



Il monitoraggio delle attività di bonifica e dragaggio

Maria Elena Piccione

ISPRA

Indice

1. Effetti sull'ambiente causati dall'attività di dragaggio
2. Dragaggio ambientale
3. Misure di mitigazione
4. Finalità del monitoraggio
5. Progettazione del monitoraggio
6. Strumenti di monitoraggio
7. Pitelli
8. Frequenza delle attività di monitoraggio
9. Elementi di supporto alle attività di monitoraggio
10. Problematiche

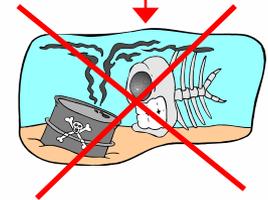
EFFETTI SULL'AMBIENTE CAUSATI DALL'ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

Comparto abiotico:
componente non
vivente di un
ambiente naturale

Comparto biotico:
componente vivente di
un ambiente naturale



MOVIMENTAZIONE DEI FONDALI MARINI



Quando i sedimenti sono contaminati, agli effetti di tipo prevalentemente fisico si aggiungono quelli causati dalla dispersione delle sostanze contaminanti presenti nei sedimenti

EFFETTI SULL'AMBIENTE CAUSATI DALL'ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

aumento della torbidità associata alla risospensione dei sedimenti

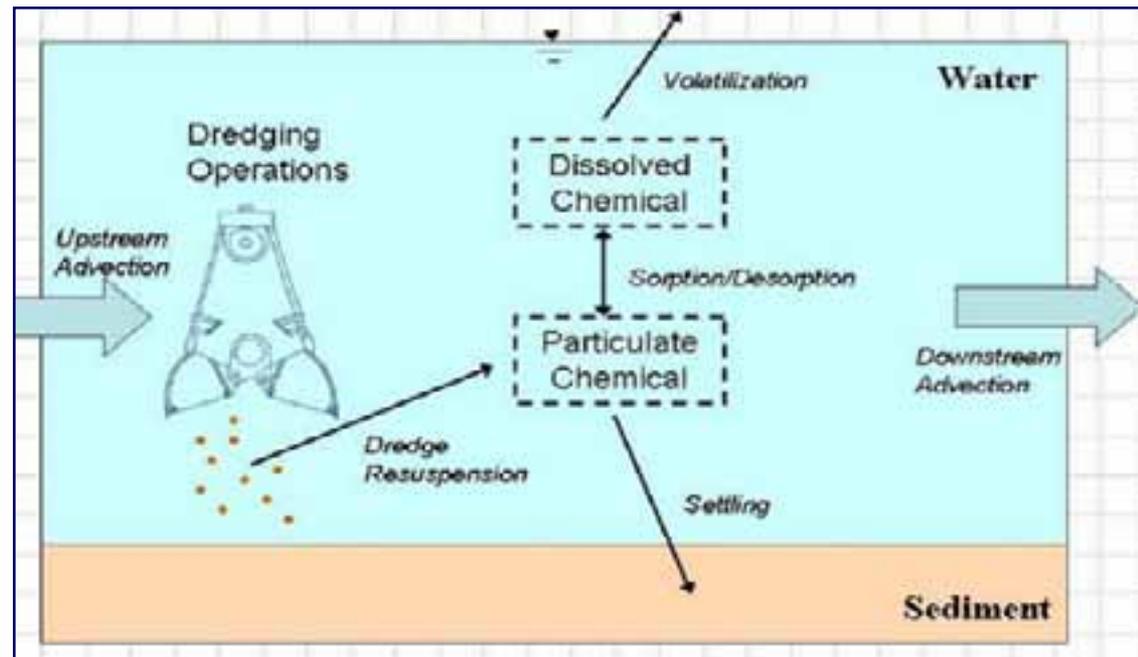
diminuzione temporanea della concentrazione di ossigeno disciolto nella colonna d'acqua

variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua

mobilitazione dei contaminanti associati alle particelle in sospensione

solubilizzazione di contaminanti in seguito al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche del sedimento

COMPARTO ABIOTICO



EFFETTI SULL'AMBIENTE CAUSATI DALL'ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

COMPARTO BIOTICO

Fisici sugli organismi e sulle biocenosi sensibili, causati dall'aumento della torbidità e della concentrazione di particelle di solidi in sospensione (diminuzione della penetrazione della luce e dell'attività fotosintetica; intrappolamento e trascinarsi sul fondo; aumento dell'attività di filtrazione; ricopertura; danni all'apparato respiratorio; abrasione dei tessuti; disturbo alle aree di nursery, etc.)

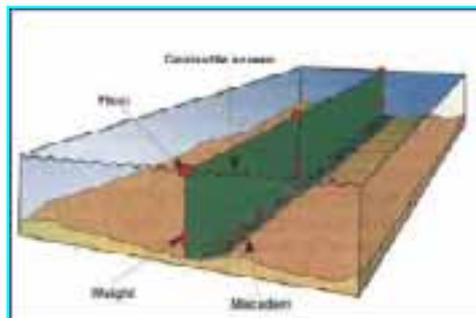
Contaminazione microbiologica degli organismi presenti nell'area

Possibile bioaccumulo dei contaminanti nei tessuti degli organismi, con conseguente trasferimento nella catena trofica, biomagnificazione ed eventuale ingresso nella catena alimentare

Possibili alterazioni qualitative delle biocenosi sensibili presenti nell'area potenzialmente influenzata dall'aumento della torbidità



MISURE DI MITIGAZIONE



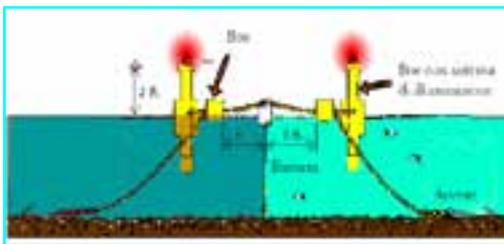
Panne antitorbidità: barriere fisiche per limitare la diffusione dei sedimenti movimentati dall'attività di dragaggio e degli eventuali contaminanti associati alla loro frazione fine.

Inglobamento totale del sistema dragante nel caso di un dragaggio stazionario.

Chiusura parziale dell'area di escavo, a valle delle operazioni.

Chiusura totale dell'area di escavo, con eventuale realizzazione di un'intercapedine per il passaggio delle imbarcazioni.

Protezione di un'area sensibile nei pressi delle attività di dragaggio.



FINALITA' DEL MONITORAGGIO

Un piano di monitoraggio specifico deve essere progettato ed eseguito al fine di controllare:

- ➡ L'assenza di impatti nei confronti dell'ambiente circostante
- ➡ L'efficacia delle misure di mitigazione eventualmente adottate

Osservanza delle restrizioni imposte dal progetto e/o dalla normativa:
modalità tecniche esecutive e vincoli ambientali

Verifica delle ipotesi progettuali:

condizioni idrodinamiche, torbidità prodotta dalla draga, efficacia di rimozione della draga, stabilità panne, etc..

Fornire feedback ai responsabili del cantiere e agli operatori delle draghe:

verifica dell'efficacia ambientale delle operazioni in atto
introduzione di eventuali misure correttive

PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO

Individuazione delle potenziali criticità e relativi bersagli

Valutazione dell'estensione (spaziale e temporale) del campo di monitoraggio

Selezione dei parametri di maggior interesse

Fase “ante operam”

Campagne conoscitive finalizzate ad acquisire il quadro ambientale dell'area (idrodinamismo, caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua, tipologia di organismi sensibili, usi legittimi), individuare gli obiettivi potenzialmente sensibili, identificare stazioni di controllo sufficientemente distanti dall'area di escavo e calibrare la reale strategia di monitoraggio da seguire.

