



**ISPRA**

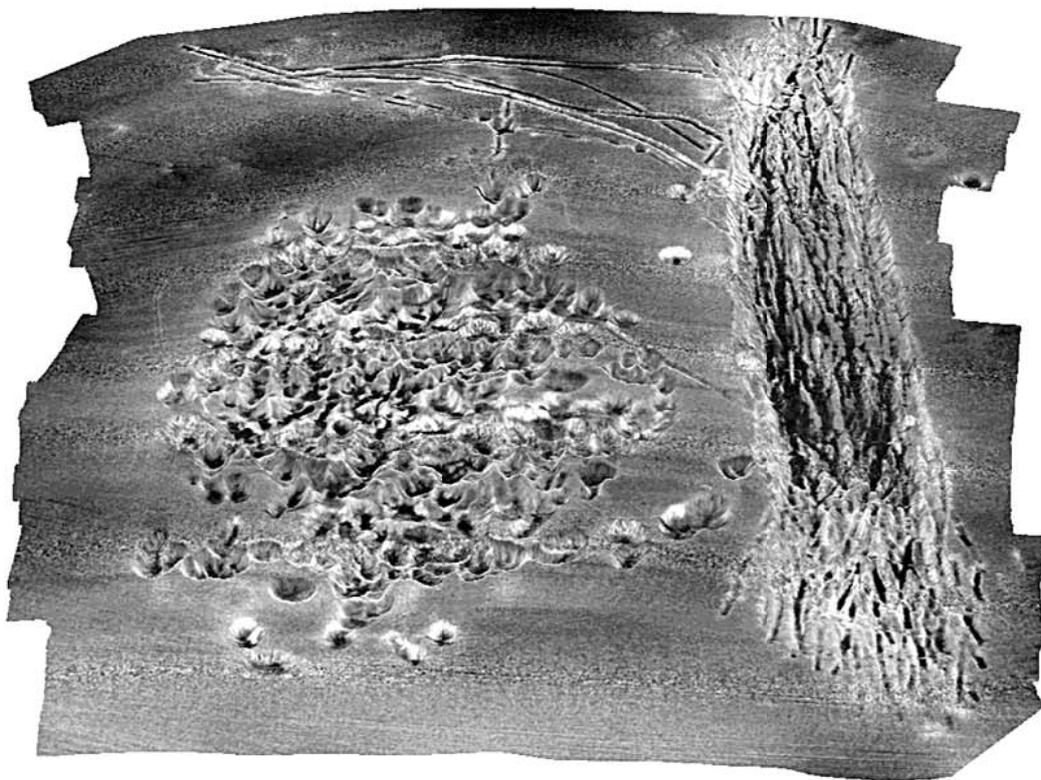
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

# Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: protocollo di monitoraggio per l'area di dragaggio

---

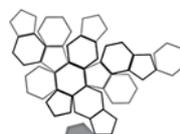


MANUALI E LINEE GUIDA



**ISPRA**

Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

# **Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: protocollo di monitoraggio per l'area di dragaggio**

---

---

## **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 questo manuale.

**ISPRA** - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

ISPRA, Manuali e Linee Guida 172/2018  
ISBN 978-88-448-0877-8

Riproduzione autorizzata citando la fonte

## **Elaborazione grafica**

*Grafica di copertina:* Alessia Marinelli  
*Foto di copertina:* ISPRA  
ISPRA – Area Comunicazione

## **Coordinamento pubblicazione on line:**

Daria Mazzella  
**ISPRA** – Area Comunicazione

**Marzo 2018**

---

## **Autori**

Luisa Nicoletti (ISPRA)  
Paola La Valle (ISPRA)  
Daniela Paganelli (ISPRA)  
Loretta Lattanzi (ISPRA)  
Barbara La Porta (ISPRA)  
Monica Targusi (ISPRA)  
Iolanda Lisi (ISPRA)  
Marco Loia (ISPRA)  
Chiara Maggi (ISPRA)  
Alfredo Pazzini (ISPRA)  
Raffaele Proietti (ISPRA)  
Massimo Gabellini (ISPRA)

## **Ringraziamenti**

Si ringrazia la Regione Lazio per i significativi commenti e gli utili suggerimenti, in particolare:

- Area Difesa Della Costa - Direzione Regionale Risorse Idriche e Difesa Del Suolo;
- Area Qualità dell'ambiente e Valutazione di Impatto Ambientale - Direzione Regionale Ambiente e Sistemi Naturali della Regione Lazio.

Questo volume è stato realizzato con il contributo della Regione Lazio nell'ambito del progetto europeo INTERCOAST (POR FESR 2007-2013).

## **Si prega di citare il documento con la seguente dicitura:**

Nicoletti L., La Valle P., Paganelli D., Lattanzi L., La Porta B., Targusi M., Lisi I., Loia M., Maggi C., Pazzini A., Proietti R., Gabellini M. (2018) - Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: protocollo di monitoraggio per l'area di dragaggio. ISPRA, Manuali e Linee Guida 172/2018, 32 pp.

---

# INDICE

<b>PREMESSA</b>	5
<b>1. INTRODUZIONE</b>	6
<b>1.1 Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento</b>	6
<b>1.2 La Proposta di Protocollo del 2006</b>	7
<b>1.3 Ulteriori studi di monitoraggio ambientale</b>	9
<b>2. IL PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO PER L'AREA DI DRAGAGGIO</b>	10
<b>2.1 Le fasi del Protocollo di Monitoraggio</b>	13
<i>FASE AB: Caratterizzazione ambientale preliminare - Scheda n. 1</i>	13
<i>FASE C1: Caratterizzazione del sito di dragaggio - Scheda n. 2</i>	16
<i>FASE C2: Monitoraggio in corso d'opera - Scheda n. 3</i>	18
<i>FASE C3: Monitoraggio post operam - Scheda n. 4</i>	21
<b>2.2 Gli strumenti di supporto per il Protocollo di Monitoraggio</b>	23
<i>2.2.1 Il Sistema Informativo per l'archiviazione e la gestione delle informazioni ambientali</i>	23
<i>2.2.2 La modellistica a supporto del monitoraggio della plume di torbida</i>	24
<b>3. VERSO UNO SFRUTTAMENTO SOSTENIBILE E A LUNGO TERMINE DEI DEPOSITI DI SABBIE RELITTE</b>	25
<b>4. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO</b>	30

---

## PREMESSA

Gli ultimi anni hanno visto affermarsi sempre più in tutto il mondo il concetto di sviluppo sostenibile, che collega lo sviluppo delle attività economiche alla salvaguardia dell'ambiente, garantendo il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future. In tale contesto, anche le attività economiche che insistono sull'ambiente marino devono quindi essere attentamente programmate e valutate, ai fini di favorire una gestione sostenibile delle risorse marine.

Lo sviluppo sostenibile è uno dei principali aspetti di cui l'Unione Europea tiene conto nell'ambito dell'*Integrated Maritime Policy*. In questo contesto, la recente direttiva *Maritime Spatial Planning* (MSP - 2014/89/EC) ha l'obiettivo di promuovere, pianificando lo spazio marittimo, la crescita sostenibile delle economie marittime, lo sviluppo sostenibile delle zone marine e l'uso sostenibile delle risorse marine applicando un approccio ecosistemico. Tale direttiva si inserisce nel contesto della direttiva *Marine Strategy Framework Directive* (MSFD - 2008/56/UE) stabilendo principi comuni per favorire lo sviluppo sostenibile dei mari e delle economie marittime e costiere per il raggiungimento del buono stato ecologico delle acque marine. La MSFD, recepita dall'Italia con il D.lgs. 190/2010, richiede infatti che la pressione collettiva delle attività antropiche (quali ad esempio il dragaggio), sia mantenuta entro livelli compatibili con il buono stato ecologico, per consentire agli ecosistemi marini di non risentire dei cambiamenti indotti dall'uomo. Quindi, in linea con gli obiettivi di tali Direttive europee, anche i possibili effetti e/o impatti ambientali derivanti dal dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento devono essere attentamente valutati e monitorati nell'ottica di uno sfruttamento sostenibile della risorsa sabbia, da intendersi a tutti gli effetti una risorsa strategica, come già emerso nei lavori condotti all'interno del Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera ([MATTM - Regioni, 2017](#)). Su tali tematiche, in particolare, ISPRA (già ICRAM), impegnato fin dal 1999 negli studi di monitoraggio ambientale connessi ai dragaggi di sabbie relitte ai fini di ripascimento, ha pubblicato nel 2006 una Proposta di Protocollo di monitoraggio ambientale, specifica per tali attività (Quaderno ICRAM n. 5, [Nicoletti et al., 2006](#)). Questo protocollo, messo a punto adattando alle peculiarità proprie dell'ambiente mediterraneo quanto esistente a livello internazionale, è stato sviluppato nell'ambito dei progetti europei BEACHMED e BEACHMED-e, con la denominazione di Env1.

In Italia, tale protocollo, in mancanza di specifiche normative e/o regolamenti, è stato spesso utilizzato come strumento di supporto per la messa a punto e l'esecuzione degli studi ambientali connessi a tale tematica. Esso, inoltre, è stato indicato come documento tecnico di riferimento nei regolamenti di alcune regioni, quali la Regione Veneto (Dgr n.1019 del 23 marzo 2010) e la Regione Lazio (determinazione n. A07042 del 10 luglio 2012).

Dieci anni dopo la pubblicazione del Protocollo, con il procedere delle conoscenze e, soprattutto, grazie alle nuove esperienze acquisite sui monitoraggi ambientali delle aree di dragaggio, è emersa la necessità di un aggiornamento per l'area di dragaggio, aggiornamento presentato in questo volume. Nello stesso, viene, inoltre, presentato il piano di monitoraggio ambientale redatto per lo sfruttamento sostenibile e a lungo termine di un deposito di sabbie relitte localizzato lungo la piattaforma continentale laziale, dove in passato sono già stati effettuati dragaggi ripetuti nel tempo.

L'obiettivo di questo volume è quello di fornire uno strumento utile alle Amministrazioni impegnate nella pianificazione e gestione della risorsa sabbia, in accordo con quanto richiesto dalle norme nazionali e internazionali e con le politiche nazionali di sviluppo a tutela dell'ambiente marino e delle sue risorse.

---

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento

Il dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento è una pratica diffusa da decine di anni sia in Europa sia nel resto del mondo. In Italia, questo tipo di intervento ha cominciato ad affermarsi solo negli anni '90, grazie alla scoperta di depositi di sabbie relitte, localizzati lungo la piattaforma continentale italiana e potenzialmente sfruttabili ai fini di ripascimento. Alcuni di questi depositi sono stati in parte dragati già a partire dal 1994, come riportato nell'allegato 3 delle "Linee Guida Nazionali per la difesa della costa dai fenomeni di erosione e dagli effetti dei cambiamenti climatici" ([MATTM - Regioni, 2017](#)).

Il vantaggio, nel medio e lungo termine, di utilizzare i depositi di sabbie relitte a fini di ripascimento si concretizza nel rimettere in gioco quantitativi di sedimento considerevoli, progressivamente sottratti al sistema costiero durante le fasi di innalzamento del livello del mare nell'ultimo ciclo glacio-eustatico. Lo sfruttamento di tali depositi permette di disporre di grandi quantitativi di sabbia relativamente a basso costo e con caratteristiche per lo più simili a quelle delle spiagge attuali. Inoltre, considerate la profondità e la distanza dalla costa che generalmente caratterizzano i depositi presenti lungo la piattaforma continentale italiana, la loro coltivazione non interferisce con la dinamica costiera.

E' noto tuttavia che il dragaggio di sabbie relitte può generare impatti non trascurabili sull'ambiente marino. Con specifico riferimento all'area di dragaggio, i principali impatti sono quelli che agiscono sul fondo e sulla colonna d'acqua. Gli effetti sul fondo consistono sia in variazioni morfologiche e batimetriche sia in variazioni tessiturali e geotecniche dei sedimenti superficiali, dovute all'esposizione dei livelli di sedimento sottostanti. Effetti non trascurabili sono anche riconducibili alla risospensione in colonna d'acqua della frazione fine del sedimento movimentato, che può alimentare la formazione di *plume* di torbida (superficiali e profonde).

Per quanto concerne il comparto biotico, gli impatti più rilevanti sono quelli a carico delle comunità bentoniche sia per l'effetto diretto del prelievo di sedimento nell'area dragata, che determina una parziale o completa defaunazione, sia per la rideposizione del sedimento messo in sospensione dal dragaggio, che può generare effetti sulle comunità bentoniche delle aree limitrofe. Gli effetti del dragaggio possono, infine, ripercuotersi lungo tutta la catena trofica interessando anche i popolamenti ittici demersali.

In generale, gli effetti delle attività di movimentazione delle sabbie devono essere attentamente valutati soprattutto in presenza di habitat e/o specie particolarmente sensibili alle variazioni dei parametri abiotici e agli stress ambientali, come ad esempio le biocenosi delle praterie di *Posidonia oceanica* e del Coralligeno.

Per ulteriori approfondimenti sugli effetti indotti sull'ambiente marino dalle attività di dragaggio di sabbie *offshore* si rimanda ai lavori scientifici riportati nel capitolo "**Bibliografia di riferimento**".

## 1.2 La Proposta di Protocollo del 2006

La Proposta di Protocollo di monitoraggio ambientale, specifica per il dragaggio di sabbie relitte ai fini di ripascimento (Nicoletti *et al.*, 2006), di seguito denominato Protocollo del 2006, prevede l'esecuzione di specifici studi di monitoraggio ambientale, da eseguire nelle tre aree interessate dalle attività di movimentazione dei sedimenti ai fini di ripascimento: area di dragaggio, area di trasporto e area di ripascimento (figura 1.2.1).

