

**RICHIESTA DI INTEGRAZIONI RELATIVE
ALLE OPERE STRATEGICHE
PER IL PORTO DI CIVITAVECCHIA**

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RICHIESTA DI INTEGRAZIONE	3
2.1 Analisi delle portate liquide e solide degli apporti fluviali	3
2.2 Analisi degli aspetti idrodinamici, del moto ondoso e di dispersione del materiale in sospensione	8
2.3 Analisi degli aspetti inerenti l'habitat e le specie prioritarie marine	19
3. CONCLUSIONI	20

ALLEGATO A : Progetto di ricerca: Studio dei potenziali effetti delle attività' di dragaggio della Darsena Energetico-Grandi Masse sugli ecosistemi marini costieri

1. PREMESSA

Con riferimento alla richiesta di integrazioni da parte della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, MATTM) relative allo studio di Valutazione di Incidenza ('Fase 1: Screening'), nel presente documento vengono forniti dei chiarimenti in merito alle domande e alle tematiche di competenza del LOSEM (Univ. Tuscia) nell'ambito del progetto di ricerca PEDAS (Potential Effects of Dredging Activities on SIC), nonché i tempi previsti per il completamento delle attività richieste dalla Commissione stessa. Si sottolinea che le attività tecnico-scientifiche svolte all'interno del suddetto progetto sono state fortemente condizionate dal breve tempo avuto a disposizione (3 mesi).

2. RICHIESTA DI INTEGRAZIONE

La Commissione ha strutturato la richiesta di integrazioni in una serie di argomenti, come di seguito elencati:

- analisi delle portate liquide e solide degli apporti fluviali;
- analisi degli aspetti idrodinamici, del moto ondoso (punti da 1 a 9);
- analisi degli aspetti inerenti l'habitat e le specie prioritari marine (punti 1 e 2).

Per ciascun argomento sono stati forniti dei chiarimenti e le eventuali attività integrative.

2.1 Analisi delle portate liquide e solide degli apporti fluviali

Per quanto concerne:

" I documenti analizzati non forniscono descrizioni dettagliate delle metodologie utilizzate per la valutazione della portata liquida nei corsi d'acqua minori (ove non sono presenti stazioni di misura dell'Ufficio Idrografico della Regione Lazio) su cui è basata la valutazione dell'apporto di sedimenti, sia in sospensione che al fondo, dei corsi d'acqua che interessano i siti di interesse, per cui alcune considerazioni di seguito riportate derivano anche da una carenza di informazioni e dalla genericità di alcune affermazioni senza adeguata giustificazione.

L'espressione "sulla base dei dati pluviometrici registrati dalle centraline idrografiche, presenti nei bacini idrografici analizzati è stata stimata la portata massima attesa in moto permanente"

(VINCA01 - Stima della portata liquida e solida degli apporti fluviali), non consente di comprendere se la precipitazione utilizzata nella formula di Turazza è quella che massimizza la portata secondo lo schema della formula razionale o altro valore di precipitazione.

Inoltre la formula del Turazza così come riportata, cioè con il tempo di corrivazione a denominatore, fornirebbe valori della portata corretti solo se la durata della pioggia fosse inferiore o uguale al tempo di corrivazione del bacino idrografico. Per piogge di durata superiore al tempo di corrivazione del bacino, la formula razionale dovrebbe presentare al denominatore la durata della precipitazione al posto del tempo di corrivazione:

Sarebbe quindi opportuno specificare quali dati di precipitazione sono utilizzati e quali dati di portata sono di conseguenza stimati: media del massimo annuale della portata media giornaliera, media del massimo annuale della portata istantanea al colmo, ecc. Tali differenze sono tanto più importanti quanto più i bacini idrografici sono di estensione modesta, come il caso in questione.

La descrizione della valutazione del trasporto solido in sospensione si limita alla formula di Van Rijn con l'espressione generica "Utilizzando la serie storica temporale delle piogge fornite dal Servizio Idrografico della Regione Lazio è stato possibile stimare il trasporto liquido e solido medio utilizzato come dato di input dei modelli numerici".

Si richiede di specificare quali dati di pioggia (cioè a quale livello di aggregazione) sono utilizzati nella trasformazione della pioggia in portata liquida e quindi nella valutazione del trasporto solido.

Non viene, invece, riportata nella VINCA01 nessuna descrizione della valutazione del trasporto di sedimenti al fondo benché se ne faccia esplicito riferimento.

I dati ottenuti dalle formulazioni empiriche sono stati confrontati con i risultati ottenuti in studi pregressi (VINCA01, Stima della portata liquida e solida degli apporti fluviali).