Fase “di esercizio”

La frequenza del monitoraggio deve essere sufficientemente elevata per ciascuna fase del ciclo lavorativo, nonché in occasione di ogni evento singolare di origine naturale o antropica (rottura o malfunzionamento della barriera antitorbidità, condizioni meteorologiche particolari...).

Fase “post operam”

Fino alla completa comprensione degli effetti sul comparto biotico e finchè sono ristabilite le condizioni fisico-chimiche iniziali e/o sia raggiunta una condizione di equilibrio.

PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO

Il monitoraggio “*ante operam*” per l’identificazione di:

- ➔ **stazioni di riferimento per ciascuna matrice monitorata**
- ➔ **livelli “soglia” per ciascuna matrice monitorata**

Sistema integrato di stazioni fisse e mobili:

- ➔ **controllare costantemente le aree potenzialmente più sensibili agli effetti delle attività di dragaggio**
- ➔ **definire l’estensione degli eventuali effetti delle attività di dragaggio seguendo fisicamente il processo**

Frequenza di monitoraggio: dovrebbe essere più alta all’inizio di ciascuna fase operativa, e dovrebbe poi essere eventualmente ridotta non appena:

- ➔ **venga raggiunto uno stato stazionario**
- ➔ **i processi in atto siano completamente compresi**

STRUMENTI DI MONITORAGGIO

EFFETTI RISCONTRABILI

STRUMENTI

C
O
M
P
A
R
T
O

A
B
I
O
T
I
C
O

aumento della torbidità legata ai solidi sospesi

potenziale diminuzione della concentrazione di ossigeno disciolto nella colonna d'acqua

mobilizzazione dei contaminanti associati ai solidi sospesi

variazione della concentrazione dei nutrienti nella colonna d'acqua

solubilizzazione di contaminanti in seguito al cambiamento delle condizioni chimico-fisiche del sedimento

**SONDA
MULTIPARAMETRICA E
ANALISI FISICHE SU
CAMPIONI D'ACQUA E
SEDIMENTI
SUPERFICIALI**

**ANALISI CHIMICHE SU
CAMPIONI D'ACQUA E
SEDIMENTI SUPERFICIALI**

**SAGGI BIOLOGICI SU
CAMPIONI D'ACQUA E
SEDIMENTI SUPERFICIALI**

STRUMENTI DI MONITORAGGIO

EFFETTI RISCONTRABILI

STRUMENTI

C
O
M
P
A
R
T
O

B
I
O
T
I
C
O

possibili effetti dei contaminanti rimessi in circolo dal dragaggio, presenti in fase disciolta nella colonna d'acqua o associati alle particelle in sospensione, su differenti organismi marini

la possibile contaminazione microbiologica degli organismi marini

possibili alterazioni qualitative e quantitative della componente macrozoobentonica presente nello strato sub-superficiale della matrice sedimentaria (0-20 cm)

possibili alterazioni bio-morfologiche delle biocenosi sensibili presenti nell'area (es. Prateria di *Posidonia oceanica*)

possibili alterazioni qualitative delle biocenosi sensibili presenti nell'area

ANALISI DI
BIOACCUMULO

DETERMINAZIONE DI
BIOMARKERS

ANALISI
MICROBIOLOGICHE SUI
TESSUTI DEGLI ORGANISMI

CLASSIFICAZIONE DEGLI
ORGANISMI E STRUTTURA
DELLA COMUNITA'

ESTENSIONE, DENSITA' e
RICOPRIMENTO, INDICI
FENOLOGICI

REMOTED OPERATIVE
VEHICLE

SAGGI BIOLOGICI SUI CAMPIONI D'ACQUA

→ determinano la presenza di effetti tossici sul biota, nel breve e/o nel lungo periodo, a seguito dell'esposizione ad una determinata matrice ambientale

da condurre utilizzando una batteria di saggi biologici, costituita da almeno due specie con differente posizione filogenetica, sensibili alla matrice acqua, e di cui sia accertata la standardizzazione delle procedure esecutive, ad esempio:

Vibrio fischeri (Bacteria)
Dunaliella tertiolecta (Chlorophyceae)
Brachionus plicatilis (Rotifera)
Paracentrotus lividus (Echinoida)

.....



EFFETTI MACROSCOPICI ACUTI O CRONICI SU SINGOLI ORGANISMI O POPOLAZIONI
 (MORTALITÀ, SVILUPPO, CRESCITA, RIPRODUZIONE, ETC.)

ANALISI DI BIOACCUMULO

→ Determinano la capacità degli organismi di concentrare le sostanze inquinanti all'interno dei propri tessuti ed organi e valutano il rischio di biomagnificazione, vale a dire di trasferimento dei contaminanti lungo la catena trofica



Organismi marini con caratteristiche idonee alla finalità dell'indagine:

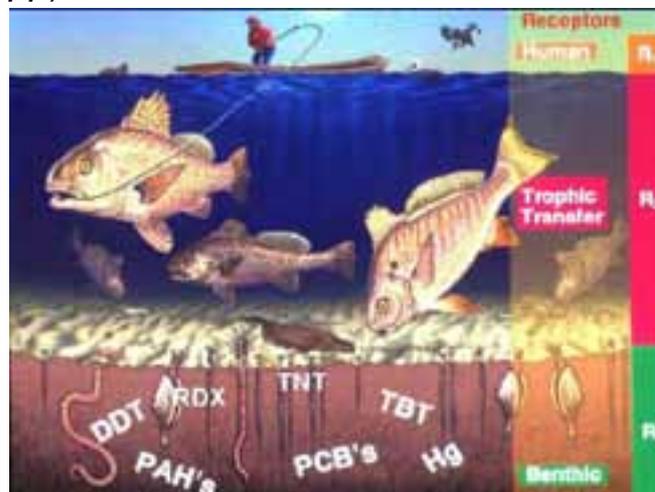
§ organismi filtratori come, ad esempio, i bivalvi (*Mytilus galloprovincialis*)

§ specie necto-bentoniche, scelte tra quelle a più stretto contatto con il fondale, come ad esempio la triglia di fango (*Mullus barbatus*), la salpa (*Salpa spp*), lo sciarrano (*Serranus cabrilla*) ed il cefalo (*Mugil spp*)



Analisi chimiche previste:

- § metalli ed elementi in tracce
- § IPA
- § PCB
- § Parametri specifici



(USACE, 2002)

ANALISI DI BIOACCUMULO: TRASFERIMENTO DEI CONTAMINANTI DALL'AMBIENTE AL COMPARTO BIOTICO, BIOMAGNIFICAZIONE (MITILI, PESCI, POLICHETI, ETC.)

DETERMINAZIONE DEI BIOMARKERS

Valutazione delle "risposte" che un organismo, una popolazione o una comunità naturale può generare nei confronti di uno stress chimico ambientale. Ciascuna di queste risposte, comunemente definite come "biomarkers", rappresenta un segnale integrato del livello di contaminazione di una determinata area e, di conseguenza, costituisce un indicatore estremamente precoce del livello di rischio tossicologico legato ad una particolare attività antropica

Evidenziano l'insorgenza di segnali precoci di stress ambientali a livello biochimico, fisiologico o comportamentale in organismi indicatori prima che si manifestino alterazioni a livello di popolazione e di comunità (analisi dei biomarkers)

Lo studio dei biomarkers consente di verificare l'eventuale attivazione di specifici sistemi di detossificazione e/o metabolizzazione che potrebbero essere indotti in condizioni di stress, a causa principalmente dell'accumulo negli organismi di sostanze tossiche

esempi: Induzione del sistema delle monoossigenasi a funzione mista (MFO) epatico, accumulo di porfirine epatiche, somatic liver index, metaboliti PAH della bile, etc.