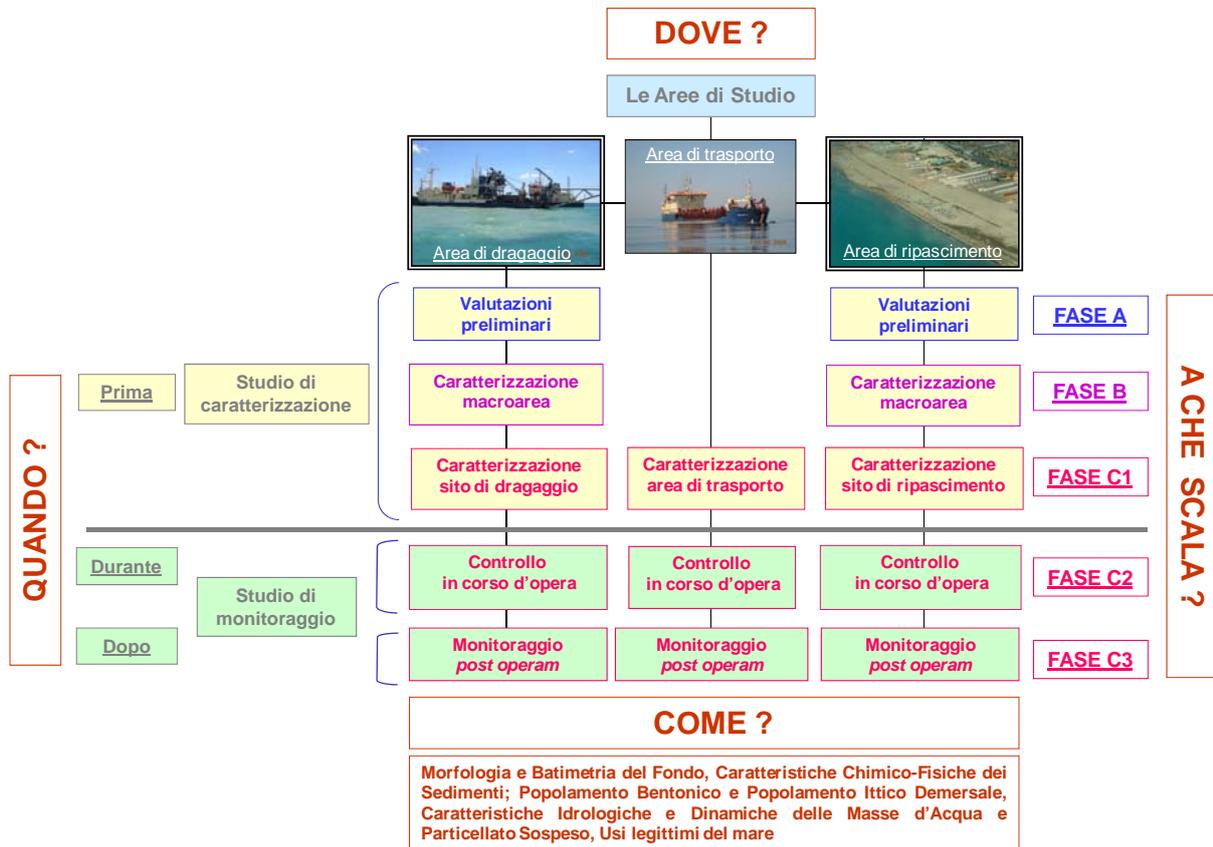
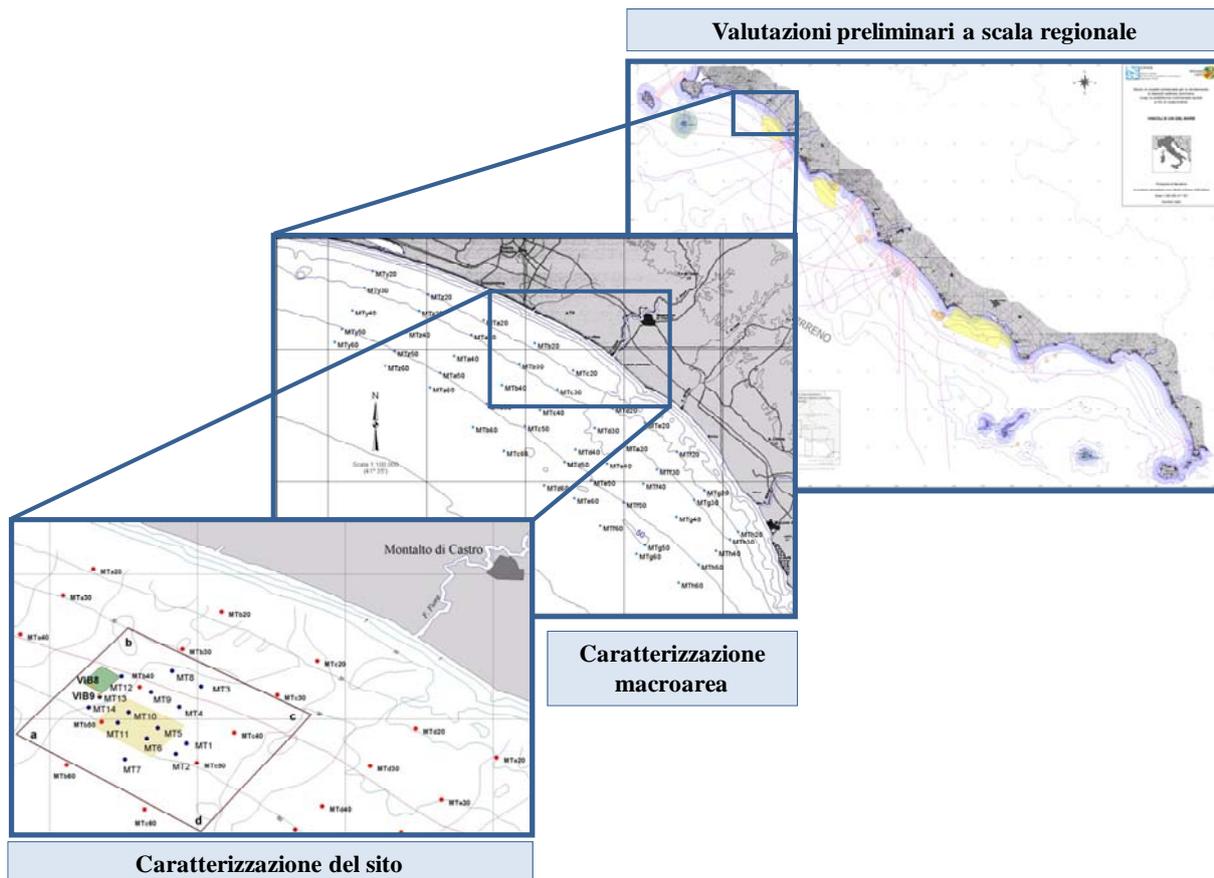


Figura 1.2.1 - Struttura generale del Protocollo di monitoraggio ambientale del 2006 (Nicoletti *et al.*, 2006).

Con particolare riferimento all'area di dragaggio, oggetto dell'aggiornamento presentato in questo volume, il Protocollo del 2006 si articola in studi di caratterizzazione (FASE A, FASE B e FASE C1) e di monitoraggio (FASE C2 e FASE C3), condotti a diversa scala spaziale (figura 1.2.2).

La caratterizzazione ambientale (che include le FASI A, B e C1) ha lo scopo di valutare se gli effetti indotti dalla movimentazione siano o meno sostenibili per l'ambiente e/o se debbano essere presi opportuni e specifici accorgimenti tecnico-operativi in fase di esecuzione delle attività.

Lo studio di monitoraggio ambientale (FASI C2 e C3) ha lo scopo di valutare gli effetti indotti sull'ambiente dalle attività di movimentazione dei sedimenti.



**Figura 1.2.2** – Scale spaziali adottate per le diverse fasi di indagine nel Protocollo di monitoraggio ambientale del 2006 (da Nicoletti et al., 2006).

Le diverse fasi di indagine, sono di seguito sintetizzate:

- FASE A (Caratterizzazione preliminare a scala regionale): raccolta e analisi dei dati di letteratura relativi a un'area vasta, estesa possibilmente almeno all'intera unità fisiografica;
- FASE B (Caratterizzazione della Macroarea): raccolta di dati sperimentali in un'area estesa (definita come Macroarea) che racchiude al suo interno il deposito di sabbie relitte;
- FASE C1 (Caratterizzazione del sito di dragaggio): esecuzione di indagini sperimentali sul sito di dragaggio e nelle sue immediate vicinanze, con lo scopo di fornire gli elementi necessari per richiedere l'autorizzazione alla movimentazione e per raccogliere i dati di "bianco" necessari per il confronto con i successivi studi di monitoraggio;
- FASE C2 (Monitoraggio in corso d'opera): esecuzione di indagini sperimentali, da condurre nella stessa area individuata nella FASE C1, al fine di individuare eventuali effetti generati durante il dragaggio, non prevedibili nell'*ante operam* e proporre eventuali soluzioni tecniche per minimizzare gli effetti attesi sull'ambiente marino;
- FASE C3 (Monitoraggio *post operam*): esecuzione di indagini sperimentali, da condurre nella stessa area delle FASI C1 e C2, mirate a valutare gli effetti del dragaggio e le modalità e i tempi di risposta dell'ambiente.

I principali parametri ambientali da investigare nelle diverse fasi di indagine sono quelli associati sia al comparto fisico (morfologia e batimetria del fondo, granulometria e chimica del sedimento, caratteristiche idrologiche e idrodinamiche della colonna d'acqua) sia a quello biotico (popolamento bentonico, habitat e specie protette e/o sensibili, popolamento ittico demersale).

### 1.3 Ulteriori studi di monitoraggio ambientale

Successivamente alla pubblicazione del Protocollo del 2006 (basato essenzialmente su studi ambientali condotti fino al 2004) ISPRA ha condotto ulteriori studi di monitoraggio ambientale in siti sottoposti a dragaggi singoli o ripetuti.

Nello specifico tali studi hanno riguardato gli effetti indotti sull'ambiente dalle attività di dragaggio a fini di ripascimento di alcuni depositi sabbiosi localizzati lungo le piattaforme continentali dei margini tirrenici e adriatici (**tabella 1.3.1**).

**Tabella 1.3.1** - Studi di caratterizzazione e di monitoraggio ambientale eseguiti da ISPRA e utilizzati per l'aggiornamento del Protocollo di Monitoraggio ambientale del 2006.

Deposito - sito indagato	Esecuzione Dragaggio	Studi ambientali
Deposito A2 (Mar Tirreno centrale)	Settembre 2005	FASE C1 (Settembre 2005) FASE C2 (Settembre 2005) FASE C3 (Maggio 2006) FASE C3 (Ottobre 2006)
Deposito D1 - sito AS (Mar Tirreno centrale)	Marzo-Giugno 2007	FASE C1 (Novembre 2006) FASE C2 (Aprile 2007) FASE C3 (Settembre 2007) FASE C3 (Febbraio 2008) FASE C3 (Novembre 2012)
Deposito C2 (Mar Tirreno centrale)	Marzo-Aprile 2006	FASE C1 (Aprile 2006) FASE C2 (Maggio 2006) FASE C3 (Ottobre 2006) FASE C3 (Aprile 2007) FASE C3 (Settembre 2007)
Deposito B - Area B1 (Mar Adriatico)	Dicembre 2006-Gennaio 2007	FASE C1 (Ottobre 2004) FASE C2 (Dicembre 2006) FASE C3 (Aprile 2007) FASE C3 (Febbraio 2008)

Un altro aspetto affrontato da ISPRA negli ultimi anni è quello relativo all'evoluzione morfologica e batimetrica a lungo termine dei fondi dragati, in quanto le informazioni specifiche disponibili in letteratura sono riferite esclusivamente a contesti geografici extra-mediterranei, quali ad esempio il mare del Nord, il margine atlantico del Nord America e il golfo del Messico ([Hitchcock e Bell, 2004](#); [Drucker et al., 2004](#); [SANDPIT, 2005](#); [Tillin et al., 2011](#)).

In tale contesto, ISPRA ha eseguito specifiche indagini geofisiche in tre depositi di sabbie relitte, localizzati lungo il margine tirrenico laziale, e sottoposti in passato a diversi dragaggi, ottenendo in questo modo dati sull'evoluzione morfo-batimetrica a lungo termine di fondi marini dragati ad alte profondità, in piattaforme continentali caratterizzate da ridotta dinamica ([ISPRA, 2015c](#)).

Questi risultati hanno quindi messo in evidenza la necessità di apportare alcune modifiche al Protocollo del 2006, sia per quanto concerne le fasi di indagine sia per quanto concerne le matrici ambientali da investigare.

## 2. IL PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO PER L'AREA DI DRAGAGGIO

Come già evidenziato nel Capitolo precedente (cfr. **paragrafo 1.3**), i risultati emersi dai più recenti studi di monitoraggio ambientale condotti da ISPRA in diversi siti interessati da dragaggio (Marzialetti *et al.*, 2006; La Porta *et al.*, 2009; Loia *et al.*, 2009; Nicoletti *et al.*, 2009; Nonnis *et al.*, 2011, 2015; Paganelli *et al.*, 2013; ICRAM, 2006b, c; 2007a, b, c, d, e, f; 2008a, b, c; ISPRA, 2008a, b; 2009; 2011a, b; 2012a, b; 2013; 2014a, b, c; 2015a, b), unitamente alle indagini geofisiche condotte sui depositi dragati lungo il margine continentale tirrenico (ISPRA, 2015c), hanno portato all'aggiornamento della Proposta di Protocollo del 2006, con esclusivo riferimento all'area di dragaggio.