I risultati sono stati confrontati con i valori ottenuti da studi pregressi raccolti nei Mari del Lazio 1990 in cui è stato stimato, per quanto riguarda i fiumi Mignone e Marta, un trasporto solido che ammonta rispettivamente a 45000 tonn/anno e 48423 tonn/anno ottenendo un valore confrontabile con le stime precedenti ed una discrepanza del +27 e -19%. Nel Documento non è presente tale confronto.

Sulla base dell'analisi del trasporto solido effettuata sui corsi d'acqua è stato ricavato un valore medio del numero di giorni in cui i corsi d'acqua, sulla base dell'afflusso meteorico, presentano una capacità di trasporto solido attivo e che ammonta a circa 60 giorni con una deviazione

standard di 19.

I risultati delle campagne di misura correntometriche e del trasporto solido in sospensione riportati in tabella 6.3. non essendo indicato il periodo in cui sono state effettuate non sono inquadrabili in un particolare regime.

Si richiede una campagna di misure tali da consentire una caratterizzazione delle portate liquide e solide che tenga conto della variabilità stagionale.

Inoltre,

1. Data la grande incertezza insita nelle formule empiriche per la valutazione del trasporto solido, sia al fondo che in sospensione, si ritiene opportuno che il Proponente utilizzasse, oltre alla formula di Van Rijn, anche altre formule proposte nella letteratura tecnico scientifica.

2. Si rileva che la valutazione della portata liquida con la formula di Turazza, per i corsi d'acqua minori (che, a parte il Fosso del Prete, hanno comunque estensioni non trascurabili dell'ordine di 30-40 km), in base alla quale è stimato il trasporto dei sedimenti, non presenta il medesimo grado di approfondimento utilizzato per la valutazione della dispersione e la sedimentazione degli stessi sedimenti nell'ambiente marino. Il trasporto dei sedimenti costituisce la condizione al contorno nei modelli numerici per la valutazione della dispersione degli stessi in mare e pertanto ne condiziona totalmente i risultati. Per la dispersione dei sedimenti, infatti, si utilizzano diversi moduli di un modello matematico tridimensionale molto complesso denominato DELFT3D. Si ritiene opportuno l'utilizzo di modellistica idrologica afflussi-deflussi distribuita o semi-distribuita in continuo (cioè non solo riferita ad eventi di piena) per i corsi d'acqua minori, che consentirebbe una stima della serie delle portate liquide, a partire da serie di precipitazioni a scala giornaliera o sub-giornaliera, in linea con la metodologia utilizzata per i fiumi Marta e Mignone (dove sono state utilizzate le serie storiche delle portate rilevate) e maggiormente coerente con il livello di complessità della modellazione della dispersione dei sedimenti in ambiente marino."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

Lo studio del deflusso liquido e solido dei corsi d'acqua minori è basato sulle formulazioni empiriche descritte nel capitolo 5 dello studio PEDAS. In questo paragrafo non è stato menzionato il procedimento attraverso il quale è stato stimato il termine mm della formula di Turazza che rappresenta l'altezza ragguagliata o altezza di afflusso definita come il rapporto tra afflusso meteorico e superficie del bacino.

Nel paragrafo 5.1.1. sono riportati i parametri acquisiti nel corso delle campagne di misura in situ che sono stati utilizzati per la stima del deflusso liquido e solido dei corsi d'acqua. Le campagne di misura sono state effettuate nel periodo compreso tra il 17/02/2015 e il 20/03/2015 all'interno del quale non si sono verificati eventi piovosi significativi. Le misure (ad eccezione della torbidità) sono state effettuate in 4 stazioni lungo l'asta fluviale dei corsi d'acqua Rio Fiume, Castelsecco e Marangone ad una distanza di circa 500 m l'uno dall'altro. I dati fisiografici quali la pendenza media, l'area del bacino e la lunghezza dell'asta fluviale sono stati ricavati dal DEM (Digital Elevation Model) sviluppato da Tarquini et al., 2007.

Per quanto riguarda l'utilizzo della formula di Turazza è da specificare che i dati pluviometrici del Servizio Idrografico sono giornalieri (mm/giorno) e i tempi di corrivazione dei corsi d'acqua minori sono inferiori alle 5 ore. Per calcolare la portata massima attesa istantanea è stato utilizzato il tempo di corrivazione assumendo che la durata degli eventi piovosi sia minore o uguale al tempo di corrivazione stesso. Tale ipotesi è supportata dai dati di pioggia registrati con cadenza oraria dalla centralina meteo dell'Autorità Portuale di Civitavecchia che evidenzia come negli ultimi 5 anni gli eventi piovosi di maggiore intensità non mostrano una durata superiore a 6 ore.

