Interreg
MARITTIMO–IT FR–MARITIME
Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
GEREMIA

Martedì 20 luglio 2021/Marti 20 juillet 2021

Definizione di un indice integrato per la qualità delle acque portuali
Définition d'un indice intégré pour la qualité des eaux portuaires

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Maria Elena Piccione e David Pellegrini

ISPRA
Sezione sperimentale per la valutazione integrata del rischio ecologico in aree marino-costiere, Livorno

Le acque portuali sono da sempre considerate fonte di pressione sugli ambienti circostanti e pertanto ad oggi ancora escluse dalla classificazione dei corpi idrici costieri

Convenzione di Barcellona 1976
L. 979/82 e D.Lgs.152/99
Monitoraggio chimico
Obiettivo: prevenire, combattere ed eliminare l'inquinamento dell'area del Mar Mediterraneo

Decreto Legislativo 152/99

Indice dello stato di trofia (TRIX)

- **Ossigeno disciolto**
- **Nutrienti (fosforo totale e azoto inorganico disciolto)**
- **Clorofilla a**

- **Quadro non esaustivo**
- **Riferito solo alla matrice acquosa, non considera i sedimenti marini e il biota**

Armonizzazione europea dei sistemi di classificazione ecologica
Effetto delle pressioni e degli impatti sull'ecosistema

WFD 2000/60
Obiettivo:
raggiungimento **buono stato ecologico**

MSFD 2008
Obiettivo:
raggiungimento **buono stato ambientale**

D.Lgs. 152/2006
Codice dell'Ambiente e correttivi secondo D.lgs 04/2008

A livello europeo, nonostante l'introduzione del concetto di "stato ecologico" dei corpi idrici, non vi è alcun riferimento all'analisi di rischio ecologico

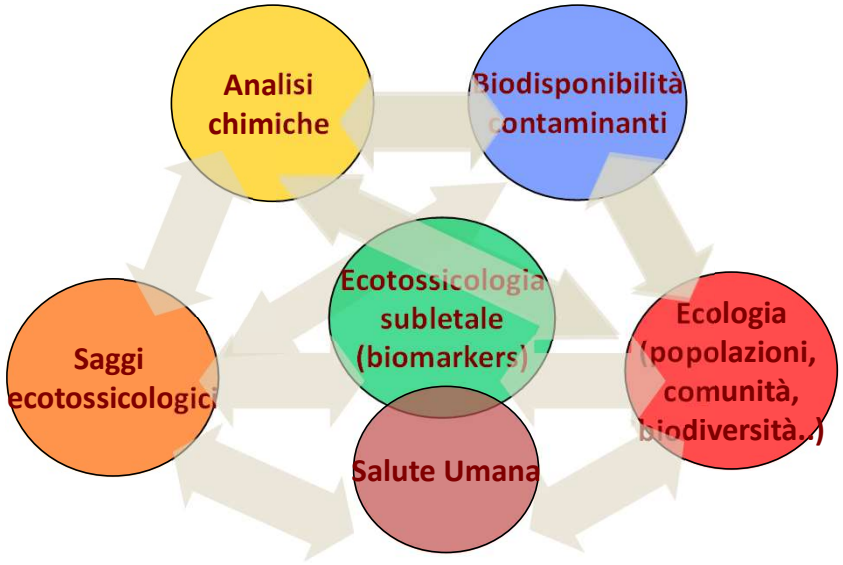
A livello nazionale le indagini biologiche e tossicologiche, sebbene contemplate in alcuni riferimenti o linee guida, non sono tuttavia inquadrate in un approccio multidisciplinare integrato o rivolto all'analisi di rischio ecologico

Giudizio di qualità ambientale Integrato

Approccio multidisciplinare WOE (Weight of Evidence):

Modello concettuale basato sull'integrazione di differenti linee di evidenza (WOE) costruite su parametri chimico-fisici, ecotossicologici e biologici

Attribuzione di un peso alle diverse linee di evidenza e ai singoli fattori all'interno di ciascuna linea di evidenza



Inquinamento chimico e fisico

Effetto degli inquinanti sul comparto biotico

Biodiversità

Caratterizzazione del rischio ecologico

Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

GEREN

Scelta delle indagini ambientali necessarie per la costruzione dell'indice integrato

