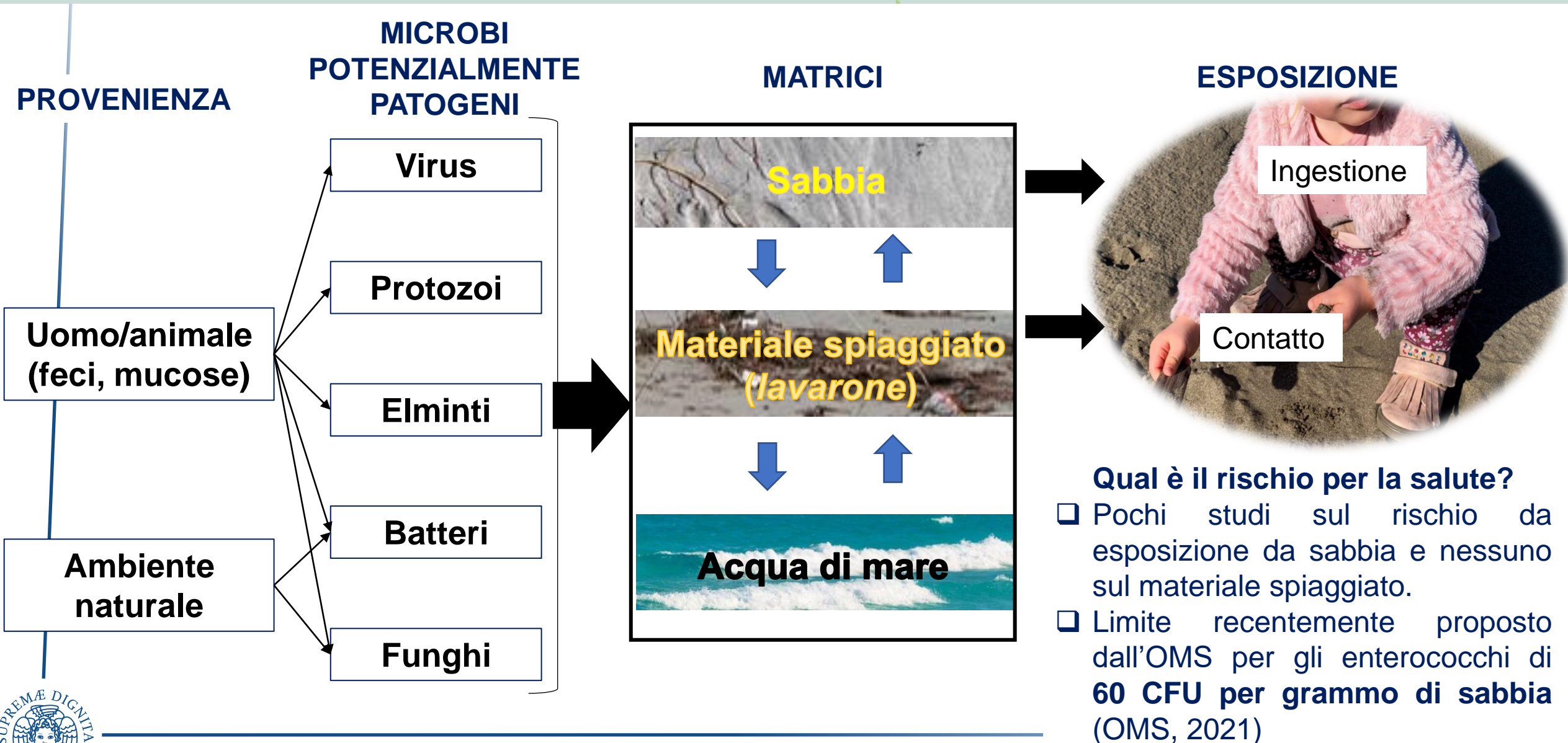
*Ileana Federigi*



Laboratorio di Igiene e Virologia Ambientale  
Dipartimento di Biologia

[ileana.federigi@unipi.it](mailto:ileana.federigi@unipi.it)