Nello studio PEDAS è stata stimata la portata massima attesa istantanea per i fiumi minori e per ogni evento piovoso al fine di calcolare la media annuale della portata massima attesa istantanea.

Considerata l'estensione dei corsi d'acqua Rio Fiume, Castelsecco e Marangone, che raggiungono la zona dei monti della Tolfa, sono stati utilizzati anche i dati delle centraline pluviometriche localizzate in prossimità dei loro bacini. Quindi per il calcolo dell'altezza ragguagliata, per ogni evento piovoso, sono state considerate le registrazioni di Civitavecchia ed Allumiere per il bacino Marangone, i pluviometri di Allumiere e Santa Severa per i bacini Castelsecco e Rio Fiume mentre per il bacino del F.so del Prete è stato utilizzato il solo pluviometro di Civitavecchia.

La velocità del flusso è stata determinata attraverso la relazione che lega questa variabile con la portata liquida e la sezione dell'alveo. La velocità è stata poi utilizzata per la stima del trasporto solido di fondo e in sospensione applicando le formulazioni di Van Rijn (2007). I risultati ottenuti per i fiumi Marta e Mignone sono stati confrontati con i dati dei Mari del Lazio. Tale confronto è riportato nello studio PEDAS nel paragrafo 6.1.4 a pagina 68.

Come richiesto dalla Commissione sono state applicate anche le formulazioni di Engelud-Hansen (1967) e Ackers-White (1973) da cui è emerso un contributo solido medio annuo che ammonta rispettivamente a 365170 tonn/anno e 51996 tonn/anno per il fiume Mignone e a 540360 tonn/anno

e 66714 tonn/anno per il Fiume Marta.

A causa della scarsità degli eventi piovosi verificatisi nel periodo delle campagne di misura (dal 17/02/2015 al 20/03/2015), non è stato possibile stimare i contributi solidi e liquidi dei corsi d'acqua minori con un significativo livello di accuratezza. Il breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi) non ci ha consentito di effettuare una serie di campagne di misura in differenti regimi pluviometrici e mettere a punto modelli idrologici di afflussi e deflussi distribuito o semidistribuito per migliorare la stima delle portate liquide e solide dei corsi d'acqua minori.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tali attività è di circa 6 mesi.

2.2 Analisi degli aspetti idrodinamici, del moto ondoso e di dispersione del materiale in sospensione

Per quanto concerne:

"Raccolta ed analisi dei dati con metodologia P.E.D.A.S

1. Nella relazione VINCA01 si afferma che per "analizzare e prevedere gli effetti potenziali derivanti dalle attività di dragaggio sulle aree marine costiere ad elevato valore ecologico" è stata applicata la "metodologia P. E.D.A.S. (Potential Effects of Dredged Activities on SIC)" secondo cui la raccolta e l'analisi dei dati si basa su un "approccio multidisciplinare costituito da acquisizioni di dati in situ, osservazioni satellitari e simulazioni numeriche". Tuttavia, dalla documentazione esaminata non si evince un vero e proprio collegamento tra i dati disponibili (misure in situ, osservazioni satellitari e risultati di modelli matematici). Inoltre, nell'ambito della metodologia P.E.D.A.S. circa l'integrazione delle diverse tipologie di dato analizzate, risulta opportuno, ai fini della valutazione degli effetti potenziali sui due SIC (IT600000S e IT6000006) delle attività di dragaggio, riportare in maniera chiara i criteri di integrazione utilizzati.

Nella documentazione esaminata si propone l'utilizzo di "un apposito DataBase, fruibile tramite piattaforma GIS (Geographic Information Systems), al fine di analizzare, elaborare e rappresentare l'evoluzione del progetto in ambito geografico".

Tuttavia, in merito alla modalità di archiviazione e gestione dei dati rilevati, siano essi di telerilevamento o misure in situ, per poter garantire la replicabilità e la standardizzazione dei dati ambientali e per ottimizzare ogni futura azione di monitoraggio e valutazione ambientale, è necessario utilizzare la massima chiarezza sugli algoritmi, i sensori e le procedure che

accompagnano l'uso e l'interpretazione delle misure acquisite, anche relativamente agli standard di archiviazione e pubblicazione dei dati e dei prodotti attesi."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

1. Il flusso di dati acquisiti all'interno del progetto PEDAS viene riportato nello Schema 3.1 di pagina 10. In particolare viene evidenziato come le osservazioni in-situ e da remoto vengono utilizzati nei modelli idrodinamici (DELFT3D-FLOW e SWAN) e di dispersione del sedimento (DELFT3D-WAQ). Di seguito viene fornita una descrizione più dettagliata relativa alle caratteristiche dei dati acquisiti nel progetto PEDAS e al loro impiego all'interno dei modelli numerici.