SONDA MULTIPARAMETRICA

➔ **Rilievo in continuo per la determinazione simultanea lungo la colonna d'acqua di diversi parametri chimico-fisici.**

Sensori:

- q Conducibilità
- q Temperatura
- q Pressione
- q pH
- q Ossigeno disciolto
- q Torbidità
- q Potenziale redox
- q Clorofilla



➔ **Acquisizione dati:**

- q nel tempo, in una determinata stazione e ad una specifica profondità
- q nello spazio e nel tempo, eseguendo “profili verticali” in una determinata stazione
- q nello spazio e nel tempo, eseguendo “profili orizzontali” ad una specifica profondità
- q in modalità autonoma (stazione ancorata sul fondale o ad una struttura, con prelievo e manutenzione periodici o con sistema diretto di trasmissione dati in tempo reale)

➔ **Correlazione tra la torbidità e la concentrazione reale di solidi sospesi (misure di laboratorio e di campo)**

- q la torbidità è una proprietà “ottica” (ad es.: Disco Secchi)
- q la correlazione dipende fortemente da: dimensione, colore, concentrazione dei solidi sospesi

PRELIEVO DI CAMPIONI D'ACQUA

→ Analisi:

- q solidi sospesi totali (TSS)
- q carbonio organico totale (TOC)
- q nutrienti
- q contaminanti di interesse (sul campione tal quale, sul particellato, sul disciolto)
- q parametri microbiologici
- q saggi ecotossicologici



→ Caratteristiche:

- q dato relativo in una determinata stazione e ad una specifica o a più profondità
- q acquisizione del dato in funzione dei tempi di analisi del laboratorio
- q abbinamento con sonda multiparametrica

→ Correlazione con la torbidità:

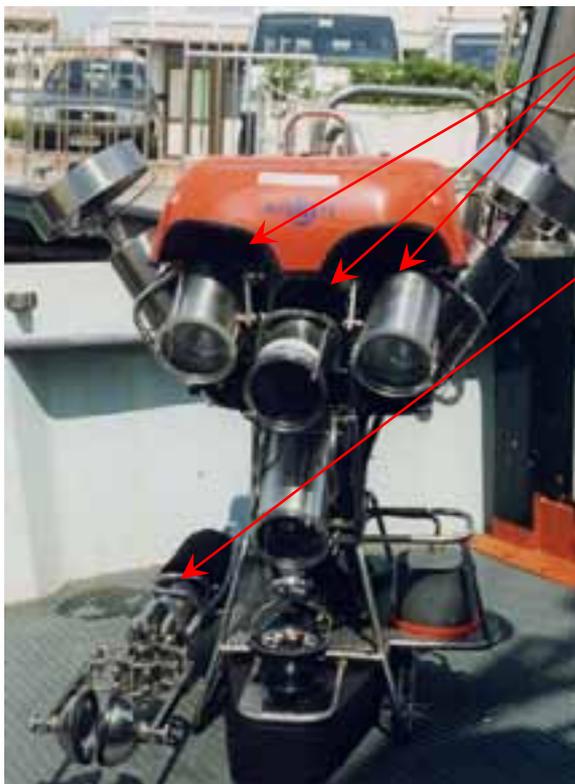
- q in modo tale da legare alla risposta ottica una concentrazione reale di solidi sospesi e di contaminanti ad essi associati

RILIEVI MEDIANTE REMOTELY OPERATED VEHICLE



Caratteristiche:

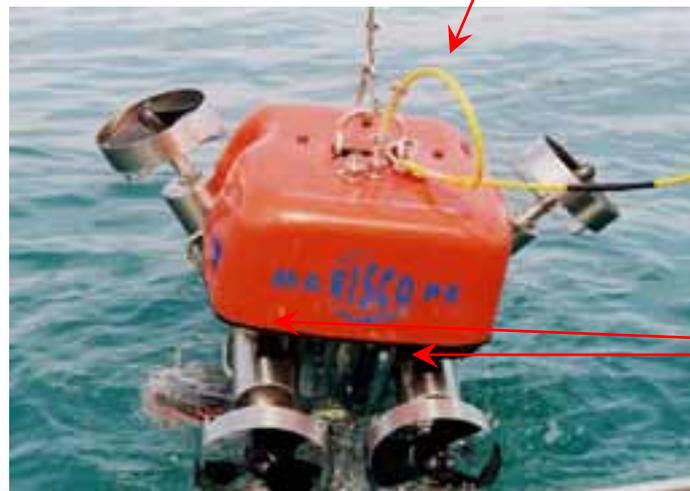
- q in grado di operare a diverse profondità e intensità di corrente
- q verifica dello stato qualitativo delle biocenosi sensibili
- q verifica contestuale della presenza di torbidità



Luci e telecamera

Braccio meccanico

Cavo comunicazione

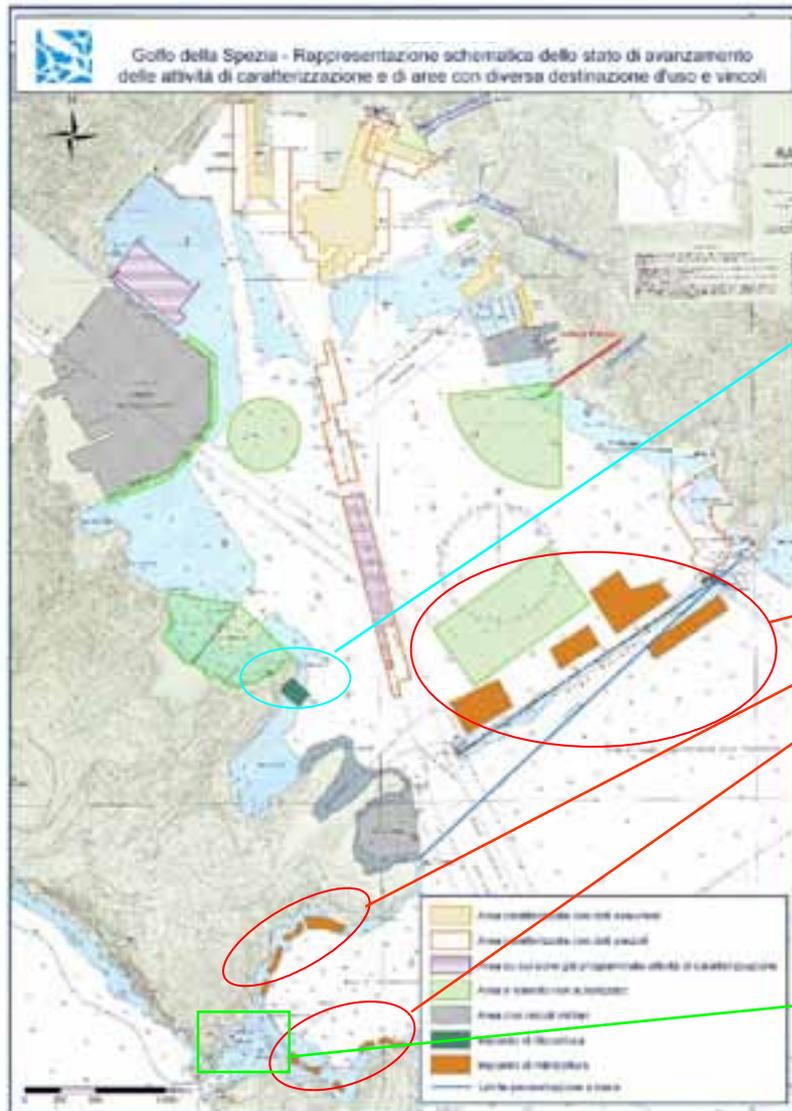


eliche

PITELLI



PITELLI



IMPIANTI DI ITTICOLTURA
(*Dicentrarchus labrax* L. e *Sparus auratus* L.)