# MICROORGANISMI SULLA SPIAGGIA

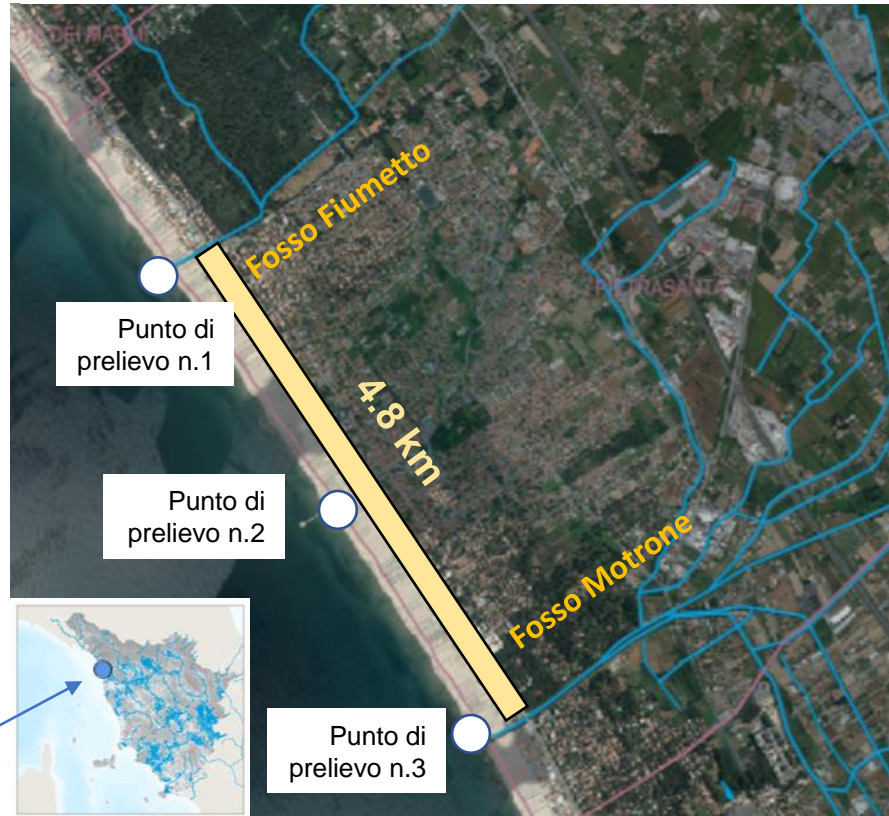


## Qual è il rischio per la salute?

- ❑ Pochi studi sul rischio da esposizione da sabbia e nessuno sul materiale spiaggiato.
- ❑ Limite recentemente proposto dall'OMS per gli enterococchi di **60 CFU per grammo di sabbia** (OMS, 2021)

# CAMPIONAMENTO E PARAMETRI

## Punti di prelievo



## Periodo (1 anno)

Agosto 2020 – Agosto 2021

## Campioni (mensili)

Acqua di mare: 10 L

Materiale spiaggiato: 150 g

Sabbia sottostante: 150 g

*Campioni composti  
(3 sotto-campioni per  
ogni punto di prelievo)*

## Parameteri

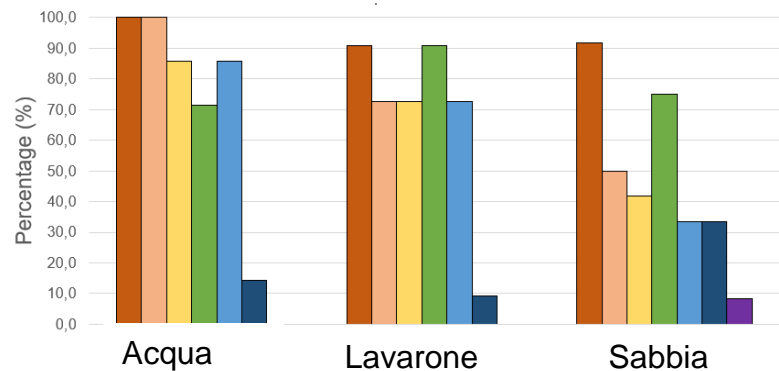
- Indicatori di contaminazione fecale: Coliformi totali, *E. coli*, enterococchi intestinali, colifagi somatici
- Funghi
- Virus: Adenovirus, Enterovirus, Norovirus, SARS-CoV-2

**Numero di campioni: 19 acqua di mare, 33 materiale spiaggiato, 36 sabbia**

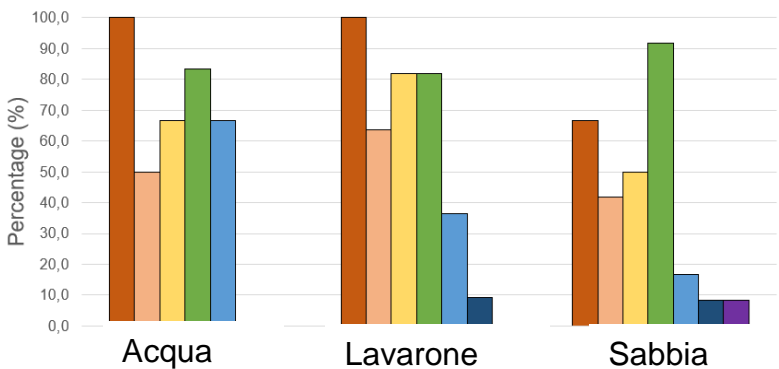
# RISULTATI DELLO STUDIO (1)