DATI ANEMOMETRICI : vengono acquisiti da una centralina meteo localizzata all'interno del porto di Civitavecchia che acquisisce con una frequenza minima di 10 minuti la velocità e la direzione del vento. Questi dati vengono utilizzati come forzante del modello DELFT3D-FLOW che simula l'andamento delle correnti marine in diversi strati della colonna d'acqua.

DATI ONDAMETRICI : vengono acquisiti da due ondometri localizzati ad una diversa distanza dall'imboccatura portuale: il primo è localizzato a circa 50 m (chiamato NEARSHORE WAVE BUOY o NWB), il secondo è posto ad una distanza di circa 3 km (chiamato OFFSHORE WAVE BUOY o OWB). Misurano entrambe con una frequenza di 30 min. i principali parametri del moto ondoso come l'altezza d'onda significativa, la direzione media e il periodo di picco. I dati acquisiti con OWB vengono utilizzati per ricostruire lo spettro d'onda JONSWAP che viene impiegato come forzante del modello SWAN mentre le registrazioni di NWB vengono utilizzati per validare il modello di moto ondoso.

DATI CORRENTOMETRICI : sono stati acquisiti attraverso lo strumento ADCP in 10 stazioni poste in corrispondenza del SIC IT60000005 e in 10 stazioni localizzate in prossimità del SIC IT60000006. Sono state effettuate due campagne di misura in ciascuno dei due SIC dove sono state misurate le componenti della velocità della corrente marina in diversi strati della colonna d'acqua. Tali dati sono stati utilizzati per validare il campo idrodinamico ottenuto dal processo di steering tra i modelli DELFT3D-FLOW e SWAN.

DATI PARAMETRI FISICI DELLA COLONNA D'ACQUA : sono stati acquisiti attraverso l'utilizzo di una sonda multiparametrica in 10 stazioni poste in corrispondenza del SIC IT60000005 e in 10 stazioni localizzate nell'intorno del SIC IT60000006. Sono state effettuate due campagne di

misura in ciascuno dei due SIC dove sono state misurate temperatura, conducibilità (salinità, densità) e fluorescenza della clorofilla *a*. E' stata inoltre effettuata l'analisi della distribuzione spaziale di biomassa fitoplanctonica e solido sospeso attraverso i dati satellitari di MODIS Aqua. Per ottenere le condizioni iniziali del modello DELFT3D-WAQ in termini di materiale in sospensione i dati satellitari presenti nella zona a largo sono stati integrati con quelli acquisiti in-situ, relativi alla zona costiera, attraverso la tecnica DINEOF che ricostruisce le informazioni mancanti in prossimità della linea di costa e nelle zone interessate dalle presenza di nuvole. In questo ambito va sottolineato come nello Schema 3.1 di pagina 10 il termine “Validazione”, che riguarda il processo che lega i dati TSM con il modello di dispersione e deposizione del sedimento, deve essere sostituito con il termine “Input”.

DATI RATEO DI SEDIMENTAZIONE : sono stati acquisiti attraverso l'utilizzo di deposimetri realizzati *ad-hoc* e posizionati in 3 punti del SIC IT60000005 e in 3 punti del SIC IT60000006, in corrispondenza delle praterie di *Posidonia oceanica*. Tale tecnica ha permesso di misurare la quantità di sedimento totale e di frazione pelitica che si deposita all'interno dei due SIC in circa un mese di tempo. Il dato è stato poi espresso in $g/(m^2*d)$. Queste informazioni sono necessarie per validare i risultati relativi alla deposizione del sedimento ottenuta con il modello DELFT3D-WAQ. A causa del breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi), il confronto tra il tasso di sedimentazione acquisito dai deposimetri e i risultati ottenuti con il modello di dispersione non è presente all'interno del progetto PEDAS.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tale attività è di circa 1 mese.

Per quanto riguarda l'archiviazione e gestione dei dati raccolti nell'ambito del progetto PEDAS saranno utilizzati delle metodologie conformi con gli standard vigenti (INSPIRE, ISO) per garantire la comparabilità e l'interoperabilità dei sistemi di gestione e scambio dei dati.