	LINEE DI EVIDENZA	PARAMETRI	SPECIFICHE	N° STAZIONI	CAMPAGNE DI MISURA			
					La Spezia	Olbia	Tolone	Genova
SEDIMENTI	Analisi chimico-fisiche	Granulometria	ghiaia (> 2 mm); sabbia (2 mm < x < 0,063 mm); pelite (silt: 0,063 mm < x < 0,004 mm + argilla: < 0,004 mm).	3	2	2	2	2
		Metalli	As, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (Cr VI, V, Al, Fe parametri aggiuntivi da valutare caso per caso)	3	2	2	2	2
		Idrocarburi policlici aromatici	Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria	3	2	2	2	2
		Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria	3	2	2	2	2
		Composti organostannici	Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro Sommatoria	3	2	2	2	2
		Pesticidi organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, Endrin, alfa–HCH, beta–HCH, gamma–HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido	3	2	2	2	2
	Saggi biologici ex situ	batteria di 3 saggi	Vibrio fishery su fase solida, crescita algale, paracentrotus lividus embriotossicità	3	2	2	2	2
COLONNA D'ACQUA	Analisi chimiche	Ricerca dei metalli nella frazione disciolta		3	2	2	2	2
		DGT - metalli		3				
	Bioaccumulo mitili	Metalli	As, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (Cr VI, V, Al, Fe aggiuntivi)	3	2	2		2
		Idrocarburi policlici aromatici	Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria	3	2	2		2
		Policlorobifenili	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria	3	2	2		2
		Composti organostannici	Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro Sommatoria	3	2	2		2
		Pesticidi organoclorurati	Aldrin, Dieldrin, Endrin, alfa–HCH, beta–HCH, gamma–HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido	3	2	2		2
	Biomarker mitili		Metallo tioneine, sistema neurotossicità (acetilcolinesterasi), danno DNA (micronuclei), sistema lisosomiale, sistemi immunitari, in aggiunta sistemi ossidanti, proliferazione perossisomiale)	3	2	2		2
	Bioaccumulo pesci	metalli	As, Cd, Cr tot, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn (Cr VI, V, Al, Fe aggiuntivi)		2	2		2
		organici	IPA e forse Organostannici		2	2		2
	Biomarker pesci		Sistema di biotrasformazione citocromo P450, micronuclei e indici istopatologici di branchia e fegato		2	2		2
	Parametri complementari di supporto, specifici per singola area	nutrienti (DOC,TN,PO4)		3	2	2	2	2
		CTD		3	2	2	2	2
		TSS - torbiltà		3	2	2	2	2
		TOC		3	2	2	2	2
		flew cytometry		3	2	2	2	2
		ADCP (correntometro)		3	2	2	2	2

SEDIMENTI

Analisi granulometriche

Analisi chimiche

Saggi biologici ex situ

COLONNA D'ACQUA

Analisi chimiche

Bioaccumulo mitili

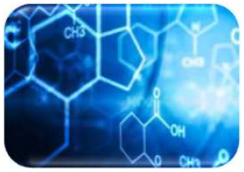
Biomarker mitili

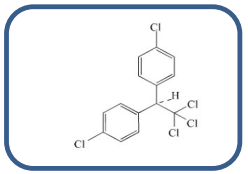
Biomarker pesci

Parametri complementari

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Sedimento





Comparto conservativo
In ambienti portuali i sedimenti sono spesso contaminati da inquinanti legati ad attività antropiche

Linee di evidenza

Analisi chimiche (LOE 1)

- Granulometria (parametro aggiuntivo)
- Elementi in traccia
- Idrocarburi Policiclici aromatici
- Policlorobifenili
- Composti organostannici
- Pesticidi organoclorurati

Batteria di Saggi biologici (LOE 5)

- Saggio di inibizione della bioluminescenza con il batterio *Alivibrio fischeri*
- Saggi di inibizione della crescita con l'alga unicellulare *Phaeodactylum tricornutum*
- Saggio di embriotossicità con l'echinoderma *Paracentrotus lividus*