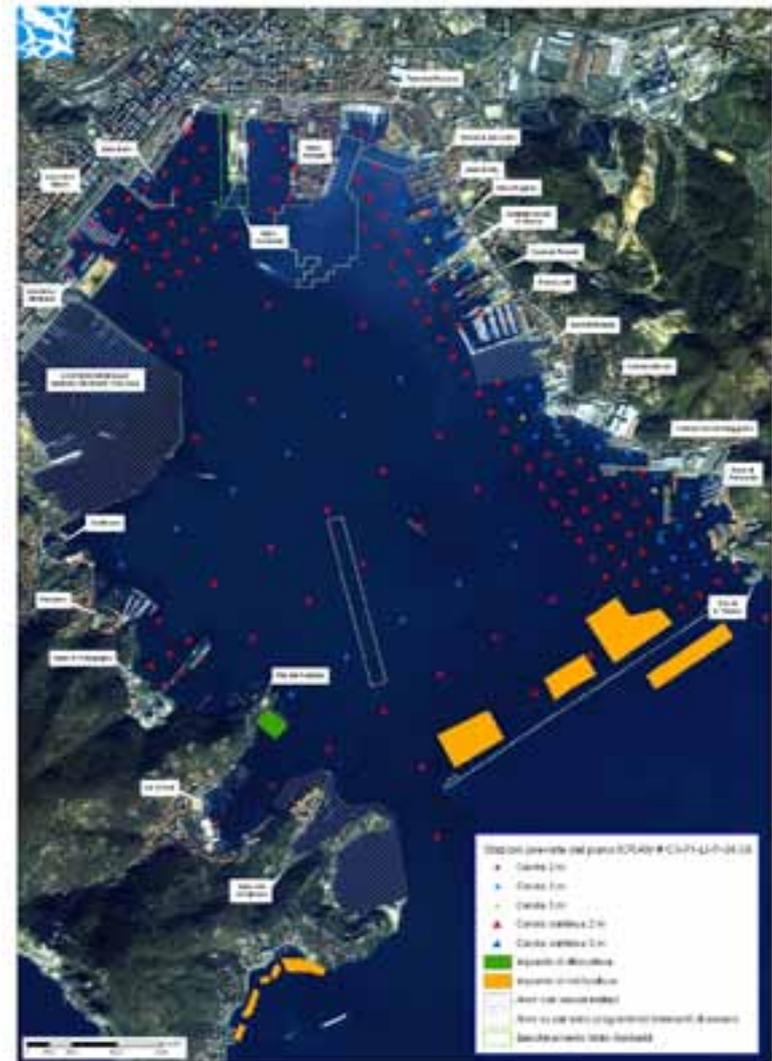


IMPIANTI DI MITILICOLTURA
(*Mytilus galloprovincialis*)

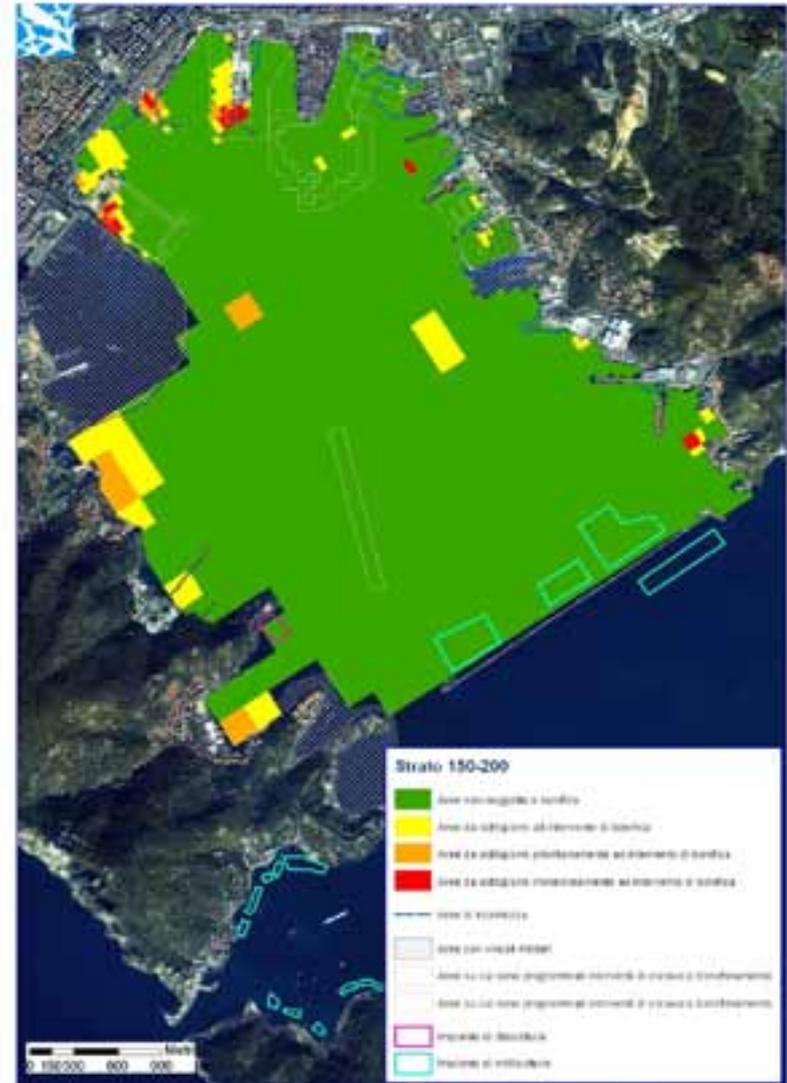
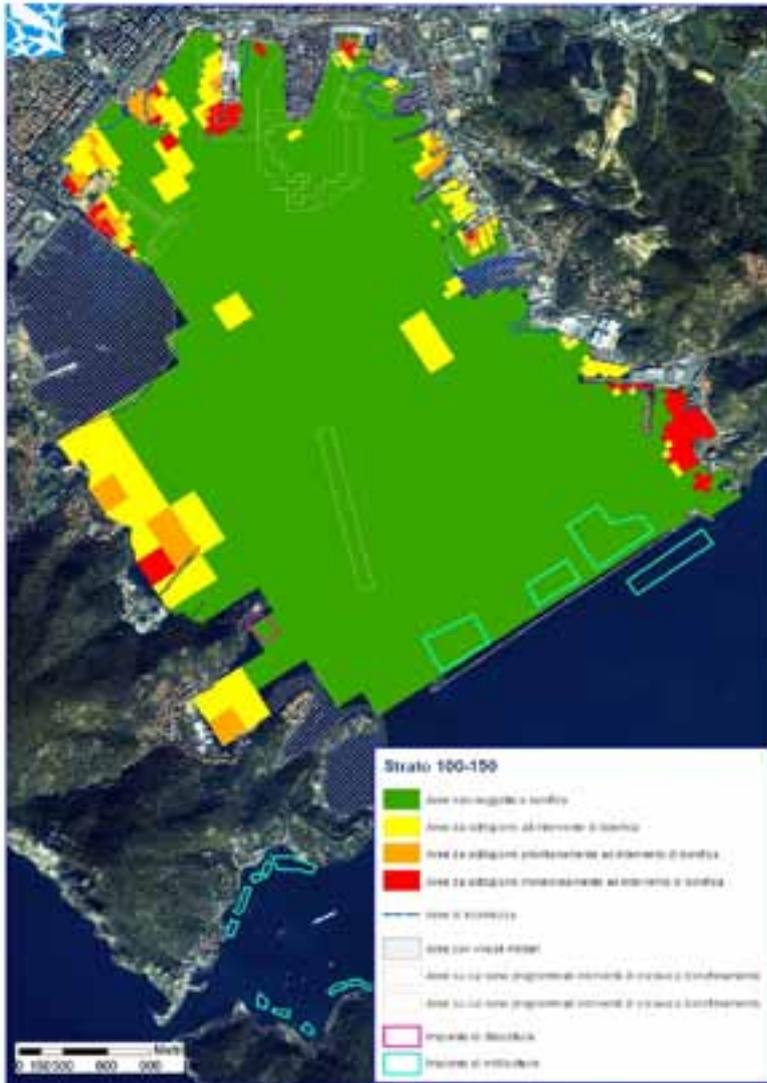