Per quanto concerne:

" 2. Relativamente alla risoluzione del modello di calcolo impiegato nello studio per la VINCA si osserva che:

a. la risoluzione spaziale del dominio di calcolo (che si "estende lungo il tratto di costa compreso tra Montalto di Castro, a Nord e Torre Flavia a Sud, e nella zona a largo fino alla batimetrica -400m circa" - non viene specificata e/o giustificata, sia per il modello a scala di area vasta che per quello a scala di dettaglio (aree SIC).

b. riguardo alla risoluzione verticale del dominio di calcolo, nella documentazione si specifica che "la griglia del modello DELFT3D-FLOW è costituita da 10 strati verticali di spessore costante. Tuttavia, i risultati numerici, presentano elaborazioni relative ad un unico strato e la profondità non viene specificata.

Pertanto si evidenzia la necessità di specificare e giustificare la risoluzione spaziale e verticale del dominio di calcolo. "

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

2. La griglia curvilinea alle differenze finite, adottata sia per il modello DELFT3D-FLOW sia per il modello SWAN, consente di avere una maggiore risoluzione nelle zone costiere. In particolare in questo studio è stato deciso di aumentare la risoluzione spaziale nel tratto di costa compreso tra i due SIC che include anche il porto di Civitavecchia. La dimensione degli elementi passa da 30 m in corrispondenza della zona di dragaggio a circa 100 m nella zona dei SIC. La griglia è inoltre costituita da 10 strati verticali di uguale spessore (coordinate sigma). Il breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi) non ci ha consentito di effettuare un'accurata analisi per definire un'appropriata risoluzione orizzontale e verticale del modello.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tale attività è di circa 1 mese.

Le mappe relative alla concentrazione del solido in sospensione di Fig. 6.61, 6.62, 6.63 e 6.64 e quelle riportate nell'Allegato E sono riferite allo strato superficiale.

Per quanto concerne:

"3. Nello studio per la VINCA (VINCA01) non si tiene conto di eventuali fenomeni di stratificazione verticale della colonna d'acqua che potrebbero interferire con la dinamica dei sedimenti. La stratificazione verticale delle correnti, qualora presente, può incidere sull'andamento e sull'estensione dei processi di trasporto e deposizione dei solidi sospesi comportando possibili ripercussioni ambientali anche gravi (ad es.: incremento dei livelli di torbidità, eutrofizzazione, ricoprimento, ecc.).

Pertanto, si richiede uno studio della circolazione dell'area interessata dall'intervento che tenga conto dei fenomeni di mescolamento e ricircolo della colonna d'acqua, ai fini di una corretta valutazione della dinamica dei solidi sospesi e dei loro possibili effetti sulle specie e habitat che caratterizzano i SIC, anche alla luce della "condizione fondamentale" dell'UE, che richiede che "la

nuova VINCA dovrà valutare tutti gli effetti, sia diretti che indiretti, che potrebbero essere prodotti su specie e habitat presenti nel sito in questione ... " (prot. DV A-2015-2045 del 23/01/2015)."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

3. Lo studio della circolazione delle correnti marine è stata effettuata trascurando il fenomeno di stratificazione della colonna d'acqua in quanto il periodo in cui sono state svolte le indagini in-situ, utilizzate come dato di input per il modello idrodinamico, è caratterizzato da condizioni di mescolamento. Tale condizione si riscontra nei profili di temperatura, salinità e densità riportati nelle figure 6.19, 6.22, 6.25 e 6.28 e in quelle riportate nell'Allegato B. Il breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi) non ci ha consentito di effettuare il rilievo dei parametri fisici della colonna d'acqua durante il periodo estivo. Di conseguenza non è stato possibile considerare il processo di stratificazione all'interno del modello di calcolo.

Il tempo previsto per lo svolgimento delle misure fisiche, chimiche e biologiche della colonna d'acqua, nonché dello studio della circolazione in cui viene considerato il processo di stratificazione, è di circa 6 mesi.

Va comunque sottolineato che la dispersione del sedimento dragato calcolata attraverso un modello di circolazione che non tiene conto dell'effetto della stratificazione, risulta attendibile per riprodurre le operazioni di dragaggio relative alle opere del 1 Lotto Funzionale (1LF). Tali lavori sono stati svolti durante il periodo tardo autunnale-invernale (Novembre 2012 – Gennaio 2013) in cui prevale la condizione di mescolamento della colonna d'acqua.

Per quanto concerne:

" 4. Dallo studio per la VINCA non si evince se il rateo di sospensione (W_0 , in kg/m³/s), stimato per le diverse attività di dragaggio mediante applicazione della formula di Hayes and Wu (200 l) sia stato introdotto come termine sorgente dei modelli di trasporto, utilizzando l'approccio modellistico tridimensionale a strati o integrato lungo la verticale.