In **tabella 2.1.1** viene riportato, sinteticamente, il confronto fra il Protocollo del 2006 e il Protocollo oggetto di questo volume; le principali differenze, relative all'articolazione delle diverse fasi e ai parametri da indagare, vengono discusse di seguito.

**Tabella 2.1.1** - Confronto fra il Protocollo del 2006 e il Protocollo di Monitoraggio presentato in questo volume.

		Protocollo di Monitoraggio Ambientale (2006)	Protocollo di Monitoraggio Ambientale (2018)
<b>FASI</b>	<b>Caratterizzazione ambientale preliminare</b>	FASE A	Da realizzare contemporaneamente alla FASE B (FASE AB)
	<b>Caratterizzazione della Macroarea</b>	FASE B	Da realizzare contemporaneamente alla FASE A (FASE AB)
	<b>Caratterizzazione del sito di dragaggio</b>	FASE C1, sempre prevista	FASE C1, sempre prevista
	<b>Monitoraggio in corso d'opera</b>	FASE C2, sempre prevista	FASE C2, prevista solo in presenza di habitat protetti entro 5 km dal sito di dragaggio
	<b>Monitoraggio <i>post operam</i></b>	FASE C3, sempre prevista	FASE C3, sempre prevista
<b>PARAMETRI</b>	<b>Morfologia e batimetria del fondo</b>	FASE C1 e C3 (sito di dragaggio)	FASE C1 e C3 (intero deposito)
	<b>Sedimenti (granulometria)</b>	FASI C1, C3	FASI C1, C3
	<b>Sedimenti (chimica)</b>	FASE C1	FASE C1
	<b>Colonna d'Acqua</b>	FASE C1, C2, C3	In FASE C2, quando prevista
	<b>Popolamento bentonico</b>	FASE C1, C2, C3	FASE C1 e C3
	<b>Popolamento ittico</b>	FASI C1, C3	FASI C1, C3

---

### Caratterizzazione Ambientale Preliminare, FASE AB

Negli ultimi dieci anni, anche in ottemperanza a quanto richiesto nell'ambito di Direttive europee quali la *Marine Strategy Framework Directive* (2008/56/EC) e la *Maritime Spatial Planning* (2014/89/EC), la conoscenza dell'ambiente marino di piattaforma a scala nazionale ha subito un notevole miglioramento, sia per l'acquisizione di nuovi dati sia per la "rilettura critica" di dati preesistenti, intesa come riorganizzazione e digitalizzazione di dati pregressi all'interno di specifici database.

L'implementazione e il costante aggiornamento di specifici database permette di disporre, in tempi rapidi, di cartografie tematiche alla scala richiesta, aggiornate con i dati disponibili e che consentano di volta in volta di identificare gli eventuali *gap* conoscitivi, semplificando notevolmente la fase di raccolta dei dati esistenti.

Sulla base di tali considerazioni sono state unite la FASE A (Caratterizzazione preliminare a scala regionale, su base bibliografica) e la FASE B (Caratterizzazione della macroarea) in un'unica fase di Caratterizzazione ambientale preliminare, denominata FASE AB.

La FASE AB (Caratterizzazione ambientale preliminare) ha lo scopo di:

- verificare la disponibilità e l'adeguatezza dei dati ambientali necessari ai fini della valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio e identificare eventuali *gap* conoscitivi (dati ambientali che necessitano di aggiornamento e/o implementazione);
- fornire le informazioni necessarie per l'esecuzione delle indagini ambientali sperimentali (campagne di acquisizione *in situ*) necessarie per colmare i *gap* conoscitivi eventualmente individuati;
- valutare preliminarmente la compatibilità ambientale del dragaggio.

L'estensione dell'area di indagine da considerare nella FASE AB è definita da un *buffer* di 5 km (circa 3 mn) intorno ai depositi di sabbie relitte potenzialmente sfruttabili ai fini di ripascimento. Per definire l'estensione di tale *buffer* (considerato come limite cautelativo) si è fatto riferimento alla massima estensione della *plume* di torbida, stimata e/o misurata per diversi dragaggi di sabbie marine, e all'interno della quale si potrebbero avere effetti ambientali significativi a causa della deposizione dei sedimenti risospesi (Hitchcock e Bell, 2004; Roman-Sierra *et al.*, 2011; Duclos *et al.*, 2013; Capello *et al.*, 2014; Spearman, 2015).

### FASE C2 solo in presenza di habitat e/o specie sensibili

La seconda modifica prevede che la FASE C2 di Monitoraggio in corso d'opera venga eseguita solo in presenza di habitat e/o specie sensibili e protetti (Direttiva Habitat 92/43/CEE) in prossimità del sito di dragaggio e comunque entro un *buffer* di 5 km dallo stesso. Entro tale distanza, come detto in precedenza, gli effetti della rideposizione del sedimento fine potrebbero essere non trascurabili.

La FASE C2 prevede l'esecuzione di specifiche campagne di rilevamento al fine di monitorare l'evoluzione spaziale e temporale della *plume* di torbida generata dal dragaggio. In particolare, deve essere messo a punto un disegno di campionamento (ad esempio identificando frequenza, numerosità e distribuzione delle stazioni di monitoraggio) idoneo a rilevare la dinamica dei solidi sospesi in colonna d'acqua in funzione della variabilità delle condizioni ambientali del sito (ad esempio meteo-climatiche e oceanografiche) e delle modalità operative previste per il dragaggio (ad esempio tipologia e tempistica).

Inoltre, al fine di rilevare la naturale variabilità dei parametri ambientali di interesse, le campagne di indagine devono essere avviate preliminarmente all'inizio delle attività di dragaggio ed eseguite per un periodo sufficientemente esteso in rapporto alla durata prevista nel progetto di dragaggio (John *et al.*, 2000; HR Wallingford Ltd and Dredging Research, 2003; PIANC, 2010; EPA, 2011).

Tale scelta è scaturita dai risultati dei più recenti studi ambientali condotti da ISPRA durante diversi dragaggi di sabbie relitte (**tabella 1.2.1**), che hanno evidenziato come i livelli di torbidità "significativi", in relazione alle possibili ripercussioni indotte sull'ambiente marino, si esauriscano su brevi scale spaziali e temporali. Il piano di campionamento potrebbe essere, inoltre, ottimizzato

---

utilizzando modelli matematici per approfondire ulteriormente lo studio dei fenomeni di trasporto e deposizione dei solidi risospesi (PIANC, 2010; EPA, 2011; GBRMPA, 2012; Spearman, 2015; Lisi *et al.*, 2017) e prevedere con un maggior grado di attendibilità l'area potenzialmente interessata dall'estensione della *plume* (**paragrafo 2.2.2**).

Inoltre, essendo la defaunazione dei popolamenti bentonici un evento sempre osservato durante le attività di dragaggio, si è scelto di eliminare in FASE C2 il relativo monitoraggio. Questo in considerazione del fatto che le informazioni derivanti da eventuali indagini in corso d'opera, relative ai popolamenti bentonici presenti, si limiterebbero a confermare quanto atteso, senza aggiungere informazioni sostanziali ai fini della valutazione dell'impatto.

#### Indagini morfo-batimetriche estese all'intero deposito

L'ultima modifica apportata prevede l'esecuzione di rilievi morfo-batimetrici, in precedenza limitati al solo sito di dragaggio, all'intero deposito, sia nella FASE C1 (Caratterizzazione del sito di dragaggio) sia nella FASE C3 (Monitoraggio *post operam*).

Disporre di dati geofisici estesi all'intero deposito di sabbie relitte permette, infatti, di verificare non solo il rispetto dell'area autorizzata al dragaggio, ma anche possibili scarichi di sedimento in fase di carico e trasporto della sabbia, come osservato in siti dragati lungo il margine continentale tirrenico (ISPRA, 2015c).

L'eventuale scarico di sedimento associato al dragaggio (ad esempio scarichi di emergenza o lavaggio delle stiva di carico) deve essere attentamente monitorato in quanto potrebbe generare effetti non trascurabili sull'ambiente nonché inficiare anche la qualità del deposito in rapporto a possibili futuri dragaggi.

---

## 2.1 Le fasi del Protocollo di Monitoraggio

Al fine di facilitare l'applicazione del Protocollo di Monitoraggio per l'area di dragaggio, in questo paragrafo vengono riportate le schede di sintesi, esplicative delle attività da condurre per ogni singola fase di indagine, corredate dai relativi diagrammi di flusso.

### *FASE AB: CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE PRELIMINARE - SCHEDA n. 1*

#### ***Area di studio***

Area in cui sono presenti uno o più depositi di sabbie relitte. L'estensione dell'area è data da un *buffer* di almeno 5 km (ca. 3 mn) attorno al perimetro del deposito/i.

#### ***Raccolta e gestione delle informazioni disponibili relative alle criticità ambientali-amministrative<sup>(1)</sup>:***

- Zone di protezione ecologico-ambientale: aree archeologiche marine; aree marine protette (AMP); aree naturali marine protette (Oasi Blu WWF); aree protette territoriali costiere (parchi e riserve naturali); aree specialmente protette del mediterraneo (ASPIM); parchi archeologici sommersi; siti Rete Natura 2000 (SIC, ZSC e ZPS); zone marine di ripopolamento e zone marine di tutela biologica, aree di nursery delle specie ittiche demersali;
- zone amministrative marine: acque territoriali, fascia delle 3 mn dalla costa o fascia compresa entro i 50 m di profondità, qualora la profondità di 50 m sia raggiunta entro le 3 mn dalla costa;
- zone di navigazione regolamentata: zone di divieto ancoraggio e pesca, poligoni militari, cavi, condotte, oleodotti e relative zone di interdizione, strutture terminali e offshore e relative zone di interdizione, aree di sversamento dei materiali portuali (*dumping*);
- altri usi legittimi del mare: aree destinate alla maricoltura (molluschi e specie ittiche), barriere artificiali sommerse, depositi di sabbie relitte, concessioni minerarie (idrocarburi).

#### ***Risultati derivati dalle informazioni disponibili relative alle criticità ambientali-amministrative***

In assenza di criticità ambientali-amministrative → raccolta e gestione delle informazioni ambientali disponibili.

In presenza di criticità ambientali-amministrative → valutazione preliminare della compatibilità al dragaggio:

- il dragaggio è compatibile → raccolta e gestione delle informazioni ambientali disponibili;
- il dragaggio è compatibile con restrizioni → raccolta e gestione delle informazioni ambientali disponibili;
- il dragaggio non è compatibile.

#### ***Raccolta e gestione delle informazioni ambientali relativi ai seguenti parametri<sup>(1)</sup>:***

- morfologia e batimetria del fondo;
- granulometria dei sedimenti superficiali;
- chimica dei sedimenti superficiali:
  - sostanza organica o carbonio organico totale (TOC);
  - metalli ed elementi in tracce;
  - microinquinanti organici;
- correnti prevalenti;
- solidi sospesi (totali, organici e inorganici) e torbidità;
- popolamento bentonico (bionomia bentonica, biocenosi bentoniche, presenza di specie e habitat sensibili e/o protetti);
- popolamento ittico demersale (aree di *nursery* e aree di riproduzione delle specie ittiche di interesse commerciale).

---

***Verifica delle informazioni disponibili per la valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio (da effettuare sulla base di un giudizio esperto)***

Informazioni sufficienti → Valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio.