Posidonia oceanica

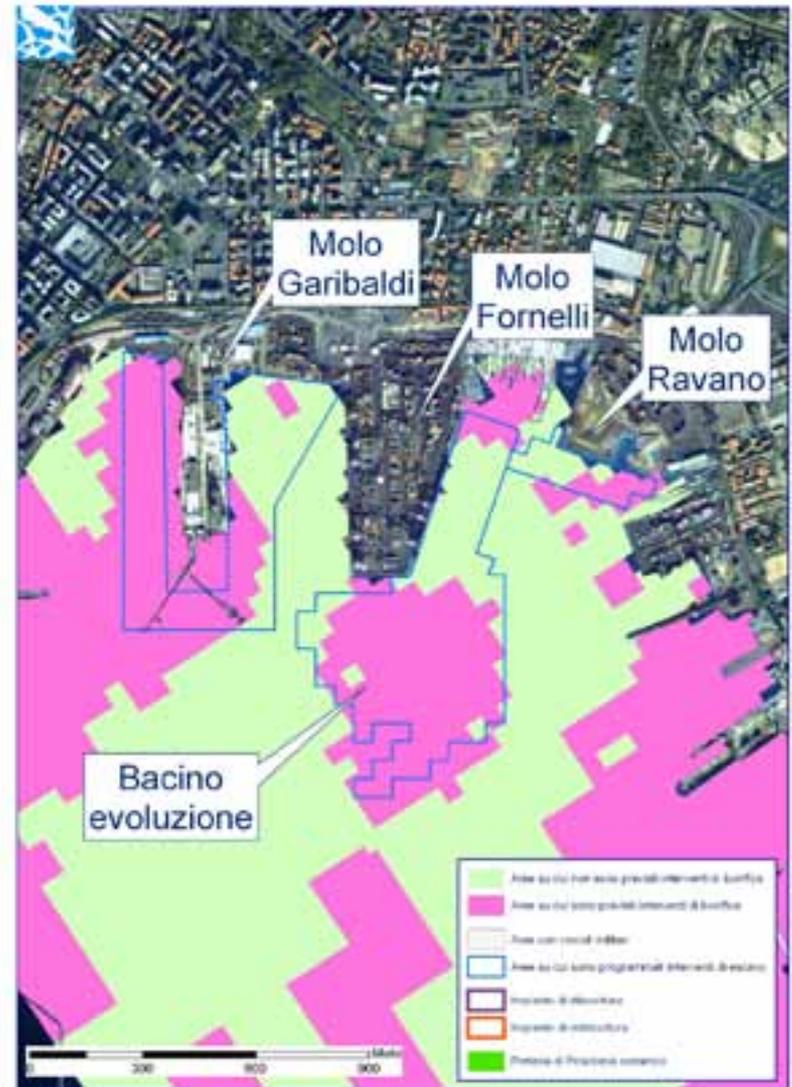
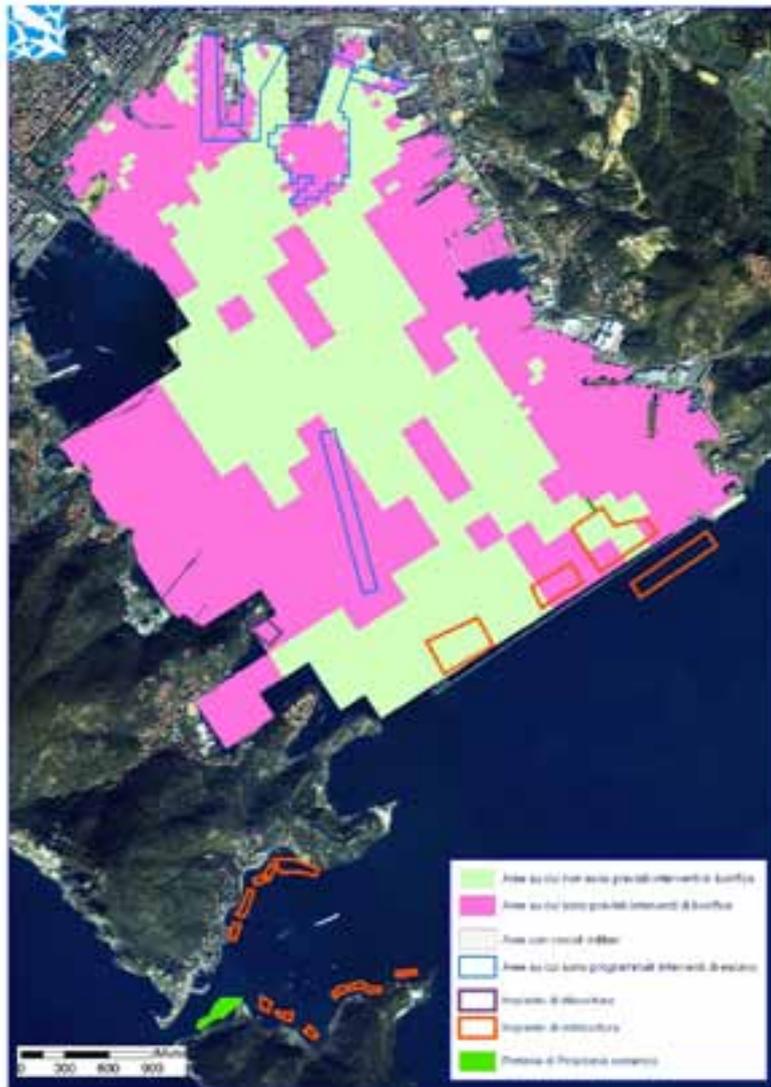
Pitelli: Caratterizzazione dei sedimenti - Stato dell'arte 2005



Pitelli: Progetto preliminare di bonifica



Pitelli: interventi di bonifica/dragaggio



Pitelli: Piano di Monitoraggio (2003)

Sulla base delle indicazioni fornite dal MATTM l'Autorità Portuale della Spezia si è impegnata a:

- Effettuare il dragaggio delle aree individuate utilizzando le migliori tecnologie esistenti
- Progettare ed eseguire un monitoraggio ambientale nell'area
- Minimizzare l'impatto delle attività di dragaggio sull'ambiente circostante

Piano di monitoraggio per le aree soggette a dragaggio:

- Molo Fornelli e Bacino Evoluzione
- Canale di accesso

Piano di monitoraggio per le aree soggette a bonifica-dragaggio:

- Molo Ravano
- Molo Fornelli
- Bacino Evoluzione
- Molo Garibaldi, area esterna
- Molo Italia

Il piano di monitoraggio per le attività di dragaggio è stato redatto dall'Autorità Portuale della Spezia in collaborazione con ISPRA (Allora ICRAM) - ARPA Liguria - ISS - ASL n.5 "Spezzino"