Inoltre, si osserva che per le diverse fonti di emissione di sedimento simulate (fiumi, dragaggio 1LF, DEGM e 2LF) è stata ipotizzata la medesima durata di rilascio dei sedimenti in colonna d'acqua, pari a 2 giorni. Tale durata, non può essere considerata realistica ai fini di una stima dei potenziali effetti sull'ambiente dovuti alla dispersione e sedimentazione dei sedimenti risospesi dalle attività di dragaggio, in quanto, non tiene conto del periodo complessivo delle attività di

dragaggio in funzione dell'effettivo volume dei sedimenti da dragare (1.346.707,86 m³ per il 1LF, 5.340.000 m³ per la DEGM e 104.000 m³ per il 2LF).

Alla luce di ciò, si richiede che gli scenari di dragaggio debbano essere implementati tenendo conto, oltre che delle informazioni già fornite sulle modalità operative (tipo di draga, localizzazione della sorgente di dragaggio, natura del sedimento dragato e della frazione granulometrica rilasciata in colonna d'acqua), anche delle tempistiche delle operazioni di dragaggio che siano funzionali a modellare il rateo di risospensione rispetto al volume totale dei sedimenti da dragare."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

4. Il modello DELFT3D-WAQ, che viene utilizzato per riprodurre la dispersione del sedimento in sospensione e il tasso di sedimentazione, utilizza la stessa griglia di calcolo dei modelli DELFT3D-FLOW e SWAN. Il rilascio di sedimento dalle diverse fonti considerate nello studio (fiumi, 1LF, DEGM e 2LF) avviene in modo uniforme sull'intera colonna d'acqua.

La scelta di impostare un breve periodo di tempo per il rilascio di sedimento (2 giorni) e per la durata degli scenari di simulazione (3 giorni) risulta in accordo con Johnson et al. (2000) il quale afferma che per valutare efficacemente gli effetti del dragaggio sulla componente ambientale, i modelli dovrebbero essere in grado di eseguire più simulazioni in un tempo relativamente breve in modo da valutare quali tra le possibili alternative ha una minore probabilità di produrre impatti negativi. In tale ambito per tener conto dei diversi volumi dei sedimenti da dragare per la realizzazione delle tre opere (1LF, DEGM e 2LF), è stato ipotizzato un diverso rilascio di materiale fine pari a 0.314 kg/s per riprodurre le attività di dragaggio relative al 1LF, a 1.492 kg/s per riprodurre quelle relative alla DEGM e a 0.174 kg/s per riprodurre quelle relative al 2LF. Tuttavia come riportato da SKM (2013) risulta più realistico analizzare la dispersione dei sedimenti a lungo termine (oltre 12 mesi) al fine di valutare gli effetti relativi sulla qualità delle acque e sugli ecosistemi marini.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tale attività è di circa 3 mesi e consentirà di valutare le variazioni stagionali allo scopo di supportare le migliori tempistiche per gli ipotetici periodi di dragaggio.

Per quanto concerne:

" 5. *"La stima degli impatti potenziali sugli habitat e sulle specie protette all'interno dei SIC IT6000005 e IT6000006, è stata effettuata attraverso la messa a punto dell'indice D31, che integra i risultati delle simulazioni della dispersione del sedimento proveniente da fonti naturali (fiumi) e antropiche (dragaggi)" per scenari numerici della sola durata di 2 giorni*

È noto che ecosistemi come la Posidonia Oceanica si trovino spesso a coesistere con alti valori dei solidi sospesi (o di torbidità) e dei tassi di sedimentazione per cause naturali, soprattutto durante il periodo invernale in genere caratterizzato da livelli maggiori dell'energia del moto ondoso e del trasporto solido fluviale.

La scelta di impostare la durata degli scenari di simulazione di trasporto pari a 2 giorni, non appare idonea al fine di "analizzare gli impatti connessi con la realizzazione delle dell'indice D31, integrano i risultati della dispersione del sedimento proveniente dalle attività di dragaggio con quello proveniente dai corsi d'acqua per uno scenario di simulazione non sufficientemente esteso da consentire di valutare "... la durata, l'intensità, l'estensione e la frequenza dell'impatto sulle aree SIC ... " in relazione con "le curve dose-riposta specifiche per Posidonia oceanica, coralligeno e Pinna nobilis disponibili in letteratura", in accordo a quanto specificato nella documentazione propedeutica alla VINCA.