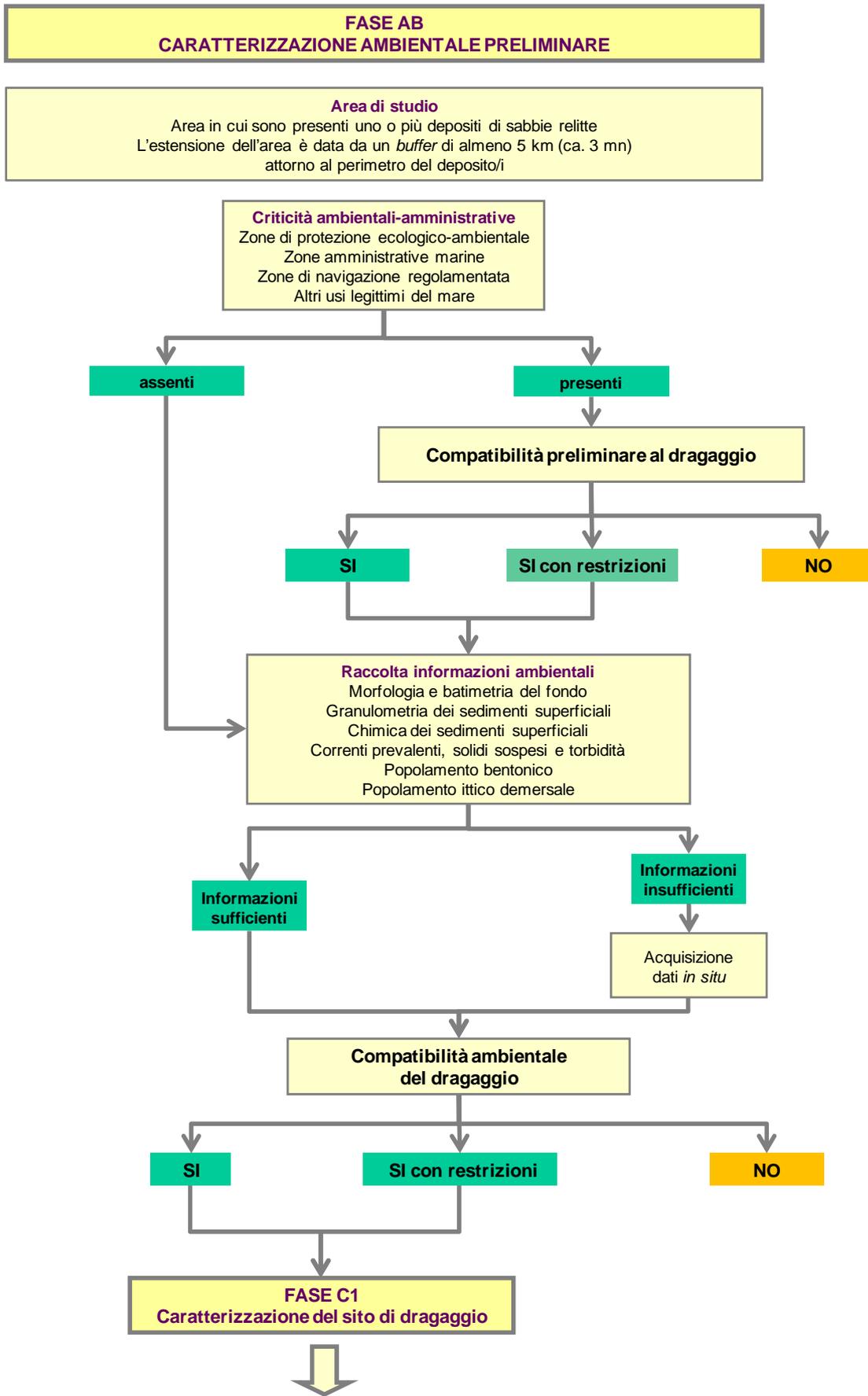
Informazioni insufficienti → Predisposizione di campagne oceanografiche per l'acquisizione dei dati mancanti (acquisizione dati *in situ*) e successiva valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio.

***Valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio (da effettuare sulla base di un giudizio esperto)***

- il dragaggio è compatibile → FASE C1 (Caratterizzazione del sito di dragaggio);
- il dragaggio è compatibile con restrizioni → FASE C1 (Caratterizzazione del sito di dragaggio);
- il dragaggio non è compatibile.

Il diagramma di flusso relativo alle indagini di caratterizzazione ambientale preliminare (FASE AB) è riportato in **figura 2.1.1**.

(1) Tutti i dati devono essere organizzati in un Sistema Informativo dedicato (**paragrafo 2.2.1**)



**Figura 2.1.1** - Diagramma di flusso relativo alle indagini di caratterizzazione ambientale preliminare (FASE AB).

**Area di studio**

Sito di dragaggio e aree limitrofe.

**Piano di campionamento**

Il piano di campionamento è sito-specifico e la disposizione delle stazioni (interne ed esterne al sito di dragaggio) deve tener conto delle caratteristiche ambientali dell'area di studio (morfologia del fondo, natura dei sedimenti, direzioni delle correnti principali, presenza di habitat e/o specie sensibili ecc.) e delle dimensioni del sito di dragaggio.

Le indagini geofisiche per la caratterizzazione morfologica e batimetrica del fondo non dovranno essere limitate al sito di dragaggio ma estese all'intero deposito.

Il piano di campionamento per siti di dragaggio di 1 km<sup>2</sup> deve prevedere almeno 3 stazioni all'interno del sito e 9 stazioni all'esterno. Per siti di dimensioni maggiori di 1 km<sup>2</sup>, il numero di stazioni dovrà essere incrementato sulla base delle dimensioni del sito di dragaggio e delle caratteristiche dell'area di indagine.

Per lo studio del popolamento ittico demersale si deve prevedere l'esecuzione di specifiche campagne di pesca stagionali mirate a verificare lo stato delle aree di *nursery* e delle aree di riproduzione delle specie ittiche di interesse commerciale.

**Raccolta e gestione dei dati ambientali relativi ai seguenti parametri <sup>(1)</sup>:**

- morfologia e batimetria del fondo (estesa all'intero deposito);
- granulometria dei sedimenti superficiali;
- chimica dei sedimenti superficiali:  
per la scelta degli analiti si è fatto riferimento a quelli ambientalmente più significativi e a quanto riportato nella normativa vigente (Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e nel Decreto Legislativo 13 ottobre 2015, n. 172 "Attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE e 105/2008/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque").

Nello specifico:

- sostanza organica e carbonio organico totale (TOC); fosforo e azoto totali;
- metalli ed elementi in traccia:  
Al, As, Cd, Cr<sub>tot</sub>, Pb, Fe, Mn, Hg, Ni, Cu, V, Sn e Zn (abbondanze totali in tutte le stazioni; estrazioni sequenziali solo nelle stazioni interne al sito da dragare);
- microinquinanti organici:  
IPA (idrocarburi policiclici aromatici) totali e singoli congeneri: fluorantene, naftalene, antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)perilene, indopirene, acenaftene, fluorene, fenantrene, pirene, benzo(a)antracene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, indeno(1,2,3,c-d)pirene;  
pesticidi organoclorurati: aldrin, dieldrin,  $\alpha$ -esaclorocicloesano,  $\beta$ -esaclorocicloesano,  $\gamma$ -esaclorocicloesano (lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni famiglia somma degli isomeri 2,4 e 4,4);  
PCB (policlorobifenili) sommatoria e singoli congeneri: PCB28, PCB52, PCB77, PCB81, PCB101, PCB118, PCB126, PCB128, PCB138, PCB153, PCB156, PCB169, PCB180;  
esaclorobenzene;  
composti organostannici: TBT (tributilstagno), DBT (dibutilstagno) e MBT (monobutilstagno).
- granulometria dei sedimenti profondi;
- chimica dei sedimenti profondi <sup>(2)</sup>  
sostanza organica e carbonio organico totale (TOC);

---

metalli ed elementi in traccia:

Al, As, Cd, Cr<sub>tot</sub>, Pb, Fe, Mn, Hg, Ni, Cu, V, Sn e Zn (abbondanze totali)

- popolamento bentonico (bionomia bentonica, biocenosi bentoniche, presenza di specie e habitat sensibili e/o protetti);
- popolamento ittico demersale (aree di *nursery* e aree di riproduzione delle specie ittiche di interesse commerciale).

In particolare, per la chimica dei sedimenti superficiali, il campionamento deve essere eseguito il più possibile a ridosso dell'inizio delle attività di dragaggio.

***Valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio (da effettuare sulla base di un giudizio esperto)***

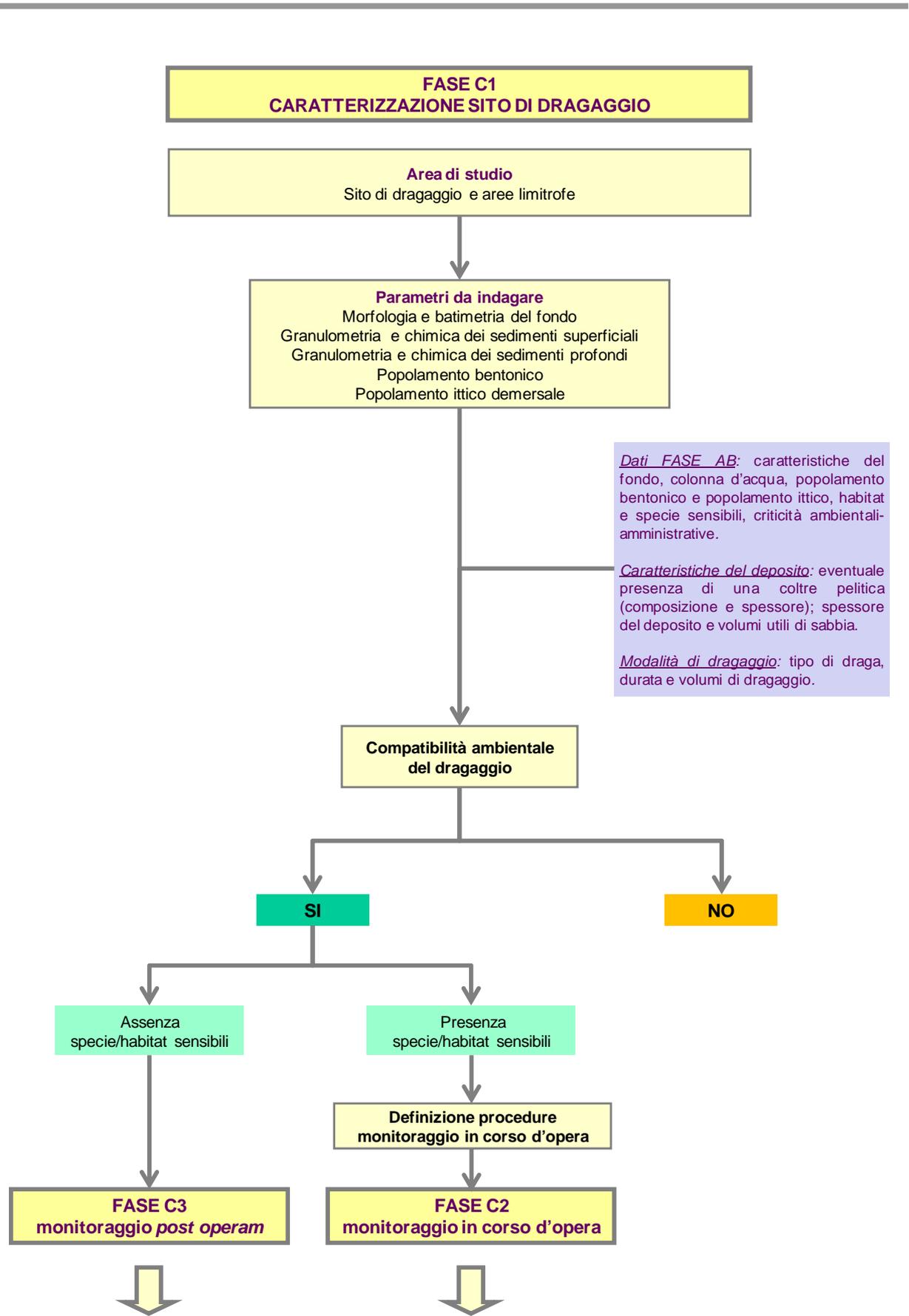
Per valutare la compatibilità ambientale del dragaggio deve essere condotta un'analisi critica dei dati acquisiti, integrati con quelli ottenuti nella FASE AB (usi legittimi del mare, habitat e specie sensibili, ecc.), con le informazioni relative alle caratteristiche geologiche del deposito (spessore della pelite superficiale, volumi utili ecc.) e con le modalità tecnico-operative previste per la movimentazione (tipo di draga, durata e volumi di dragaggio, ecc.):

- il dragaggio è compatibile: in assenza di specie e/o habitat sensibili → FASE C3 (Monitoraggio *post operam*);
- il dragaggio è compatibile: in presenza di specie e/o habitat sensibili → FASE C2 (Monitoraggio in corso d'opera), definizione delle procedure di esecuzione (tempi e modi);
- il dragaggio non è compatibile.

Il diagramma di flusso relativo alle indagini previste per la caratterizzazione del sito di dragaggio (FASE C1) è riportato in **figura 2.1.2**.

<sup>(1)</sup> Tutti i dati raccolti devono essere organizzati in un Sistema Informativo dedicato (**paragrafo 2.2.1**)

<sup>(2)</sup> In almeno 3 carote, a quote significative, al fine di caratterizzare il deposito sabbioso



**Figura 2.1.2** - Diagramma di flusso relativo alle indagini previste per la caratterizzazione del sito di dragaggio (FASE C1).

Questa fase viene condotta solo se, entro un *buffer* di 5 km (ca. 3 mn) dal sito di dragaggio, sono presenti specie e/o habitat sensibili.

**Area di studio**

Sito di dragaggio esteso alle aree caratterizzate dalla presenza di specie e/o habitat sensibili.

**Raccolta e gestione dei dati ambientali relativi a <sup>(1)</sup>:**

- correnti (direzione, intensità);
- solidi sospesi (organico, inorganico e totali) e torbidità.

Per una corretta valutazione dell'evoluzione spazio-temporale della *plume* di torbida, il piano di campionamento deve tenere conto delle modalità tecnico-operative del dragaggio (come tipo di draga, velocità del ciclo di dragaggio, volumi e durata del dragaggio ecc.), nonché della localizzazione di specie e/o habitat sensibili.

Le indagini sperimentali devono essere effettuate esclusivamente prima dell'avvio e durante le attività di dragaggio dei sedimenti. Per lo studio della dinamica della *plume* è auspicabile utilizzare un approccio metodologico che integri l'acquisizione di dati di campo con l'utilizzo di modelli matematici <sup>(2)</sup>.

**Valutazione dell'impatto ambientale del dragaggio (da effettuare sulla base di un giudizio esperto)**

L'analisi critica dei dati disponibili e acquisiti permetterà di verificare l'eventuale coinvolgimento di specie e/o habitat sensibili:

- il dragaggio può proseguire → FASE C3 Monitoraggio *post operam*;
- il dragaggio può proseguire solo con specifiche restrizioni e/o prescrizioni tecniche → FASE C3 Monitoraggio *post operam*.

Il diagramma di flusso relativo alle indagini previste per il monitoraggio in corso d'opera (FASE C2) è riportato in **figura 2.1.3**.