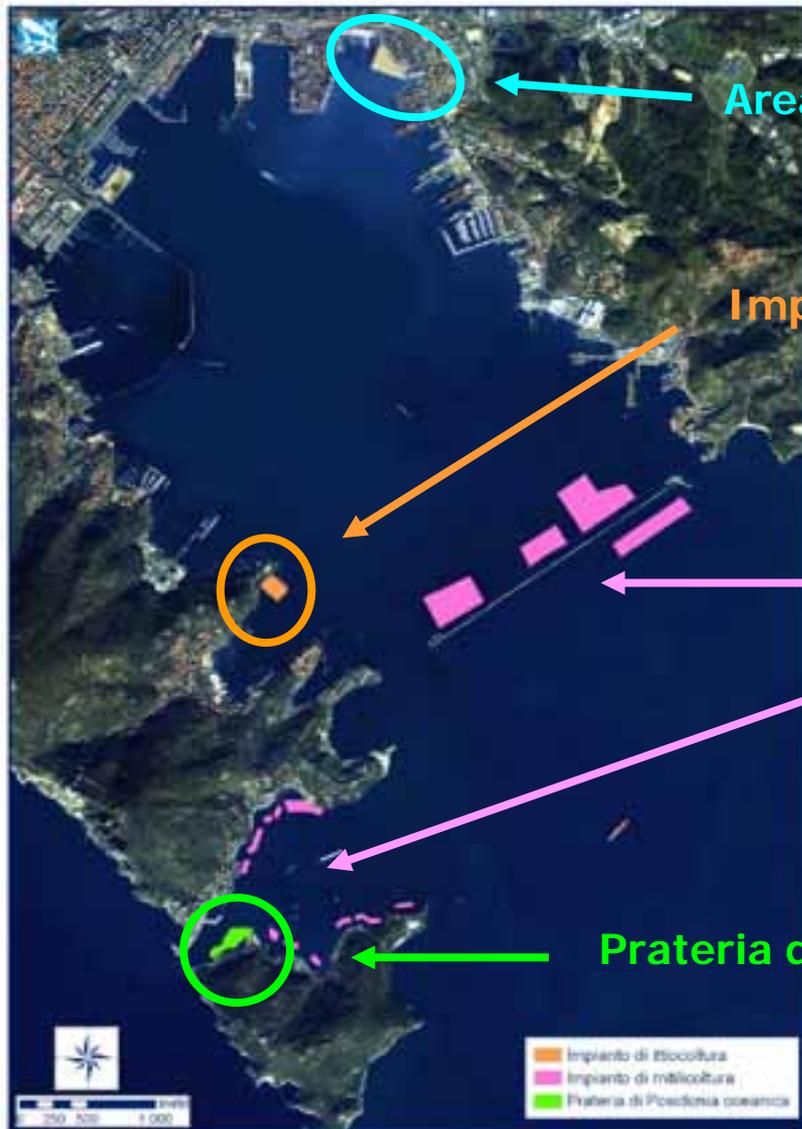
Pitelli: Matrici monitoraggio

Comparto	Matrice investigata	Attività di monitoraggio	Parametri indagati
Abiotico	Colonna d'acqua	Prelievo di campioni d'acqua ed esecuzione di analisi chimico-fisiche e microbiologiche	Solidi in sospensione (TSS), carbonio organico totale (TOC), nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale), E-coli, Enterococchi fecali, spore di clostridi solfitoreducitori; alcuni parametri chimici di interesse sul particolato, nel caso di concentrazioni significative di TSS: As, Cd, Hg, Pb, Zn, V, Sn, PCB, IPA.
	Colonna d'acqua	Acquisizione con sonda multiparametrica	Profondità, torbidità, temperatura, potenziale redox, pH, salinità, ossigeno disciolto, Clorofilla a
	Colonna d'acqua	Prelievo di campioni d'acqua ed esecuzione di analisi ecotossicologiche	Saggi ecotossicologici (Vibrio fischeri, Dunaliella tertiolecta)

Pitelli: Matrici monitoraggio

Comparto	Matrice investigata	Attività di monitoraggio	Parametri indagati
Biotico	Mitili e Pesci	Prelievo di organismi dagli impianti di acquacoltura ed esecuzione di analisi microbiologiche	Coliformi totali, Streptococchi fecali, Escherichia coli, Salmonella
	Mitili e Pesci	Prelievo di organismi dagli impianti di acquacoltura ed esecuzione di prove di bioaccumulo	As, Cd, Hg, Pb, Zn, V, Sn, PCB, IPA, TBT (mitili) Cd, Hg, Pb, IPA (pesci)
	Pesci	Prelievo di organismi dagli impianti di ittiocoltura e determinazione di biomarkers	Induzione del sistema delle monossigenasi a funzione mista (attività EROD) come indice di esposizione a composti liposolubili (es. Organoclorurati (OCs), idrocarburi policiclici aromatici (IPA)); aumento della concentrazione delle porfirine epatiche come indice di esposizione a metalli pesanti e composti liposolubili; livelli di metaboliti IPA nella bile e (con cadenza mensile) valutazione del danno genetico tramite il test del micronucleo.
	Biocenosi sensibili	Rilievo mediante Remoted Operating Vehicle (ROV) di biocenosi sensibili	Descrizione qualitativa dello stato delle biocenosi e della presenza di solidi sospesi