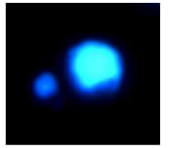
Colonna d'Acqua

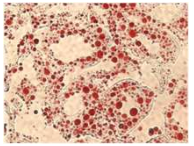
Comparto dinamico soggetto a maggiore variabilità

Linee di evidenza

Analisi chimiche (LOE 2)

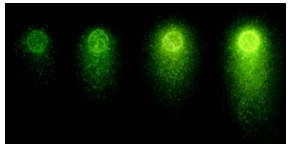
- Metalli in traccia nella frazione disciolta
- Accumulatori passivi DGT
- Parametri complementari (nutrienti, conducibilità, torbidità, solidi sospesi, TOC, etc.)
- Correntometria per lo studio della circolazione delle acque





Bioaccumulo mitili e pesci (LOE 3)

Biomarker mitili e pesci (LOE 4)



Comunità bentoniche (LOE 6)

- Indice AMBI

Definizione del Piano di Monitoraggio per ciascun porto pilota

- Matrici indagate: sedimento, acqua e biota
- Stazioni di campionamento rappresentative di un gradiente di impatto antropico
- Programmazione delle campagne di monitoraggio in stagioni diverse

Porti pilota

Tolone

https://www.flickr.com/photos/micheledesimone/2135743934

Genova

https://www.ilnuovocantiere.it/per-la-diga-foranea-appalto-tra-due-anni/

La Spezia

http://www.ecodisavona.it/la-spezia-bagliore-e-boato-ieri-sera

Olbia

https://marinas.com/view/harbor/ygtzqm_Olbia_Harbor_Olbia_Harbor_Italy

Interreg
UNIONE EUROPEA
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
GEREMIA

Stazioni di monitoraggio

Tolone

Genova

La Spezia

Olbia

Campagne di monitoraggio

	2017		2018												2019										
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tolone																★							★			
Genova														★					★							
La Spezia	★																		★					★		
Olbia								★											★						★	

★ Capitalizzazione risultati campagne di monitoraggio Progetto Se.D.Ri.Port.

★ Campagne di monitoraggio Progetto GEREMIA

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Interreg
UNIONE EUROPEA
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
GEREMIA

Analisi chimiche sedimenti (LOE 1)

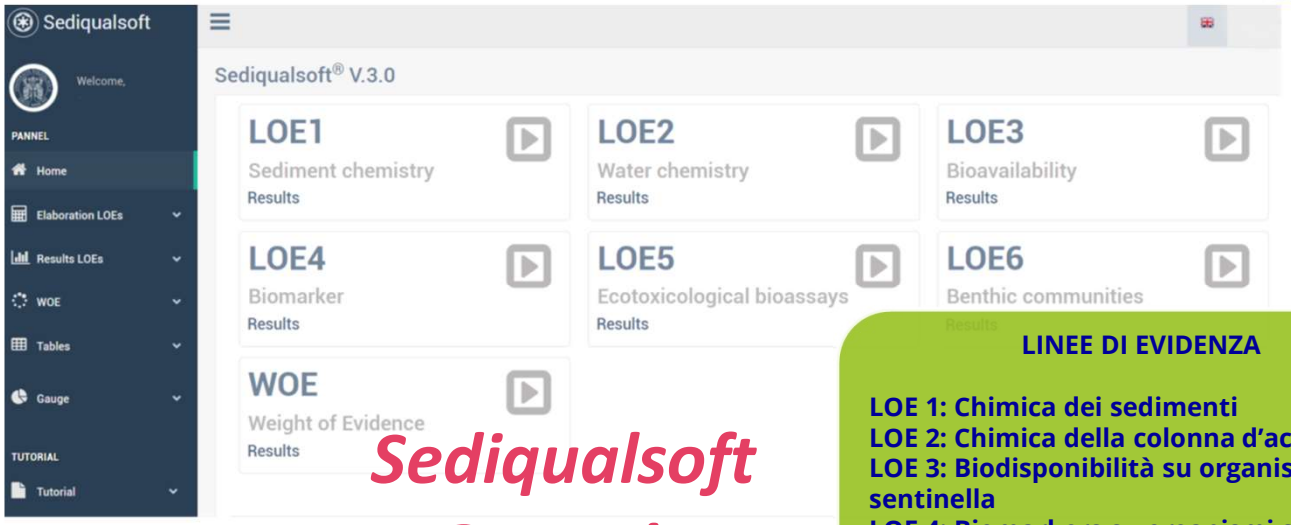
Bioaccumulo mitili (LOE 3)