(1) Tutti i dati raccolti devono essere organizzati in un Sistema Informativo dedicato (**paragrafo. 2.2.1**).

(2) Per approfondimenti circa l'uso della modellistica a supporto del monitoraggio della *plume* di torbida, si rimanda al **paragrafo. 2.2.2**.

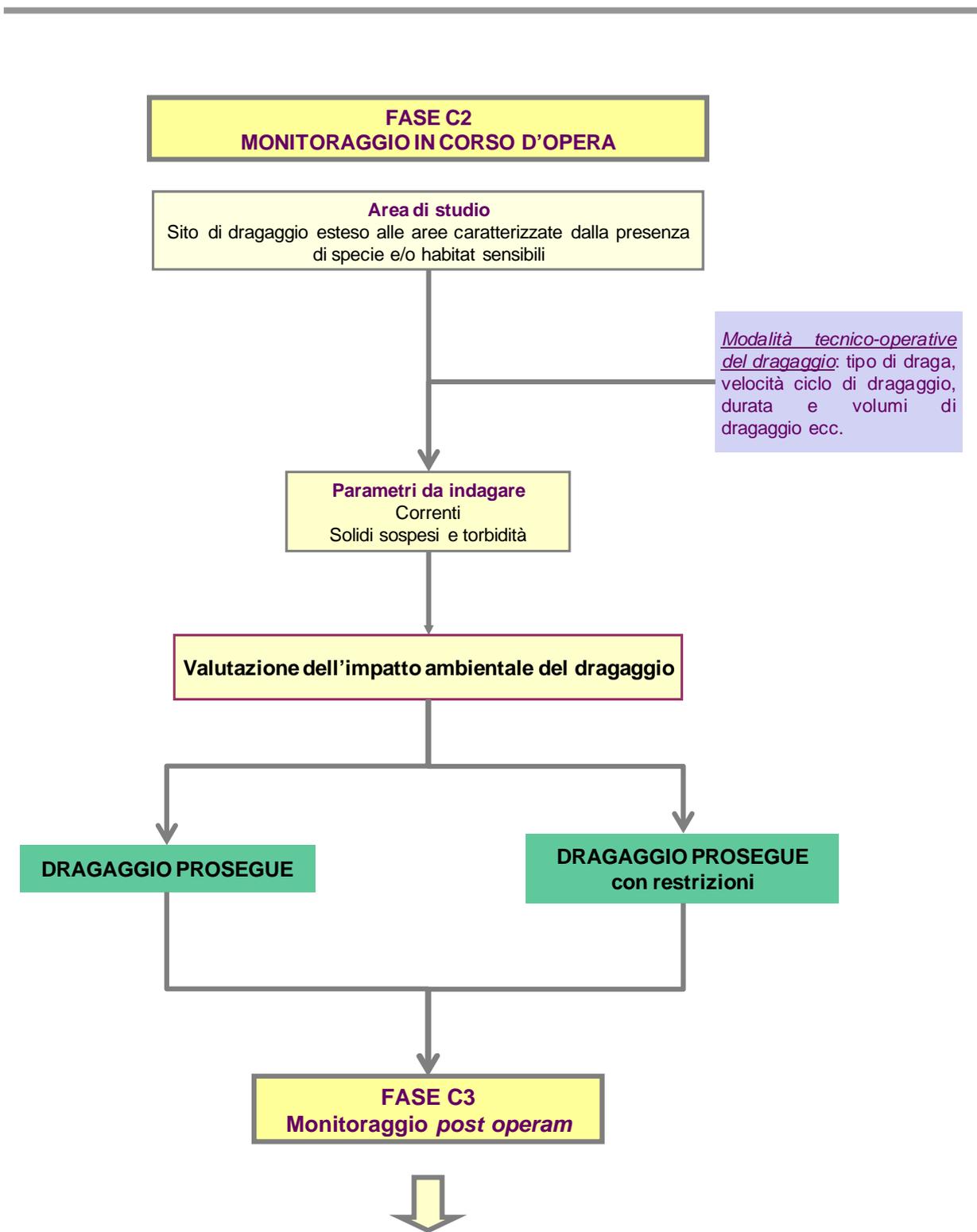


Figura 2.1.3 – Diagramma di flusso relativo alle indagini previste per il monitoraggio in corso d'opera (FASE C2).

**Area di studio**

Stessa area e stesse stazioni individuate nella FASE C1.

**Raccolta e gestione dei dati ambientali relativi ai parametri <sup>(1)</sup>:**

- morfologia e batimetria del fondo (rilevamento esteso all'intero deposito);
- granulometria dei sedimenti superficiali;
- popolamento bentonico (bionomia bentonica, biocenosi bentoniche, specie e habitat sensibili e/o protetti);
- popolamento ittico demersale (aree di *nursery* e aree di riproduzione delle specie ittiche di interesse commerciale).

Il monitoraggio della morfologia e della batimetria del fondo deve essere eseguito almeno una volta dopo ogni dragaggio su tutto il deposito di sabbie relitte.

Il monitoraggio della granulometria dei sedimenti superficiali e del popolamento bentonico deve essere eseguito nella stessa stagione e nelle stesse stazioni di campionamento individuate nella FASE C1 e deve coprire un arco temporale di almeno 2 anni.

Il monitoraggio del popolamento ittico demersale deve prevedere l'esecuzione di specifiche campagne di pesca stagionali mirate a verificare lo stato delle aree di *nursery* e delle aree di riproduzione delle specie ittiche di interesse commerciale.

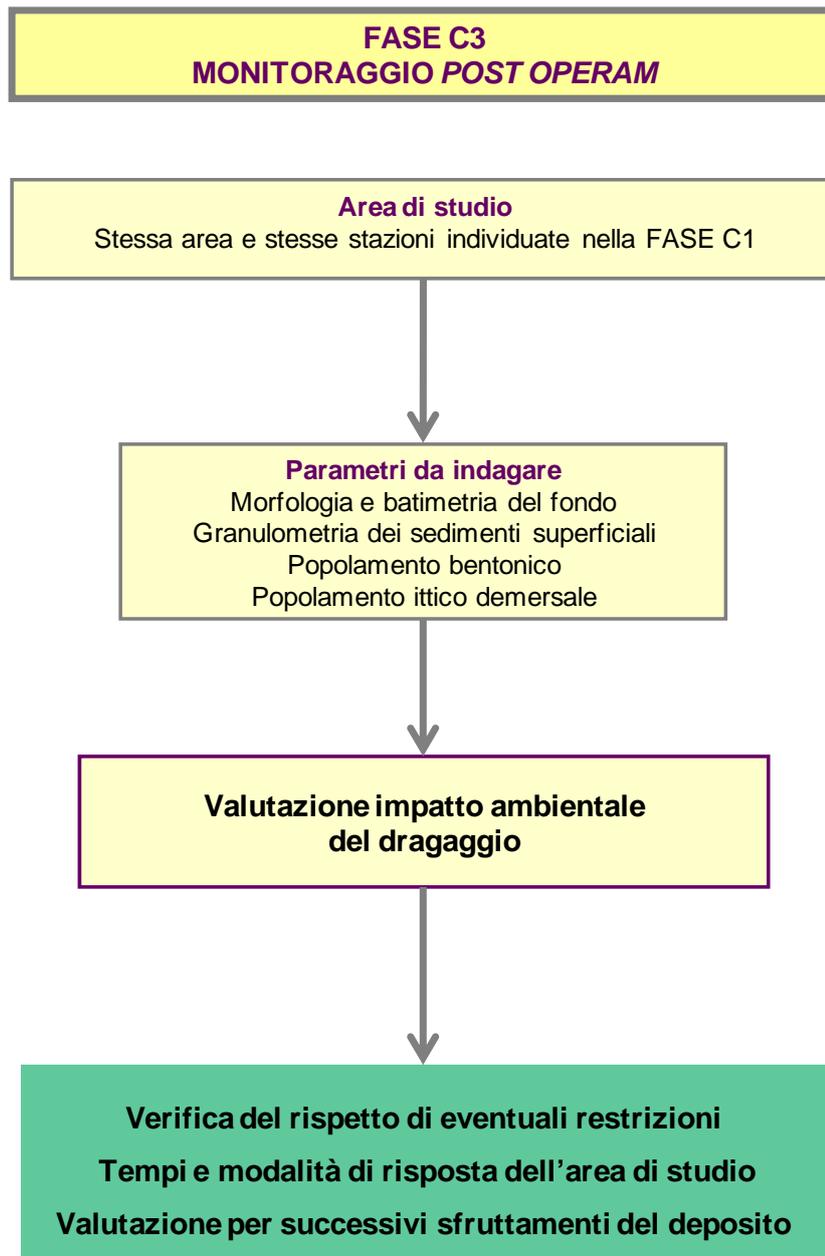
**Valutazione dell'impatto ambientale del dragaggio (da effettuare sulla base di un giudizio esperto)**

I risultati del monitoraggio forniscono informazioni utili per:

- verificare il rispetto delle eventuali restrizioni richieste;
- stimare tempi e modalità di risposta dell'area interessata dagli effetti del dragaggio;
- valutare la possibilità di ulteriori sfruttamenti del deposito.

Il diagramma di flusso relativo alle indagini previste per il monitoraggio *post operam* (FASE C3) è riportato in **figura 2.1.4**.

<sup>(1)</sup> Tutti i dati ambientali raccolti devono essere organizzati in un Sistema Informativo dedicato (**paragrafo 2.2.1**).



**Figura 2.1.4** - *Diagramma di flusso relativo alle indagini previste per il monitoraggio post operam (FASE C3).*

---

## 2.2 Gli strumenti di supporto per il Protocollo di Monitoraggio

### 2.2.1. Il Sistema Informativo per l'archiviazione e la gestione delle informazioni ambientali

In considerazione della multidisciplinarietà dei dati ambientali da raccogliere è utile disporre di uno strumento gestionale che supporti l'archiviazione, la visualizzazione e l'analisi dei dati ambientali raccolti durante il dragaggio di sabbie relitte. In particolare, anche in linea con quanto previsto dalle principali Direttive europee in ambito marino (ad esempio *Marine Strategy Framework Directory* e *Maritime Spatial Planning*), è auspicabile prevedere la predisposizione di una specifica banca dati georiferita (geodatabase) e facilmente consultabile (Grande *et al.*, 2015).

Il sistema di gestione delle informazioni e dei dati ambientali (ad esempio dati relativi alla morfologia e batimetria del fondo, alle caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti e della colonna d'acqua, dati correntometrici, dati sul popolamento bentonico e ittico demersale, informazioni relative alla presenza di habitat sensibili e/o protetti) deve essere realizzato in modo da poter essere fruibile dagli Enti e dai tecnici coinvolti (Enti di controllo, Università ecc.) in tale ambito.

Le informazioni ambientali (sperimentali e bibliografiche) devono essere raccolte e organizzate in uno specifico formato standardizzato al fine di poter disporre di dati omogenei e facilmente gestibili in tutte le fasi di indagine. Inoltre, deve essere prevista la restituzione del dato sottoforma di *output* specifici (tabelle, cartografie e report) in modo da agevolare sia la visualizzazione sia il confronto dei risultati ottenuti.

Nel caso specifico del monitoraggio ambientale in corso d'opera, il sistema di gestione deve prevedere anche l'acquisizione di informazioni sulle modalità tecniche e operative previste per l'esecuzione del dragaggio (quali tipo di draga, ciclo di lavoro, produttività oraria/giornaliera), particolarmente utili per la valutazione degli eventuali effetti indotti sull'ambiente marino. Inoltre, nel caso si utilizzino strumenti per acquisizioni in continuo (ad esempio di dati ondamentrici, correntometrici e di solidi sospesi lungo la colonna d'acqua) potrebbe essere prevista la gestione del dato trasmesso nella banca dati in tempo reale.

Al fine di rendere maggiormente fruibile lo strumento proposto, si suggerisce di sviluppare un sistema del tipo Web-GIS in grado di gestire, in modalità integrata, informazioni cartografiche e alfanumeriche, con possibilità di divulgare le informazioni contenute nel geodatabase in rete, mediante specifiche applicazioni WEB.

---

### 2.2.2 La modellistica a supporto del monitoraggio della plume di torbida

Studi di letteratura e linee guida internazionali raccomandano l'utilizzo di modelli numerici, unitamente all'acquisizione di dati di campo, per definire, in termini di variabilità spatio-temporale la concentrazione di solidi in sospensione lungo la colonna d'acqua, la dinamica della *plume* di torbida generata durante il dragaggio e le possibili ripercussioni indotte sull'ambiente marino (e.g. [PIANC, 2010](#); [EPA, 2011](#); [GBRMPA, 2012](#); [Lisi et al., 2016](#); [2017](#); [Spearman, 2015](#); [Feola et al., 2016](#)).

È auspicabile che la pianificazione delle attività di monitoraggio in corso d'opera siano supportate dall'utilizzo di modelli matematici. Nello specifico, i modelli matematici implementati possono essere di ausilio per individuare le aree a maggiore criticità ambientale, in relazione sia all'estensione della *plume* sia alla durata dei superamenti di concentrazione di sedimenti sospesi rispetto a livelli di riferimento sito-specifici individuati e che potrebbe produrre impatti sugli habitat e sulle specie sensibili presenti.