Pitelli: Criticità ed obiettivi sensibili



Area interessata dal dragaggio

Georeferenziazione area intervento,
studio del progetto di intervento

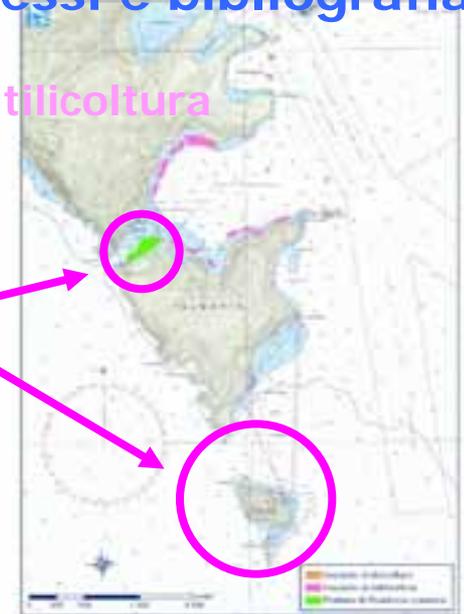
Impianto di itticoltura

Georeferenziazione obiettivi sensibili,
raccolta dati pregressi e bibliografia

Impianti di mitilicoltura

Biocenosi sensibili

Prateria di *Posidonia oceanica*

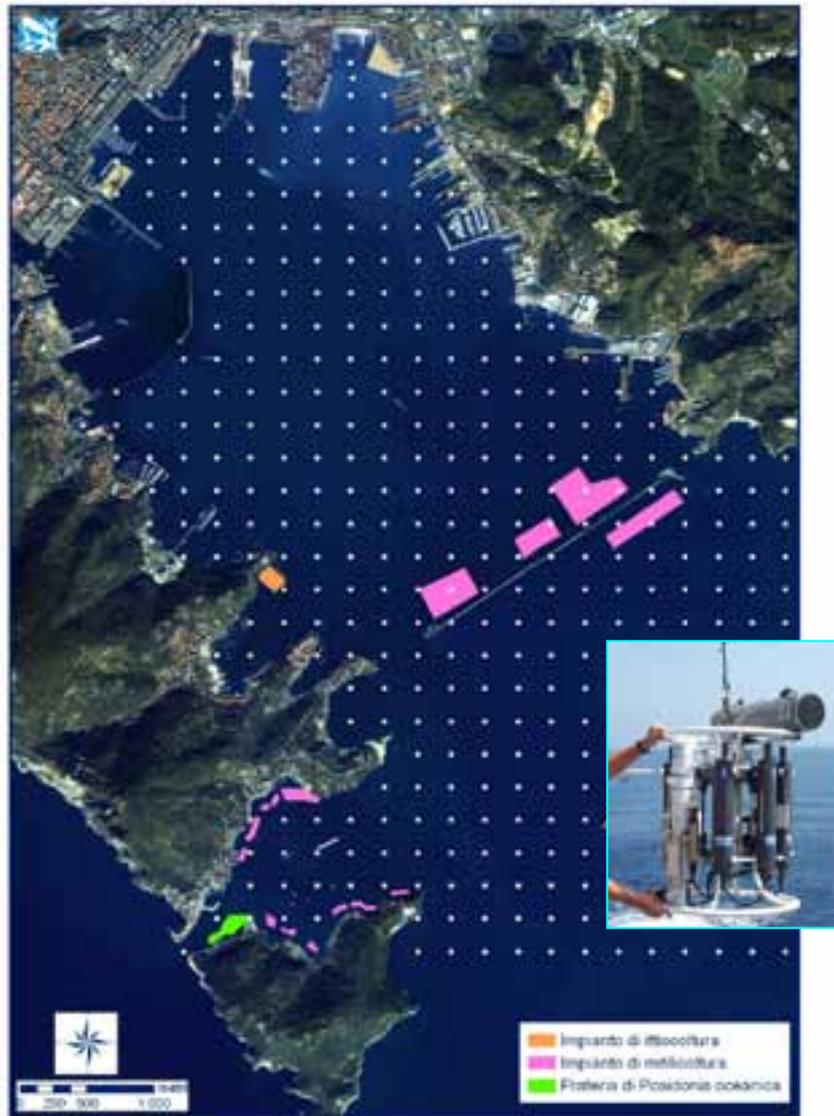


Pitelli: Progettazione Piano Monitoraggio

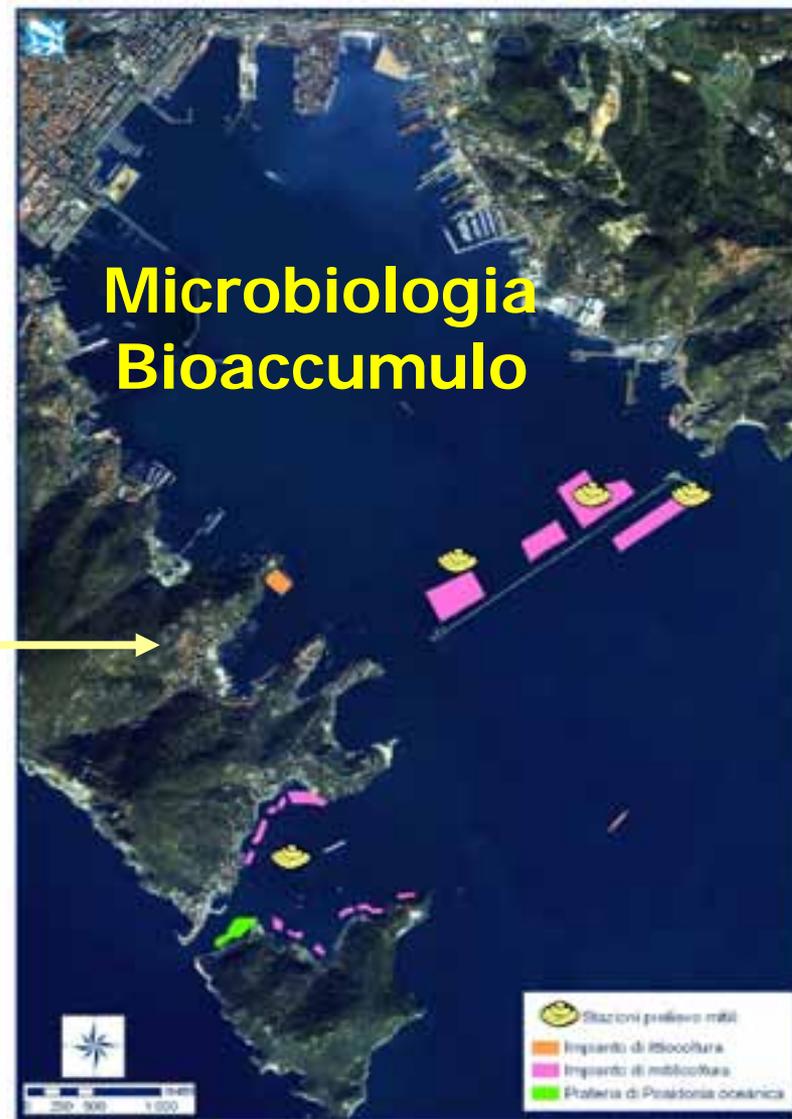
Definizione di un reticolo da cui selezionare le stazioni ed i transetti per il monitoraggio