Saggi ecotossicologici (LOE 5)

Bioaccumulo pesci (LOE 3)

La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Interreg
MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
GEREMIA



Sediqualsoft Geremia

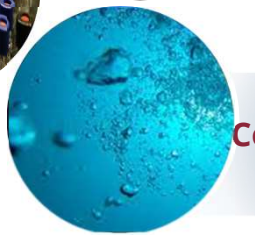
LINEE DI EVIDENZA

LOE 1: Chimica dei sedimenti
LOE 2: Chimica della colonna d'acqua
LOE 3: Biodisponibilità su organismi sentinella
LOE 4: Biomarkers su organismi sentinella
LOE 5: Saggi biologici
LOE 6: Analisi della comunità bentonica

Analisi chimiche

Sedimenti

LOE 1

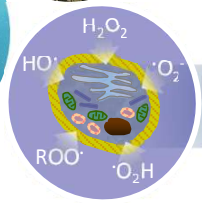


Colonna d'acqua

LOE 2

Bioaccumulo

LOE 3



Biomarkers

LOE 4

Test ecotossicologici

LOE 5

Analisi comunità bentoniche

LOE 6

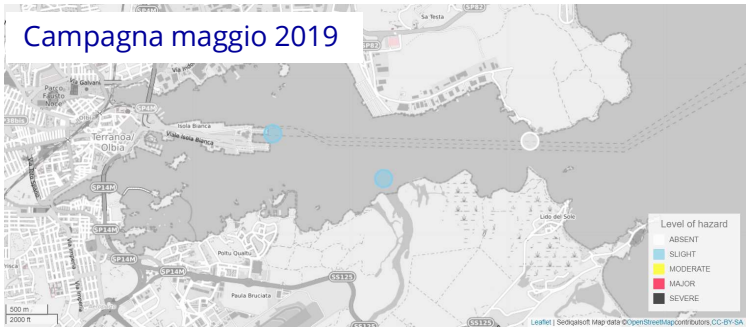
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au cœur de la Méditerranée

Porto di Olbia

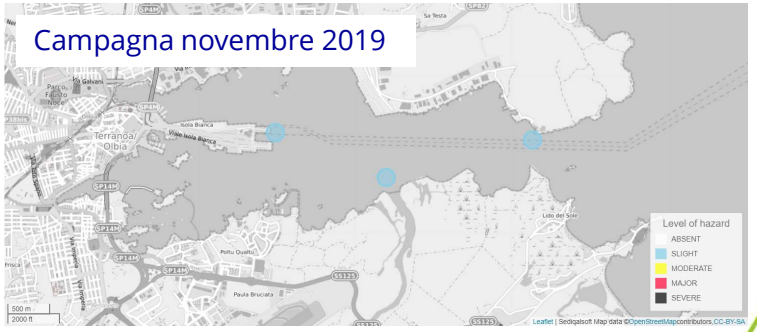
Sito	Campagna	LIVELLO DI PERICOLO chimico sedimenti LOE 1	chimico colonna d'acqua LOE 2	bioaccumulo LOE 3	biomarker LOE 4	saggi ecotossicologici LOE 5	comunità bentoniche LOE 6	WOE
Banchina Isola Bianca	I (giugno 2018)	ASSENTE		BASSO		ASSENTE		ASSENTE
Foce Padrongianus		ASSENTE		BASSO		ASSENTE		ASSENTE
Area esterna		ASSENTE		ASSENTE		ASSENTE		ASSENTE
Banchina Isola Bianca	II (maggio 2019)	ASSENTE		BASSO	BASSO	MEDIO	BASSO	BASSO
Foce Padrongianus		ASSENTE		BASSO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	BASSO
Area esterna		ASSENTE		ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	BASSO	ASSENTE
Banchina Isola Bianca	III (novembre 2019)	ASSENTE	MEDIO			ASSENTE		BASSO
Foce Padrongianus		ASSENTE	MEDIO			ASSENTE		BASSO
Area esterna		ASSENTE	MEDIO			ASSENTE		BASSO

Campagna giugno 2018 (Se.D.Ri.Port.)