I modelli matematici devono essere opportunamente calibrati e validati. Pertanto, qualora non siano disponibili dataset adeguati, è necessario prevedere specifiche campagne di misura. In particolare, si consiglia la raccolta di informazioni e dati relativamente a:

- clima anemometrico e ondometrico;
- regime delle correnti (direzione e intensità);
- parametri oceanografici della colonna d'acqua (T, S, torbidità ecc.), anche ai fini della calibrazione della strumentazione (ad esempio correntometro ADCP, fisso o da imbarcazione);
- concentrazione di sedimenti lungo la colonna d'acqua, anche ai fini della calibrazione della strumentazione (ad esempio correntometro ADCP, fisso o da imbarcazione, e sonda multiparametrica CTD) e delle immagini satellitari (qualora ne sia previsto l'uso);
- portate liquide e solide dei maggiori corsi d'acqua (se significativi in relazione alla profondità e alla distanza dalla costa);
- batimetria del fondo;
- natura del sedimento da movimentare.

Le serie temporali dei risultati dei modelli, calibrati con l'utilizzo di dati di campo e/o telerilevati, devono essere abbastanza lunghe da riprodurre la variabilità spatio-temporale dei solidi in sospensione e al fondo, così da includere le forzanti marine più rappresentative. A tal fine, preliminarmente alle attività di dragaggio, devono essere avviate specifiche ricognizioni di dati esistenti o eseguite apposite campagne sperimentali. Tali informazioni dovranno essere caratterizzate da frequenze temporali adeguate ed estendersi per un periodo sufficiente per definire la variabilità naturale dei parametri ambientali di interesse ([John et al., 2000](#); [HRWallingford Ltd and Dredging Research, 2003](#); [PIANC, 2010](#); [EPA, 2011](#)).

Particolare attenzione, inoltre, deve essere posta alla presenza dell'eventuale stratificazione verticale della colonna d'acqua. A tal fine, si consiglia l'utilizzo di approcci numerici di tipo tridimensionale per riprodurre la dinamica della *plume* a diverse distanze dall'area di dragaggio. Infine, per la valutazione dei possibili effetti indotti sull'ambiente è importante che la "sorgente di rilascio dei sedimenti" (per risospensione e/o per *overflow*) sia introdotta nel modello tenendo conto dei diversi parametri tecnico-operativi del dragaggio ([Becker et al., 2015](#); [Lisi et al., 2016](#); [2017](#)), quali ad esempio: tipo di draga, produttività media giornaliera, velocità del ciclo di dragaggio, durata e volume complessivo dei sedimenti da dragare, tipologia del sedimento dragato e frazione granulometrica rilasciata in colonna d'acqua.

### 3. VERSO UNO SFRUTTAMENTO SOSTENIBILE E A LUNGO TERMINE DEI DEPOSITI DI SABBIE RELITTE

Negli ultimi anni la risorsa sedimento, e nello specifico il sedimento proveniente dai depositi di piattaforma, ha assunto un valore fondamentale per la difesa sostenibile della costa dall'erosione e dagli effetti del cambiamento climatico, soprattutto in un ambiente peculiare come quello mediterraneo.

La ridotta estensione della piattaforma continentale e di conseguenza la ridotta superficie disponibile per i depositi di sedimenti relitti, comporta l'esigenza di adottare specifiche politiche di tutela per tale risorsa, finalizzate alla sua individuazione e caratterizzazione nonché alla gestione sostenibile dei sedimenti, così come prospettato anche nell'ambito della "Carta di Bologna 2012" (<http://www.bolognacharter.eu/>).

In Italia è stata, inoltre, ribadita la necessità di considerare i sedimenti sabbiosi relitti come una risorsa strategica, da destinare esclusivamente a operazioni di alimentazione della fascia costiera. E' stato stimato (MATTM - Regioni, 2017) che in Italia in circa 20 anni (1994-2016) siano stati estratti circa 20,8 Mm<sup>3</sup> di sabbie marine da destinare al ripascimento di litorali in erosione (**tabella 3.1**).

**Tabella 3.1** - Dragaggi di depositi sabbiosi in Italia. Dati aggiornati al 2016 (da MATTM - Regioni, 2017 modificato).

Bacino	Deposito sabbie Marine	Anno di dragaggio	Volume dragato (m <sup>3</sup> )
		1997	1.921.604
		1998	4.097.119
		2000	565.362
Mare Adriatico	Foci Tagliamento e Adige	2003	351.000
		2004	296.485
		2013	100.000
		2014	92.875
		1999	895.000
Mar Tirreno	Anzio D1	2003	1.987.842
		2007	2.134.000
		2012	350.000
		2002	798.950
Mare Adriatico	Ravenna C1	2007	652.479
		2016	1.271.362
Mar Tirreno	Cagliari (Poetto)	2002	798.950
Mar Tirreno	Ischia (Maronti)	2003	550.000
		2004	600.000
Mar Tirreno	Montalto di Castro A2	2005	330.000
Mar Tirreno	Torvaianica C2	2006	779.800
		2006	587.138
Mar Adriatico	Civitanova Marche B1	2007	400.000
Mar Adriatico	Ravenna A	2007	189.869
		2011	70.000
Mar Adriatico	Deposito JC	2012	70.000
		2013	60.000

---

I dati presentati nella **tabella 3.1** mettono in evidenza come tali depositi siano caratterizzati da volumetrie generalmente elevate, dell'ordine di milioni di m<sup>3</sup>, e come essi siano stati sottoposti a dragaggi ripetuti negli anni. Si veda ad esempio il caso del deposito al largo di Anzio (RM) denominato D1 (Mar Tirreno), dragato in quattro periodi diversi tra il 1999 e il 2012 o il caso del deposito sabbioso localizzato al largo delle foci di Tagliamento e Adige (Mar Adriatico), dragato in sette periodi diversi tra il 1997 e il 2014.

In tale contesto, si ritiene strategico mettere a punto dei piani di monitoraggio ambientali specifici per uno sfruttamento sostenibile e a lungo termine dei depositi sabbiosi. Un piano di monitoraggio ambientale a scala di deposito, con monitoraggi costanti nel tempo e nello spazio, consente la raccolta di dati omogenei sempre confrontabili, permettendo altresì il monitoraggio del deposito per tutto il periodo dello sfruttamento.

Questo tipo di approccio consente nello specifico di disporre di un numero maggiore di dati multidisciplinari ripetibili e confrontabili, a differenza di quanto spesso avviene nel caso in cui i monitoraggi siano associati ai singoli interventi di dragaggio con piani di campionamento spesso non sovrapponibili (nello spazio e nel tempo), in quanto definiti alla scala del sito di dragaggio.

L'approccio basato sul monitoraggio ambientale esteso all'intero deposito, indipendente dai singoli siti di dragaggio potrebbe pertanto rivelarsi un valido strumento di supporto per le Amministrazioni e i tecnici coinvolti su tale tematica, sia ai fini della gestione del deposito, sia per la redazione e la valutazione degli studi di impatto ambientale, garantendo una metodologia di riferimento valida per l'intero periodo della coltivazione.

A tal riguardo, si riporta a titolo di esempio, quanto proposto da ISPRA nell'ambito del progetto europeo INTERCOAST (POR FESR 2007-2013), su richiesta e in collaborazione con la Regione Lazio (Area Difesa della Costa, Dir. Reg. Risorse Idriche e Difesa Del Suolo e Area Qualità dell'Ambiente e Valutazione di Impatto Ambientale, Dir. Reg. Ambiente e Sistemi Naturali).

Nello specifico, ISPRA ha ipotizzato un piano di monitoraggio ambientale per lo sfruttamento a lungo termine (10 anni) di un deposito situato lungo la piattaforma continentale tirrenica (denominato Area A2). Tale deposito, già interessato da interventi di dragaggio ripetuti (**tabella 3.1**), è considerato di grande interesse minerario per le volumetrie di sedimento ancora disponibili.

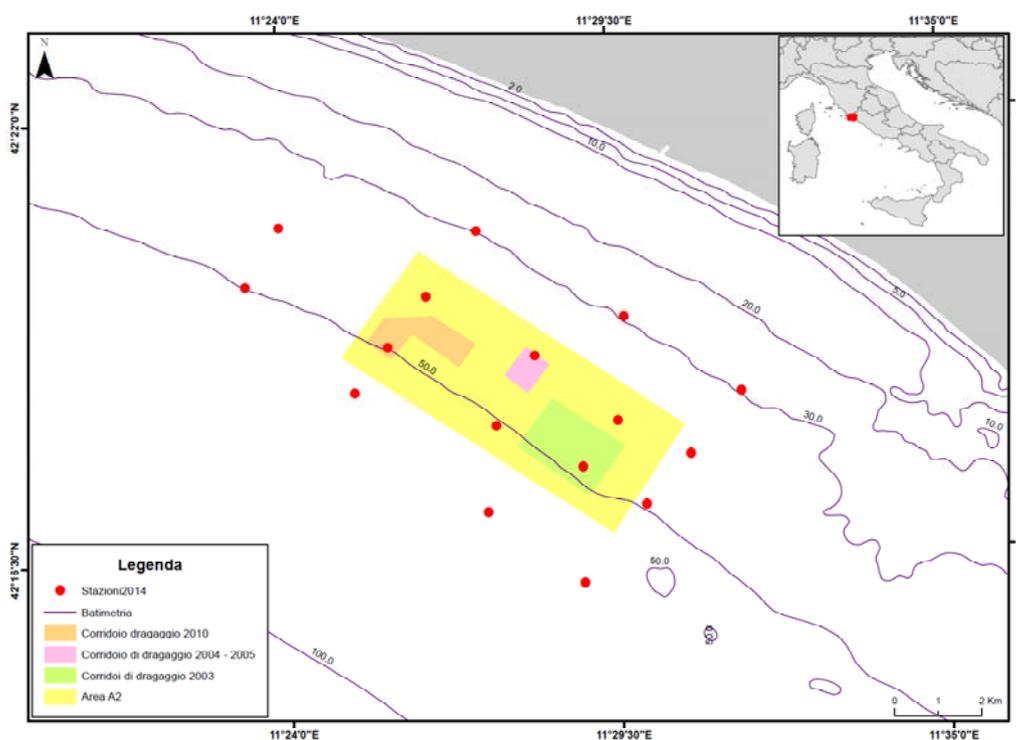
L'approccio metodologico proposto (ISPRA, 2015d) prevede un piano di monitoraggio indipendente dal numero e dalla frequenza dei dragaggi e dalla localizzazione dei singoli siti di dragaggio, con un disegno di campionamento alla scala del deposito, come illustrato in dettaglio nel box di seguito riportato. Tale piano di monitoraggio ambientale specifico per il deposito Area A2 è stato ufficialmente adottato dalla Regione Lazio mediante Delibera n. G08014 del 07/06/2017.

## Il caso studio del deposito “Area A2”: proposta di un piano di monitoraggio ambientale a lungo termine

Il deposito di sabbie relitte, denominato Area A2, è localizzato lungo la piattaforma continentale laziale a profondità comprese tra 40 e 60 m, a circa 3 mn al largo di Montalto di Castro (VT) ed è caratterizzato dalla presenza di una coltre pelitica di deposizione recente. In questo settore di piattaforma sono presenti estese praterie di *Posidonia oceanica*, habitat protetto ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE).

Il deposito è stato interessato da 3 dragaggi ripetuti (giugno-luglio 2004 con draga stazionaria, giugno 2005 e settembre 2005 con draga autocaricante semovente) che hanno comportato in totale la movimentazione di circa 960 milioni di m<sup>3</sup> di sedimento. Nel periodo compreso tra il 2003 e il 2015, l’area marina che ospita il deposito è stata oggetto di diverse indagini ambientali, di caratterizzazione e di monitoraggio, finalizzate a valutare sia la compatibilità ambientale del dragaggio sia gli effetti indotti sull’ambiente (ICRAM, 2003; 2004; 2005a, b; 2006 a, b, c; 2007a; 2008a; ISPRA, 2011a; 2012a; 2014c; 2015a, c).

I risultati ottenuti hanno fornito la base conoscitiva necessaria per ipotizzare un disegno di campionamento a scala di deposito e indipendente dalla localizzazione dei possibili siti di dragaggio (ISPRA 2015d) (**figura 1**). Tale scelta è scaturita dalla considerazione che il principale impatto atteso all’interno del sito di dragaggio consiste nella defaunazione associata al prelievo del sedimento. Nelle aree limitrofe, non dragate, la rideposizione del sedimento fine messo in sospensione dal dragaggio non genera impatti significativi sui popolamenti bentonici presenti, come osservato in altri dragaggi condotti in Tirreno (Marzialetti *et al.*, 2006; La Porta *et al.*, 2009).

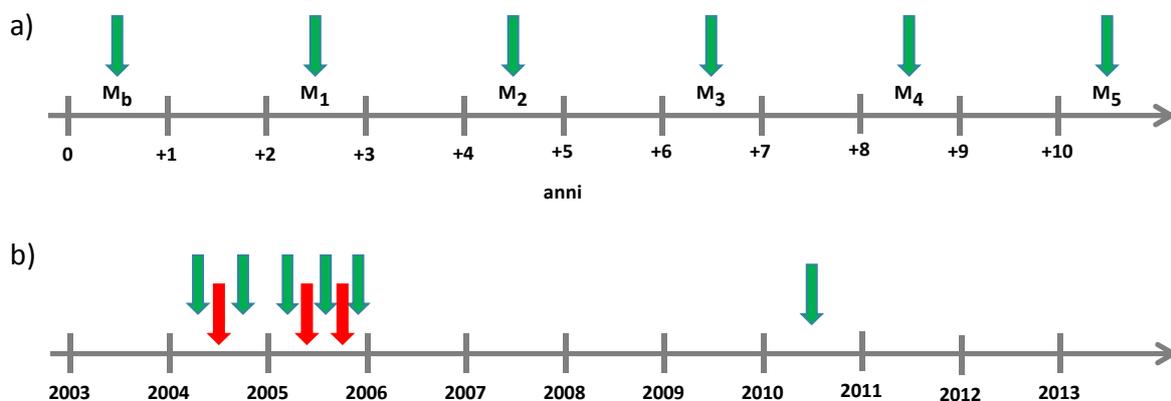


**Figura 1** - Disegno di campionamento per il monitoraggio ambientale relativo allo sfruttamento a lungo termine del deposito Area A2.