Pertanto, è opportuno considerare una durata della simulazione sufficientemente estesa da consentire di definire una più realistica variabilità dei valori di solido sospeso e del tasso di sedimentazione a scala locale, allo scopo di una corretta individuazione delle aree dei SIC a maggiore rischio di impatto."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

5. L'indice D3I (Dredging Indirect Impacts Index) è stato calcolato utilizzando i risultati del modello DELFT3D-WAQ che simula la dispersione e la deposizione del sedimento proveniente da fonti naturali (corsi d'acqua presenti nella zona di studio) ed antropiche (attività di dragaggio per la costruzione delle nuove opere previste dal PRP del 2004). Gli input delle simulazioni (direzione e velocità del vento, altezza, periodo e direzione dell'onda) sono stati selezionati a partire dai dati di vento e moto ondoso raccolti nell'area di studio negli ultimi 10 anni. Il dataset è stato inizialmente ridotto scegliendo quegli intervalli di tempo in cui i fiumi apportano una quantità significativa di sedimento a mare. Successivamente è stata applicata una distribuzione di probabilità condizionata

attraverso la quale sono stati selezionati nell'ordine: direzione del vento, direzione del moto ondoso, altezza d'onda e velocità del vento. In questo modo è stato possibile ottenere 14 eventi da simulare con la relativa probabilità di accadimento. L'indice D3I viene quindi calcolato considerando due valori soglia che definiscono tre classi di impatto (alta, media e bassa) e la probabilità legata agli eventi meteomarinari che, per mezzo del modello DELFT3D-WAQ, hanno permesso di definire la concentrazione di solido sospeso e il tasso di sedimentazione nell'area occupata dai due SIC.

L'utilizzo di questo indice consente di definire principalmente l'intensità, l'estensione e la frequenza dell'impatto sugli habitat e sulle specie prioritarie presenti nei due SIC. La durata dell'impatto deve essere valutata invece con simulazioni più lunghe (oltre 1 anno) rispetto a quelle svolte nel presente lavoro (2 giorni) seguendo, per esempio, la metodologia riportata in Feola et al. (2015) che al momento della redazione di questo studio non era stata ancora pubblicata.. Tuttavia il breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi) non ci ha consentito di estendere la durata delle simulazioni nei diversi scenari analizzati.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tale attività è di circa 3 mesi.

Per quanto concerne:

" 6. Nello studio per la VINCA si legge che "i valori di solido sospeso e del tasso di sedimentazione che delimitano le tre classi di impatto (CLASSE 1: "Basso impatto", CLASSE 2: "Medio impatto", CLASSE 3: "Alto impatto") sono stati scelti in maniera arbitraria, senza tener conto delle soglie critiche per la sopravvivenza della Posidonia oceanica, della Pinna Nobilis e delle biocostruzioni coralligene che, allo stato attuale delle conoscenze, non risultano ancora ben definiti".

Si ritiene, però opportuno che, i risultati numerici (che dovranno essere ottenuti considerando una durata della simulazione sufficientemente estesa vengano impiegati per definire i range di variabilità locale dei valori di solido sospeso e del tasso di sedimentazione (in condizioni naturali). Tali range dovranno, quindi, essere utilizzati per delimitare classi di impatto sito-specifiche (CLASSE 1:"Basso impatto", CLASSE 2:"Medio impatto", CLASSE 3:"Alto impatto") ed essere funzionali alla valutazione degli impatti generati sulle aree SIC dalle diverse pressioni esaminate (realizzazione delle attività previste nel PRP 2004 (LF1, DEGM, LF2))."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

6. Al momento nell'indice D3I, le tre classi di impatto sono state scelte in maniera arbitraria, senza tener conto delle soglie critiche per la sopravvivenza della *Posidonia oceanica*, della *Pinna nobilis* e delle biocostruzioni coralligene che allo stato attuale delle conoscenze non risultano ancora ben definiti. Di conseguenza i risultati dell'indice D3I definiscono quale tra le quattro sorgenti considerate ha una maggiore probabilità di impatto all'interno dei due SIC analizzati. Sulla base delle considerazioni fatte nel punto precedente, risulta opportuno definire range di variabilità locale stimati attraverso risultati numerici ottenuti con una durata delle simulazione sufficientemente estesa e utilizzare soglie critiche più realistiche che si basano sui dati bibliografici. Tuttavia il breve tempo a nostra disposizione per terminare lo studio (3 mesi) non ci ha consentito di estendere la durata delle simulazioni nei diversi scenari analizzati.

Il tempo previsto per lo svolgimento di tale attività è di circa 3 mesi.