Campagna maggio 2019



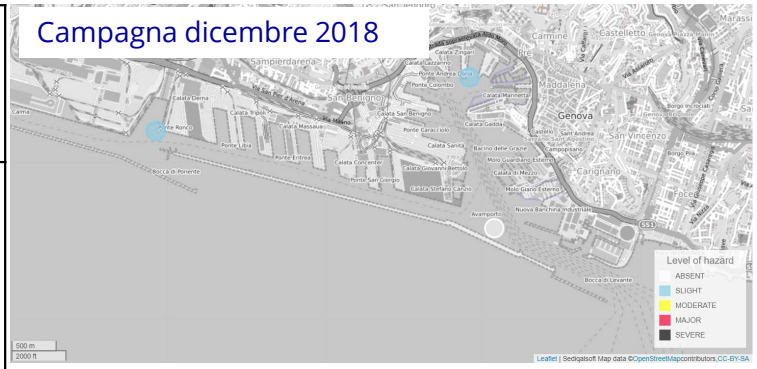
Campagna novembre 2019

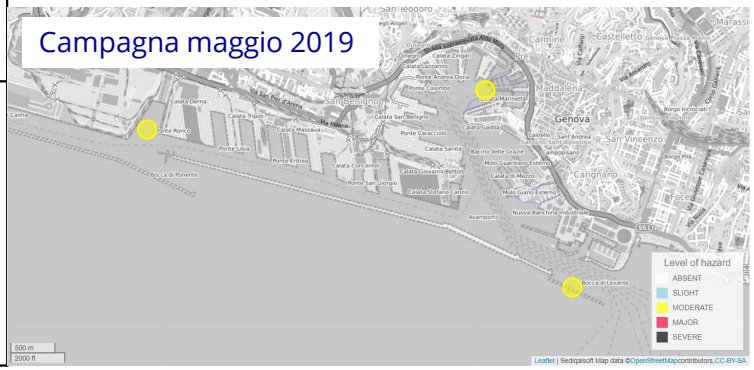


6 linee di evidenza

Porto di Genova

Sito	Campagna	LIVELLO DI PERICOLO chimico sedimenti LOE 1	chimico colonna d'acqua LOE 2	bioaccumulo LOE 3	biomarker LOE 4	saggi ecotossicologici LOE 5	WOE
Diga foranea imboccatura levante	I (dicembre 2018)	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE
Porto antico		BASSO	ASSENTE	MEDIO	BASSO	ASSENTE	BASSO
Foce Polcevera		MEDIO	ASSENTE			ASSENTE	BASSO
Diga foranea imboccatura levante	II (maggio 2019)	BASSO	ASSENTE	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Porto antico		ALTO	TRASCURABILE	MEDIO	MEDIO	ALTO	MEDIO
Foce Polcevera		MEDIO	ASSENTE	MEDIO	ALTO	ALTO	MEDIO