Ipotizzando uno sfruttamento del deposito della durata di 10 anni, sono quindi state previste un totale di 6 campagne di monitoraggio ambientale regolarmente distribuite nel tempo (**figura 2a**). La prima campagna, da effettuare prima di ogni attività di dragaggio, corrisponde al monitoraggio di base (Mb);

le successive campagne di monitoraggio sono distribuite regolarmente nel tempo e devono essere eseguite ogni 2 anni (da M1 a M5), possibilmente nella medesima stagione campionata in Mb.

Nella **figura 2b** viene riportata la cronologia delle campagne di monitoraggio ambientale effettuate nel caso reale dei dragaggi che hanno interessato il deposito Area A2. Si noti come in questo caso, in occasione dei tre dragaggi effettuati in un arco temporale di 2 anni (2004 e 2005), siano state effettuate un totale di 6 campagne di monitoraggio irregolarmente distribuite nel tempo che, unitamente alla scarsa sovrapposizione delle stazioni di campionamento adottate per gli specifici piani di monitoraggio ambientale, hanno certamente contribuito a rendere più complesso il confronto nel tempo dei dati raccolti. Il piano di monitoraggio proposto per lo sfruttamento a lungo termine, invece, prevedendo lo stesso numero di campagne ed essendo indipendente dal numero di dragaggi, permette di disporre di una mole di dati ambientali omogenei e facilmente confrontabili, ottimizzando al contempo attività e costi.



**Figura 2** - Deposito Area A2: a) piano di monitoraggio proposto per lo sfruttamento a lungo termine (10 anni); b) cronologia dei monitoraggi ambientali relativi ai dragaggi effettuati nel passato. Le frecce verdi individuano le campagne di monitoraggio e quelle rosse i dragaggi.

Nello specifico il piano di monitoraggio proposto prevede un totale di 16 stazioni di campionamento fisse, di cui 6 interne al deposito e 10 esterne (**figura 1**). Alcune stazioni sono coincidenti con quelle campionate nel passato (relative ai precedenti monitoraggi ambientali), al fine di disporre di dati confrontabili.

In ogni stazione è prevista la raccolta di campioni di benthos e del sedimento a esso associato per l'analisi del popolamento bentonico. Il campionamento deve essere condotto almeno una volta ogni 2 anni, sempre nella stessa stagione.

Per quanto concerne il campionamento del sedimento superficiale, finalizzato alla valutazione della qualità chimica del sedimento da movimentare, esso deve essere eseguito prima di ogni dragaggio, in almeno 3 stazioni interne al sito da dragare.

Il monitoraggio della morfologia e della batimetria, esteso all'intero deposito, deve essere effettuato prima dell'avvio dello sfruttamento del deposito, e, successivamente, una volta al termine di ogni dragaggio. Tale scelta nasce dall'analisi dei dati geofisici acquisiti recentemente da ISPRA sui depositi dragati lungo la piattaforma continentale laziale, che hanno messo in evidenza come, a circa 10 anni dal dragaggio, i siti dragati presentino morfologie pressoché immutate (ISPRA, 2015c). Estendere i monitoraggi morfo-batimetrici all'intero deposito permette, inoltre, di mettere in evidenza eventuali episodi di scarico di materiale associati alle fasi di carico e trasporto della sabbia, che potrebbero generare effetti sull'ambiente, nonché inficiare la qualità del deposito stesso nel caso di successivi interventi di dragaggio.

Il piano di monitoraggio prevede, infine, il monitoraggio del popolamento ittico demersale, da effettuare con frequenza almeno biennale.

---

E' da sottolineare come il piano di monitoraggio non contempli alcun monitoraggio in corso d'opera, sebbene previsto dal Protocollo di Monitoraggio in presenza di habitat protetti (cfr. **Capitolo 2**). Infatti, i siti di dragaggio attivati autorizzati per il deposito Area A2 sono situati a circa 3 mn da una prateria di *Posidonia oceanica*, gli studi ambientali condotti per monitorare l'evoluzione spaziotemporale della *plume* di torbida generata dai dragaggi precedenti, hanno messo in evidenza come le *plume* si siano sempre esaurite entro distanze significativamente inferiori alle 3 mn, senza mai raggiungere la prateria (Barbanti *et al.*, 2005).

In conclusione, la scelta di adottare un piano di campionamento indipendente dalla localizzazione e frequenza dei dragaggi ha il vantaggio di disporre sempre di dati significativi e confrontabili nello spazio e nel tempo, al contrario di quanto potrebbe verificarsi adottando per ogni evento di dragaggio piani di campionamento specifici.

---

## 4. BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Il presente capitolo riporta, oltre agli studi citati nel testo, una raccolta dei principali lavori scientifici di riferimento sul tema degli effetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte (aggiornati al mese di giugno 2017), ritenuti dagli Autori particolarmente significativi ai fini della comprensione e dell'approfondimento delle tematiche trattate.

### Pubblicazioni scientifiche, Linee Guida e Rapporti Tecnici nazionali ed internazionali

- Alba J.G., Gómez A.G., Tinoco López R.O., Sámano Celorio M.L., García Gómez A., Juanes J.A. (2014). A 3-D model to analyze environmental effects of dredging operations - application to the Port of Marin. *Spain. Adv. Geosci.*, **39**: 95-99.
- Barbanti A., Chiarlo R., Fornasiero P., Gabellini M., La Valle P., Nicoletti L. (2005). Innovative monitoring of turbidity due to dredging activities. In: "MEDCOAST '05 - Proceedings of the Seventh International Conference on the Mediterranean Coastal Environment", Özhan E.(ed.), 25-29 October 2005, Kusadasi, Turkey: 803-814.
- Becker J., van Eekelen E., van Wiechen J., de Lange W., Damsma T., Smolders T., van Koningsveld M. (2015). Estimating source terms for far field dredge plume modelling. *Journal of Environmental Management*, **149**, 282–293. doi:10.1016/j.jenvman.2014.10.022.
- Byrnes M.R., Hammer R.M., Thibaut T.D., Snyder D.B. (2004). Effects of sand mining on physical processes and biological communities offshore New Jersey, U.S.A. *Journal of Coastal Research*, **20**,1: 25-43.
- Capello M., Cutroneo L., Ferranti M.P., Budillon G., Bertolotto R.M., Ciappa A., Cotroneo Y., Castellano M., Povero P., Tucci S. (2014). Simulations of dredged sediment spreading on a *Posidonia oceanica* meadow off the Ligurian coast, Northwestern Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, **79**: 196-204.
- Cole R. (2016). Effects of dredging disturbance on seagrass coverage, sediment composition and infaunal assemblages within a SW England *Zostera marina* bed. *The Plymouth Student Scientist*, **9**, (1): 83-104.
- Cooper K.M., Boyd S.E., Eggleton J.D., Limpenny D.S., Rees H.L., Vanstaen K. (2007a). Recovery of the seabed following marine aggregate dredging on the Hastings Shingle Bank off the southeast coast of England. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **75**: 547–558.
- Cooper K.M., Boyd S.E., Aldridge J., Rees H.L. (2007b). Cumulative impacts of aggregate extraction on seabed macro-invertebrate communities in an area off the east coast of the United Kingdom. *Journal of Sea Research*, **57**: 288-302.
- Cooper M.R., Barrio Froján C.R.S., Defew E.C., Nye V., Patterson D.M. (2011). Implications of dredging induced changes in sediment particle size composition for the structure and function of marine benthic macrofaunal communities. *Marine Pollution Bulletin*, **62**: 2087-2094.
- Crowe S.E., Bergquist D.C, Sanger D.M., Van Dolah R.F. (2016). Physical and biological alterations following dredging in two beach nourishment borrow areas in South Carolina's coastal zone. *Journal of Coastal Research* **32**,4: 875-889.
- Dauvin J.C., Bakalem A., Baffreau A., Delecric C., Bellan G., Lardicci C., Balestri E., Sardá R., Grimes S. (2017). The well sorted fine sand community from the western Mediterranean Sea: A resistant and resilient marine habitat under diverse human pressures. *Environmental Pollution* **224**: 336-351.
- Desprez M., Pearce B., Le Bot S. (2010). The biological impact of overflowing sands around a marine aggregate extraction site: Dieppe (eastern English Channel). *ICES J. Mar. Sci.* **67**: 270-277.
- Drucker B.S., Waskes W., Byrnes M.R. (2004). The U.S. Minerals Management Service outer continental shelf sand and gravel program: environmental studies to assess the potential effects of offshore dredging operations in federal waters. *Journal of Coastal Research*, **20** (1): 1-5.

- 
- Duclos P.A., Lafite R., Le Bot S., Rivoalen E., Cuvilliez A. (2013). Dynamics of turbid plumes generated by marine aggregate dredging: an example of a macrotidal environment (the Bay of Seine, France). *Journal of Coastal Research*, **29**, 6a: 25-37.
- EPA (2011). EAG7-Environmental Assessment Guideline for Marine Dredging Proposals. Environmental Protection Authority, Western Australia: 36 pp.
- Erfteimeijer Paul L.A., Robin Lewis III, Roy R. (2006). Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin*, **52**: 1553-1572.
- Feola A., Lisi I., Salmeri A., Venti F., Pedroncini A., Gabellini M., Romano E. (2016). Platform of integrated tools to support environmental studies and management of dredging activities. *Journal of Environmental Management*, **166**: 357-373. doi:10.1016/j.jenvman.2015.10.022.
- Foden J., Rogers Stuart I., Jones Andrew P. (2009). Recovery rates of UK seabed habitats after cessation of aggregate extraction. *Marine Ecology Progress Series*, **390**: 15-26.
- GBRMPA (2012). Guidelines: the Use of Hydrodynamic Numerical Modelling for Dredging Projects in the Great Barrier Reef Marine Park: 8 pp.
- Grande V., Proietti R., Fogliani F., Remia A., Correggiari A. Paganelli D., Targusi M., Franceschini G., La Valle P., Berducci M.T., La Porta B., Lattanzi L., Lisi I., Maggi C., Loia M., Pazzini A., Gabellini M., Nicoletti L. (2015). Sistema Informativo per il monitoraggio ambientale della risorsa sabbia offshore nei progetti di protezione costiera: *geodatabase env\_Sand*. ISPRA, Manuali e Linee Guida, 127/2015: 64 pp.
- Hitchcock D.R., Bell S. (2004). Physical impacts of marine aggregate dredging on seabed resources in coastal deposits. *Journal of Coastal Research*, **20** (1): 101-114.
- ICES (2016). Effects of extraction of marine sediments on the marine environment 2005-2011. ICES *Cooperative Research Report* **330**: 1-206.
- John S.A., Challinor S.L., Simpson M., Burt T.N., Spearman J. (2000). Scoping the assessment of sediment plumes arising from dredging. CIRIA Report C547: 192 pp.
- Kubicki A., Manso F., Diesing M. (2007). Morphological evolution of gravel and sand extraction pits, Tromper Wiek, Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **71** (2007): 647-656.
- La Porta B., Targusi M., Lattanzi L., La Valle P., Paganelli D., Nicoletti L. (2009). Relict sand dredging for beach nourishment in the central Tyrrhenian sea (Italy): effects on benthic assemblages. *Marine Ecology*, **30** (Suppl.1): 97-104.
- Lisi L., Di Risio M., De Girolamo P., Gabellini M. (2016). Engineering tools for the estimation of dredging-induced sediment resuspension and coastal environmental management. In Intech (Ed.), *Applied Studies of Coastal and Marine Environment* (p. 55-83). ISBN 978-953-51-4620-9. doi:10.5772/61979.
- Lisi I., Feola A., Bruschi A., Di Risio M., Pedroncini A., Pasquali D., Romano E. (2017). La modellistica matematica nella valutazione degli aspetti fisici legati alla movimentazione dei sedimenti in aree marino-costiere. Manuali e Linee Guida ISPRA, 169/2017, *in press*
- Loia M., La Valle P., Lattanzi L., La Porta B., Targusi M., Nicoletti L. (2009). Effetti del dragaggio di sabbie relitte sul popolamento a policheti in un'area al largo di Anzio (Tirreno Centrale) *Biol. Mar. Medit.*, **16** (1): 276-277.
- Marzioletti S., Gabellini M., La Porta B., Lattanzi L., La Valle P., Paganelli D., Panfili M., Targusi M., Nicoletti L. (2006). Attività di dragaggio ai fini di ripascimento al largo di Montalto di Castro (VT): effetti sul popolamento a policheti. *Biol. Mar. Medit.*, **13** (1): 601-605.
- MATTM-Regioni (2017). Linee Guida per la Difesa della Costa dai fenomeni di Erosione e dagli effetti dei Cambiamenti climatici. Documento elaborato dal Tavolo Nazionale sull'Erosione Costiera MATTM-Regioni con il coordinamento tecnico di ISPRA, 309 pp.
- Nicoletti L., Paganelli D., Gabellini M. (2006). Aspetti ambientali del dragaggio di sabbie relitte a fini di ripascimento: proposta di un protocollo di monitoraggio. Quaderno ICRAM n. **5**: 159 pp.
- Nicoletti L., Paganelli D., La Valle P., Maggi C., Lattanzi L., La Porta B., Targusi M., Gabellini M. (2009). An environmental monitoring proposal related to relict sand dredging for beach
-