Definizione matrici da investigare
Acqua

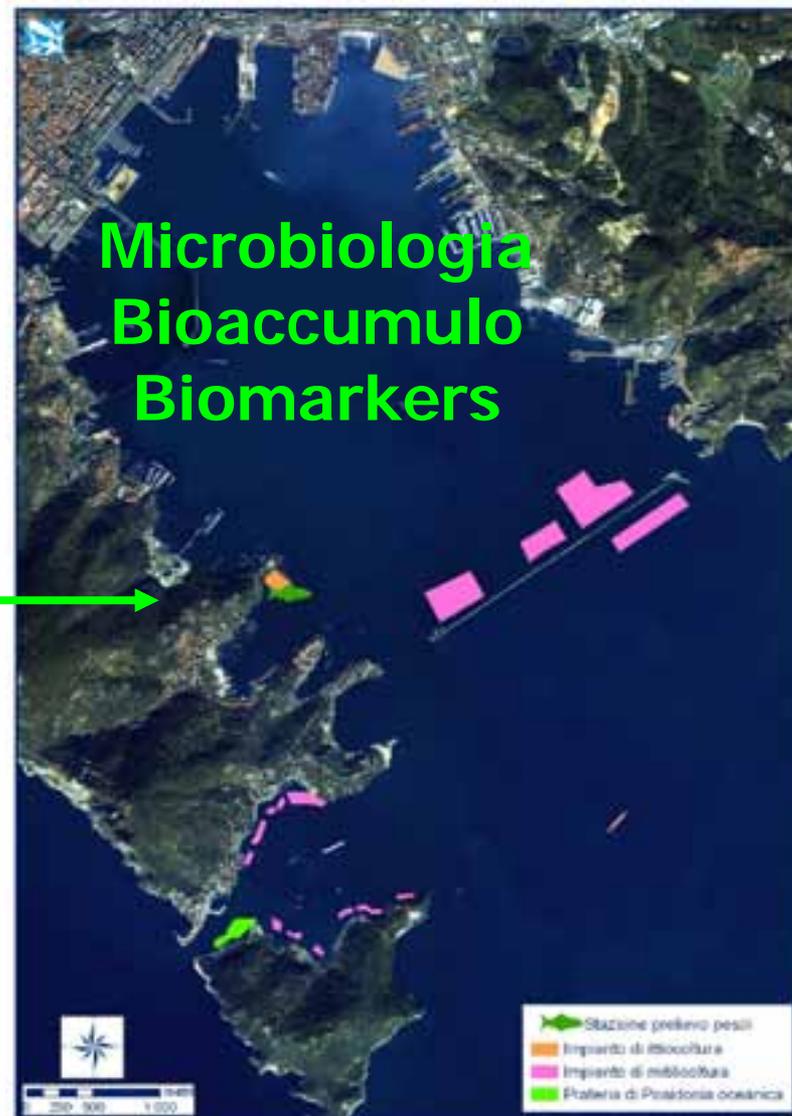
Biota: mitili, pesci, biocenosi



Stazioni prelievo mitili



Stazioni prelievo pesci



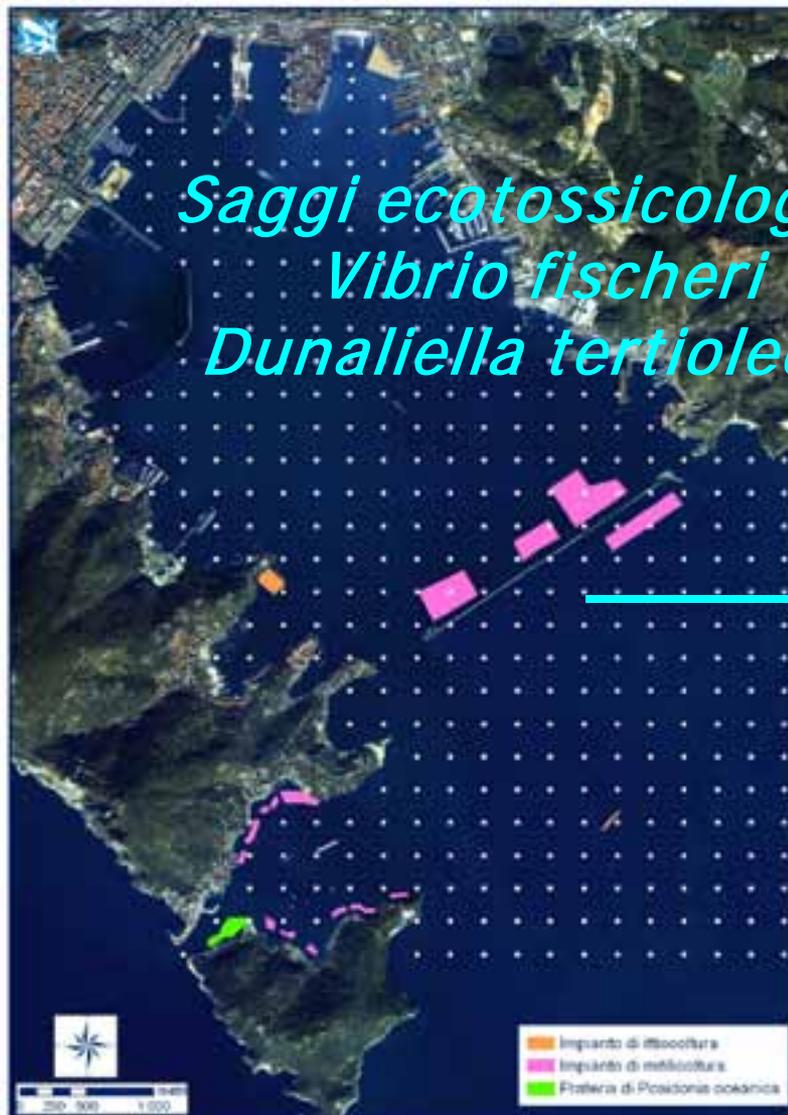
Stazioni posizionamento sonde fisse



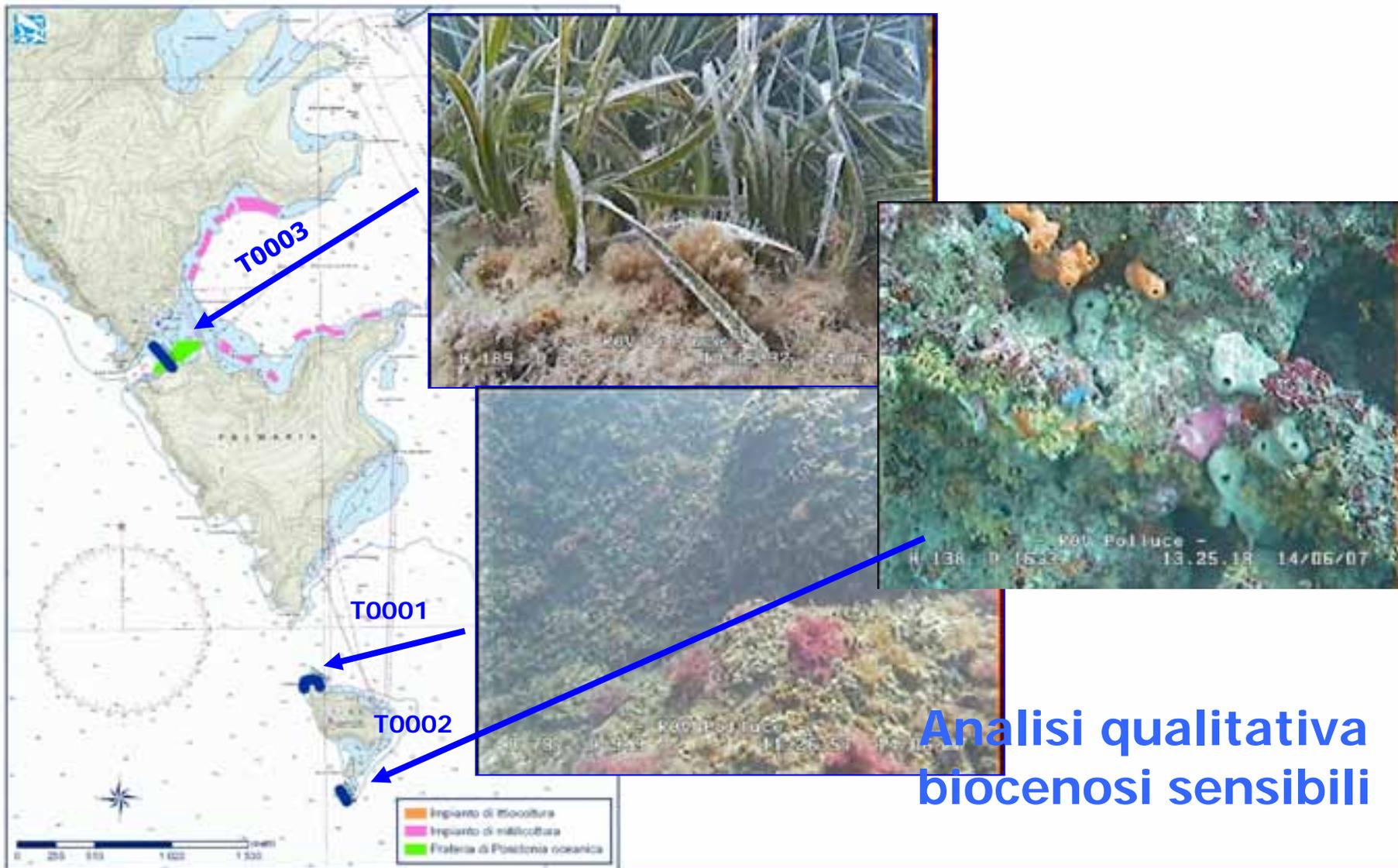
Acquisizione dati in continuo
mediante sonda
multiparametrica fissa



Stazioni prelievo campioni d'acqua



Transetti ROV



Pitelli: Schema completo delle stazioni di monitoraggio



FREQUENZA DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

ù Campagne di “bianco” pre operam

ù Campagne durante le attività di bonifica/dragaggio

ù Campagne “post operam”

La frequenza delle singole attività di monitoraggio può essere opportunamente aumentata e/o ridotta in corso d'opera, alla luce dei risultati del monitoraggio



ELEMENTI DI SUPPORTO ALLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

- Ø Piani operativi di campionamento per le singole campagne di monitoraggio
- Ø Schede per l'acquisizione dei dati in campo
- Ø Redazione di resoconti delle campagne di monitoraggio
- Ø Redazione di report riassuntivi
- Ø Database per l'acquisizione, gestione e visualizzazione dei risultati delle campagne di monitoraggio

PROBLEMATICHE

∅ Tempi di restituzione ed analisi del dato

∅ Adozione di misure aggiuntive di sicurezza (le attività di bonifica e dragaggio devono rispettare le cautele ambientali previste dal progetto)

∅ Procedure di emergenza (qualora venisse rilevata una situazione di emergenza dovranno essere intensificate le attività di monitoraggio finalizzate ad adottare idonee misure di mitigazione; gli enti competenti dovranno provvedere ad adottare misure di emergenza dirette a ridurre i potenziali impatti contemplando anche la sospensione temporanea delle attività di dragaggio, fino al ripristino delle condizioni precedenti l'emergenza ambientale)

CONTATTI

Maria Elena Piccione

mariaelena.piccione@isprambiente.it