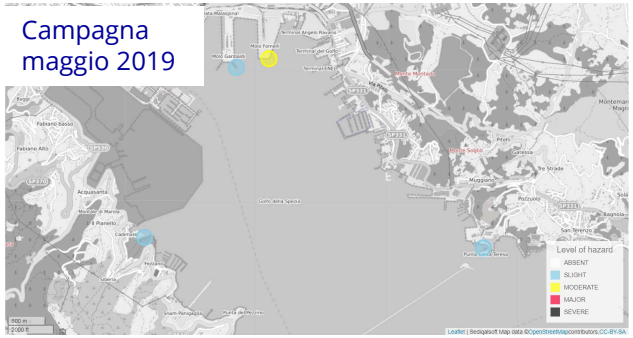


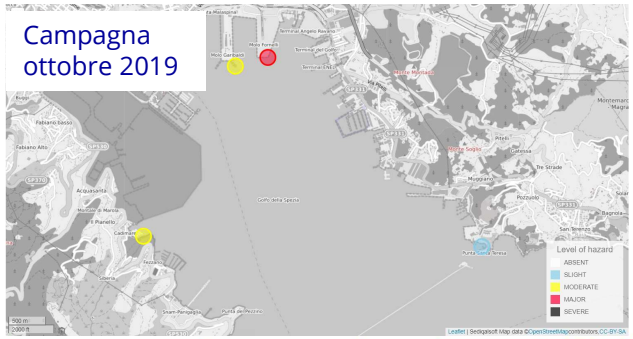


5 linee di evidenza

Porto di La Spezia

Sito	Campagna	LIVELLO DI PERICOLO					WOE
		chimico sedimenti LOE 1	chimico colonna d'acqua LOE 2	bioaccumulo LOE 3	biomarker LOE 4	saggi ecotossicologici LOE 5	
Molo Fornelli	I (novembre 2017)	ASSENTE		ALTO		ASSENTE	BASSO
Cadimare molo aeronautica militare		ASSENTE		ALTO		ASSENTE	BASSO
Centro Rada		ASSENTE				ASSENTE	ASSENTE
Imboccatura di levante		ASSENTE				ASSENTE	ASSENTE
Molo Fornelli	II (maggio 2019)	ALTO	ASSENTE	BASSO	ASSENTE	MOLTO ALTO	MEDIO
Cadimare molo aeronautica militare		MOLTO ALTO	BASSO	BASSO	BASSO	ASSENTE	BASSO
Centro Rada		MEDIO	ASSENTE		ASSENTE	ASSENTE	BASSO
Imboccatura di levante		MEDIO	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	BASSO
Molo Fornelli	III (settembre 2019)	ALTO		ALTO		MEDIO	ALTO
Cadimare molo aeronautica militare	III (ottobre 2019)	ALTO		MEDIO	BASSO	BASSO	MEDIO
Centro Rada		MEDIO			BASSO	BASSO	MEDIO
Imboccatura di levante		MEDIO		ASSENTE	ASSENTE	ALTO	BASSO





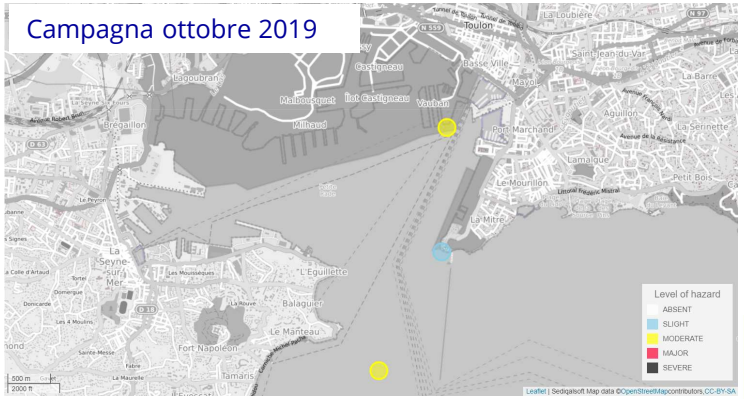
5 linee di evidenza

Porto di Tolone

Sito	Campagna	LIVELLO DI PERICOLO chimico sedimenti LOE 1	chimico colonna d'acqua LOE 2	saggi ecotossicologici LOE 5	WOE	
Banchina Corsica Ferries	I (febbraio 2019)	MOLTO ALTO	ASSENTE	ASSENTE	BASSO	
La Tour Royale		ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	
Impianti di mitilicoltura (Lazaret)		TRASCURABILE	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE	
Banchina Corsica Ferries	II (ottobre 2019)	MOLTO ALTO		ASSENTE	MEDIO	
La Tour Royale		MEDIO		ASSENTE	BASSO	
Impianti di mitilicoltura (Lazaret)		MEDIO		ASSENTE	MEDIO	