- 
- nourishment in the Mediterranean Sea. *Journal of Coastal Research*, SI **56** (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium): 1262-1266.
- Nonnis O., Paganelli D., Proietti R., Nicoletti L. (2011). Physical effects related to relict sand dredging for beach nourishment in the Tyrrhenian sea: the Anzio case. *Journal of Coastal Research*, SI **64**: 1380-1384.
- Nonnis O., Paganelli D., Nicoletti L., Gabellini M. (2015). Sediment monitoring to assess the environmental effect of relict sand dredging for beach nourishment. In “*Coastal and Beach Erosion: Processes, Adaptation Strategies and Environmental Impacts*”.
- OSPAR (2014). Guidelines for the Management of Dredged Material OSPAR Commission (Agreement 2014-06): 39 pp.
- Paganelli D., Nonnis O., Finioia M.G., Gabellini M. (2013). The role of sediment characterization in environmental studies to assess the effect of relict sand dredging for beach nourishment: the example of offshore sand deposits in Lazio (Tyrrhenian Sea). *Journal of Coastal Research*, SI **65**: 1015-1020.
- PIANC (2010). Permanent International Association of Navigation Congresses, Dredging and port construction around coral reefs. PIANC EnviCom, Report **108**: 978-2-87223-177-5.
- Phua C., Van Den Akker S., Baretta J., Van Dalfsen M. (2002). Ecological Effects of Sand Extraction in the North Sea. Report, 22 p.
- Roman-Sierra J., Navarro M., Muñoz-Perez J.J., Gomez-Pina G. (2011). Turbidity and other effects resulting from trawler sandbank dredging and palmar beach nourishment. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, **137**, 6, ISSN 0733-950X/2011/6-332-343.
- SANDPIT (2005). Sand transport and morphology of offshore sand mining pits. Process knowledge and guidelines for coastal management. van Rijn L.C., Soulsby R.L., Hoekstra P., Davies A.G. (eds.). EC Framework V Project No. EVK3-2001-00056: 816 pp.
- Simonini R., Ansaloni I., Bonini P., Grandi V., Graziosi F., Iotti M., Massamba Nsiala G., Mauri M., Montanari G., Preti M., Nigris N., Prevedelli D. (2007). Recolonization and recovery dynamics of the macrozoobenthos after sand extraction in relict sand bottoms of the Northern Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, **64/5**: 574-589. ISSN: 0141-1136.
- Spearman J. (2015). A review of the impacts of sediment dispersion from aggregate dredging. *Marine Pollution Bulletin* (Online) ISSN: 1879-3363.
- Szymelfenig M., Kotwicki L., Graca B. (2006). Benthic re-colonization in post-dredging pits in the Puck Bay (Southern Baltic Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **68**: 489-498.
- Tillin H.M., Houghton A.J., Saunders J.E., Drabble R., Hull S.C. (2011). Direct and indirect impacts of aggregate dredging. Marine aggregate levy sustainability fund (MALSF). Science Monograph Series Edited by: Richard Newell & Julianna Measures (MALSF Science Co-ordinators). Monograph n. **1**: 1-41.
- Underwood A.J. (1991). Beyond BACI: experimental designs for detecting human impacts on temporal variations in natural populations. *Aust. J. Mar. Fresh. Res.*, **42**: 569-587.
- Underwood A.J. (1992). Beyond BACI: the detection of environmental impacts on populations in the real, but variable, world. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **161**: 145-178.
- Uscinowicz S., Jeglinski W., Miotk- Szpiganowicz G., Nowak J., Pączek U., Przeddziecki P., Szeffler K., Poręba G. (2014). Impact of sand extraction from the bottom of the southern Baltic Sea on the relief and sediments of the seabed. *Oceanologia* **56**, 4: 857-880.
- HR Wallingford Ltd & Dredging Research (2003) Ltd. Protocol for the Field Measurement of Sediment Release from dredges. Produced for VBKO TASS, Issue **1**: 83 pp.
- Waye-Barker G.A., McIlwaine P., Lozach S., Cooper K.M. (2015). The effects of marine sand and gravel extraction on the sediment composition and macrofaunal community of a commercial dredging site (15 years post-dredging). *Marine Pollution Bulletin*, **99**: 207-215.
-

---

### Relazioni tecniche

- ICRAM (2003). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: area di Montalto di Castro (VT)”. Fase B - Caratterizzazione area vasta. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Luglio 2003).
- ICRAM (2004). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi lungo la piattaforma continentale laziale ai fini di ripascimento: area di Montalto di Castro - Sito A2”. Fase C1 - Caratterizzazione del sito. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Maggio 2004).
- ICRAM (2005a). “Studio in corso d’opera e monitoraggio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento del deposito sabbioso ai fini di ripascimento: Cava A2 - Montalto di Castro. Fase C2 - Controllo in corso d’opera. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Gennaio 2005).
- ICRAM (2005b). “Studio in corso d’opera e monitoraggio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento del deposito sabbioso sommerso ai fini di ripascimento, Cava A2 - Montalto di Castro”. Fase C3 - Monitoraggio *post-operam*. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Ottobre 2005).
- ICRAM (2006a). “Studio in corso d’opera e monitoraggio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento del deposito sabbioso sommerso ai fini di ripascimento. Cava A2 - Montalto di Castro (VT)”. Monitoraggio del popolamento ittico: febbraio, maggio e ottobre 2005. ICRAM, per conto della Regione Lazio (2006).
- ICRAM (2006b). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava A2 - Montalto di Castro”. Fase C2 - Controllo in corso d’opera. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Giugno 2006).
- ICRAM (2006c). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava A2 - Montalto di Castro”. Fase C1 - Fase di Caratterizzazione. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Ottobre 2006).
- ICRAM (2007a). “Lavori di difesa e di ricostruzione del litorale pontino: caratterizzazione della cava di Anzio”. Fase C1 - Caratterizzazione del Sito AS. ICRAM, per conto di SIDRA (Gennaio 2007).
- ICRAM (2007b). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava C2 - Tor Vaianica”. Fase C1 - Caratterizzazione del Sito (aprile 2006). ICRAM, per conto della Regione Lazio (Marzo 2007).
- ICRAM (2007c). “Lavori di difesa e di ricostruzione del litorale pontino: Caratterizzazione della Cava di Anzio”. Fase C1 - Caratterizzazione della Cava di Anzio: Estensione del sito di dragaggio. ICRAM, per conto della SIDRA (Maggio 2007).
- ICRAM (2007d). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava C2 - Tor Vaianica”. Fase C2 - Controllo in corso d’opera. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Maggio 2007).
- ICRAM (2007e). “Indagini ambientali al termine delle opere di dragaggio nel deposito marino di sabbie in concessione ad ARENARIA S.r.l. - Adriatico centrale”. Fase C2 di Controllo in corso d’opera”. ICRAM, per conto di ARENARIA S.r.l. (Giugno 2007).
- ICRAM (2007f). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava A2 - Montalto di Castro”. Fase di Monitoraggio *post operam* (Fase C3): Maggio e Ottobre 2006. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Novembre 2007).
- ICRAM (2008a). “Studio per l’impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava A2 - Montalto di

- 
- Castro". Monitoraggio *post operam* del popolamento ittico: maggio 2006, settembre 2006 e gennaio 2007. Relazione Integrativa. ICRAM, per conto della Regione Lazio (Marzo 2008).
- ICRAM (2008b). "Attività di monitoraggio ambientale in corso d'opera e *post operam* sul giacimento di Anzio per gli interventi di difesa del litorale pontino: Sito AS". Fase C2 - Monitoraggio in corso d'opera. ICRAM, per conto di SIDRA (Marzo 2008).
- ICRAM (2008c). "Indagini ambientali successive alle opere di dragaggio nel deposito marino di sabbie in concessione ad Arenaria S.r.l. - Adriatico centrale". Fase C3 - Monitoraggio *post operam*: maggio 2007 e febbraio 2008. ICRAM, per conto di Arenaria (Maggio 2008).
- ISPRA (2008a). "Studio per l'impatto ambientale connesso allo sfruttamento di depositi sabbiosi sommersi ai fini di ripascimento lungo la piattaforma continentale laziale: Cava C2 - Torvaianica". Fase di monitoraggio *post operam* (Fase C3): ottobre 2006, aprile 2007 e settembre 2007. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Settembre 2008).
- ISPRA (2008b). "Attività di monitoraggio ambientale in corso d'opera e *post operam* sul giacimento di Anzio per gli interventi di difesa del litorale pontino: Sito AS". Fase di Monitoraggio *post operam* (Fase C3): settembre 2007 e febbraio 2008 (sedimenti, popolamenti bentonici e colonna d'acqua). ISPRA, per conto della Regione Lazio (Dicembre 2008).
- ISPRA (2009). "Attività di Monitoraggio Ambientale in Corso d'opera e *post operam* sul giacimento di Anzio per gli interventi di difesa del litorale Pontino: Sito AS". Monitoraggio *post operam* del popolamento ittico: aprile, luglio e ottobre 2008. Relazione Integrativa. ISPRA per conto della Regione Lazio (Maggio 2009).
- ISPRA (2011a). "Caratterizzazione dei siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione". Fase C1 - Caratterizzazione del sito di Montalto di Castro. Relazione Finale. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Marzo 2011).
- ISPRA (2011b). "Caratterizzazione dei siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione". Fase C1 - Caratterizzazione del sito di Torvaianica. Relazione Finale. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Marzo 2011).
- ISPRA (2012a). "Caratterizzazione dei siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione". Fase C1 - Caratterizzazione del sito di Montalto di Castro. Monitoraggio del popolamento ittico: Campagne di Pesca di Gennaio 2011, Maggio 2011, Settembre 2011. ISPRA, per conto della Regione Lazio (2012).
- ISPRA (2012b). "Caratterizzazione dei siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione". Fase C1 - Caratterizzazione del sito di Torvaianica. Monitoraggio del popolamento ittico: Campagne di Pesca di Gennaio 2011, Maggio 2011, Settembre 2011. ISPRA, (2012) per conto della Regione Lazio (2012).
- ISPRA (2013). "Elementi ambientali utili ai fini della redazione dello Studio Preliminare Ambientale Montalto (A2), Torvaianica (C2), Anzio (D1-D2)". ISPRA, per conto della Regione Lazio (2013).
- ISPRA (2014a). "Attività di monitoraggio ambientale sul giacimento di Anzio: Sito AS". Fase di Monitoraggio *post operam* (Fase C3): novembre 2012. Relazione Finale. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Giugno 2014).
- ISPRA (2014b). "Caratterizzazione ambientale dei depositi sabbiosi sommersi presenti sulla piattaforma alto adriatica potenzialmente sfruttabili come cave di prestito per il ripascimento costiero nella regione veneto 3° fase 1° lotto: sito di dragaggio di circa 2 km<sup>2</sup> ubicato nell'Area H". Fase di Caratterizzazione ambientale *ante operam*. ISPRA, per Regione Veneto (Dicembre 2014).
- ISPRA (2014c). "Caratterizzazione di alcuni siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione e monitoraggio *post operam* di un sito di dragaggio". Fase C1 - Caratterizzazione del Sito "A2 - Montalto di Castro". Relazione Preliminare. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Dicembre 2014).
- ISPRA (2015a). "Caratterizzazione di alcuni siti di dragaggio presenti lungo la piattaforma continentale laziale per il ripascimento dei litorali in erosione e monitoraggio *post operam* di un sito di dragaggio". Fase C1 - Caratterizzazione del Sito A2 - Montalto di Castro. Popolamento
-

---

ittico demersale: campagne di pesca ottobre 2014, febbraio e maggio 2015. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Giugno 2015).

ISPRA (2015b). “Caratterizzazione ambientale dei depositi sabbiosi sommersi presenti sulla piattaforma alto adriatica potenzialmente sfruttabili come cave di prestito per il ripascimento costiero nella regione veneto 3° fase 1° lotto: sito di dragaggio di circa 2 km<sup>2</sup> ubicato nell'Area H. - Piano Operativo di Monitoraggio Ambientale connesso al dragaggio nell'area H di depositi sabbiosi ai fini di ripascimento”. Relazione preliminare. ISPRA, per conto Regione Veneto (Giugno 2015).

ISPRA (2015c). “Individuazione di procedure avanzate per l'impiego sostenibile dei depositi sabbiosi sommersi mediante l'impostazione di schemi originali per la predisposizione di specifici studi di impatto ambientale (S.I.A.) ai fini della procedura di V.I.A. regionale”. Evoluzione morfobatimetrica dei depositi di sabbie relitte sottoposti a dragaggio lungo la piattaforma continentale laziale. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Dicembre 2015).

ISPRA (2015d). “Individuazione di procedure avanzate per l'impiego sostenibile dei depositi sabbiosi sommersi mediante l'impostazione di schemi originali per la predisposizione di specifici studi di impatto ambientale (S.I.A.) ai fini della procedura di V.I.A. regionale”. Schema metodologico di monitoraggio ambientale per lo sfruttamento a lungo termine di un deposito di sabbie relitte: Sito Pilota Area A2. ISPRA, per conto della Regione Lazio (Dicembre 2015).