## Differenze spaziali nella contaminazione microbiologica

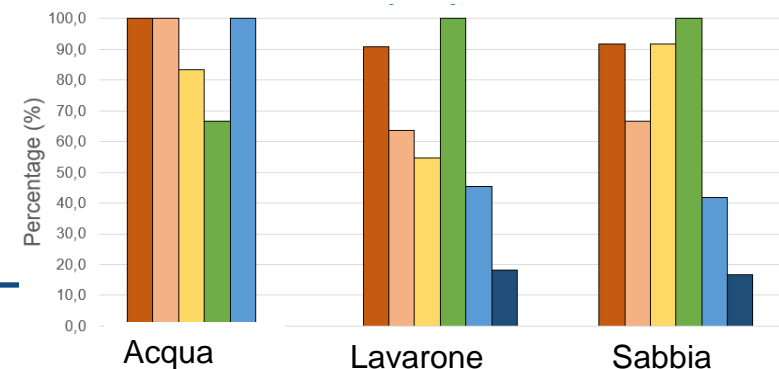
- Coliformi
- *E. coli*
- Enterococchi
- Funghi
- Colifagi
- Adenovirus
- Enterovirus



**Valori più alti per batteri fecali e virus rispetto al punto 2  
= Funghi**



**Valori più bassi per batteri fecali e virus rispetto ai punti 1 e 3  
= Funghi**



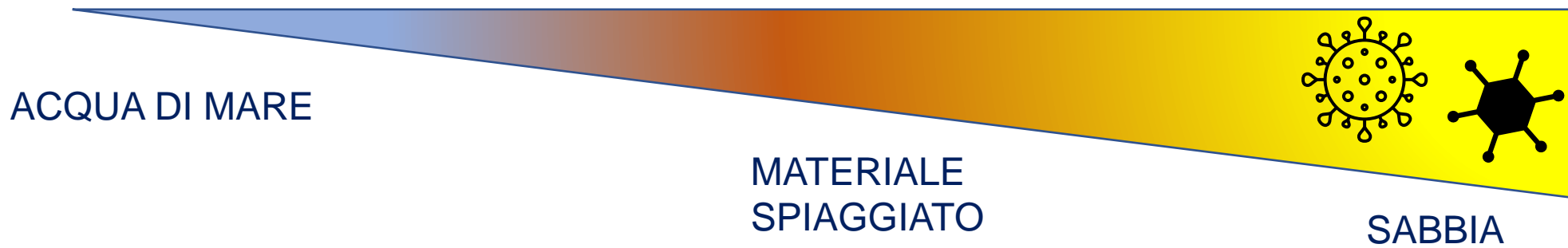
**Valori più alti per batteri fecali e virus rispetto al punto 2  
= Funghi**



# RISULTATI DELLO STUDIO (2)

## Differenze nella contaminazione microbiologica in base al tipo di campione

- Batteri fecali
- Funghi



- Adenovirus (12/88 campioni)
- Enterovirus (2/88 campioni)

I virus di cui sono state rilevate tracce di genoma **non erano vitali** (non erano capaci di dar luogo a infezione)

# CONCLUSIONI

- La sabbia ed il materiale spiaggiato sono contaminati da microorganismi di provenienza naturale (funghi) ed umana (batteri fecali e virus).
- I corsi d'acqua locali sono responsabili della contaminazione fecale anche del materiale spiaggiato e della sabbia
- I livelli degli enterococchi sono inferiori al limite OMS e l'infettività virale non è stata rilevata: rischio di infezione basso nell'area di studio
- Il materiale spiaggiato viene continuamente rimosso durante la stagione estiva, dunque il rischio per la salute si può ritenere trascurabile

# GRAZIE A:



Comune di  
Pietrasanta



Collegi e collaboratori del Dipartimento di Biologia

Ing. Sara Benvenuto, Ing. Roberta Russo

Dott.ssa Melania Spampinato



*A. Carducci – I. Federigi*