Campagna febbraio 2019

Campagna ottobre 2019



4 linee di evidenza

MEP1

Interreg MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
GEREMIA

Classe di rischio ecologico nelle 3 campagne

Porto	Sito	Classe di rischio Ecologico		
		I Campagna	II Campagna	III Campagna
Olbia	Banchina Isola Bianca	ASSENTE	BASSO	BASSO
	Foce Padrongianus	ASSENTE	BASSO	BASSO
	Area esterna	ASSENTE	ASSENTE	BASSO
Genova	Diga foranea imboccatura levante	ASSENTE	MEDIO	
	Porto antico	BASSO	MEDIO	
	Foce Polcevera	BASSO	MEDIO	
La Spezia	Molo Fornelli	BASSO	MEDIO	ALTO
	Cadimare molo aeronautica militare	BASSO	BASSO	MEDIO
	Centro Rada	ASSENTE	BASSO	MEDIO
	Imboccatura di levante	ASSENTE	BASSO	BASSO
Tolone	Banchina Corsica Ferries	BASSO	MEDIO	
	La Tour Royale	ASSENTE	BASSO	
	Impianti di mitilicoltura (Lazaret)	ASSENTE	MEDIO	

Diapositiva 16

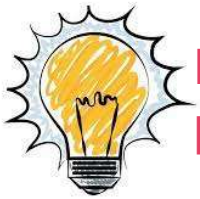
MEP1 Maria Elena Piccione; 16/07/2021

In conclusione:

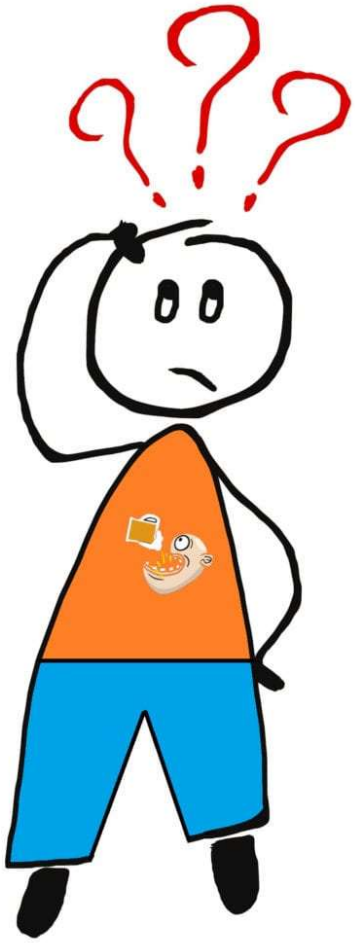
L'approccio WOE è fondamentale per caratterizzare la qualità dell'ambiente e valutare i possibili rischi a cui questo è sottoposto

Il modello WOE rappresenta uno strumento indispensabile per sintetizzare ed interpretare grandi moli di dati eterogenei (circa 4200 risultati per il porto di Olbia; circa 3600 risultati per il porto di Genova, circa 2300 risultati per il porto di La Spezia, circa 700 risultati per il porto di Tolone)

Il modello sviluppato a partire dal software attualmente utilizzato per la valutazione della qualità dei sedimenti marini da sottoporre a dragaggio (DM 173/16) è versatile, facilmente aggiornabile ed adattabile non solo alle diverse matrici indagate, ma anche a diversi contesti nazionali, transfrontalieri ed internazionali



Indice integrato per le acque portuali



Stabilire un criterio per la scelta delle LOE nelle differenti realtà portuali mantenendo un elevato livello di confrontabilità

© CanStockPhoto.com - csp20702658

Grazie per l'attenzione

Le attività di progetto sono state svolte grazie alla partecipazione del personale ISPRA

Maria Elena Piccione
David Pellegrini
Valentina Vitiello
Sara Dastoli
Margherita Secci
Isabella Buttino
Silvia Giuliani

Andrea Bianco
Fabiano Pilato
Gianluca Chiaretti
Davide Sartori
Alice Scuderi
Lorenzo Morroni
Stefano Ferrari

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

E grazie alla collaborazione con

ARPAL
Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Rosa Maria Bertolotto
Francesca Salini
Federico Gaino
Paolo Moretto
Riccardo Narizzano

Elena Smirnova
Marta Ferro
Fulvia Risso
U.O. Laboratorio LEVANTE
U.O. Laboratorio PONENTE

Università Politecnica delle Marche - DISVA

Francesco Regoli
Stefania Gorbi
Giuseppe D'Errico