Per quanto concerne:

" 7. Nella studio per la VINCA si fa riferimento alla validazione dei modelli numerici, senza fornire sufficienti dettagli sulle modalità in cui essa viene eseguita. La calibrazione del modello non viene descritta.

Inoltre, nella documentazione esaminata, non viene descritta la metodologia adottata per la scelta delle 10 stazioni di misura della corrente mediante ADCP e delle 4 campagne di rilevamento. Considerato quanto sopra, si ritiene opportuno riportare una descrizione completa della metodologia e dei risultati delle operazioni di calibrazione e validazione dei modelli.

Inoltre, nell'ambito di una validazione del modello si ritiene opportuno utilizzare dati sperimentali che siano rappresentativi di un clima correntometrico annuale che tenga conto delle caratteristiche di stagionalità."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

7. Lo studio riporta i risultati della validazione del modello DELFT3D-FLOW e SWAN rispettivamente a pag. 113 (Fig. 6.50 e Fig. 6.51) e a pag. 123 (Fig. 6.56). In particolare i risultati del modello DELFT3D-FLOW sono stati confrontati con i dati correntometrici misurati mediante ADCP; mentre l'altezza d'onda significativa calcolata con il modello SWAN è stata paragonata con quella acquisita dalla boa ondamentrica "nearshore". Le stazioni di misura della corrente marina

sono state posizionate rispettando una distribuzione spaziale omogenea nelle zone occupate dai due SIC (10 in corrispondenza del SIC a nord e 10 in quello a sud) al fine di riprodurre in maniera accurata la distribuzione del campo idrodinamico nell'intera area interessata dagli impatti.

Considerando che lo studio è stato svolto in circa 3 mesi non è stato possibile validare il modello DELFT3D-FLOW utilizzando misure di corrente marina rappresentative di un clima correntometrico annuale.

Il tempo previsto per lo svolgimento delle misure delle correnti marine e per la successiva validazione del modello idrodinamico è di circa 6 mesi.

Per quanto concerne:

" 8. Nella documentazione esaminata, non viene descritta la metodologia di ricostruzione dell'andamento batimetrico utilizzato per l'implementazione dei modelli. A tal proposito si legge che per le indagini sulla natura morfologica e sedimentologica del fondo in corrispondenza dei SIC e dello stato qualitativo della P.Oceanica (mediamente compresa tra le batimetriche -5m e massimi di circa -25 m nel SIC IT6000005 e tra un minimo di 5-10 m ed un massimo di 25-30 m nel SIC IT6000006) è stato utilizzato un Side Scan Sonar. Non si evince però se i risultati delle indagini siano stati impiegati o meno nella costruzione delle batimetrie di dettaglio, sia per la fase di set up che per la calibrazione dei modelli.

Inoltre, si osserva che alcuni dei dati di campo acquisiti quali T, S e solidi sospesi, non sono stati considerati in fase di set-up dei modelli numerici.

Pertanto, si richiede di descrivere la metodologia di ricostruzione dell'andamento batimetrico implementato nei modelli ed utilizzare i rilievi di dettaglio in fase di calibrazione.

Inoltre, si ritiene necessario precisare il rapporto tra la raccolta dei dati di campo e il set up degli scenari di simulazione, al fine di poter ottenere risultati dei modelli che siano rappresentativi di casi reali."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

8. Nei modelli numerici l'andamento batimetrico è stato ricostruito utilizzando misure di dettaglio nella zona costiera (nel range batimetrico 0-30 m tra Punta S.Agostino e Capo Linaro), effettuate nel recente passato dall'Autorità portuale di Civitavecchia e dal Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina. Nelle altre zone del dominio di calcolo è stata utilizzata la

batimetria delle carte nautiche (“dal Promontorio dell'Argentario a Capo Linaro” per la parte a nord e “da Capo Linaro a Capo d'Anzio” nella zona a sud). I dati presenti nei due datasets sono stati successivamente integrati ed interpolati nei punti della griglia di calcolo dei modelli numerici utilizzando la tecnica di Kriging. Non sono stati raccolti o utilizzati altri dati batimetrici per la calibrazione dei modelli.

Dal momento che il modello idrodinamico non ha tenuto conto dei fenomeni di mescolamento e ricircolo della colonna d'acqua, i dati di temperatura e di salinità acquisiti durante il periodo di indagine non sono stati forniti in input al modello. I valori di solido sospeso provenienti dalle campagne di monitoraggio in-situ, dalle stazioni fisse e dalle osservazioni satellitari sono stati integrati attraverso la tecnica DINEOF ed utilizzati come condizioni iniziali nel modello DELFT3D-WAQ.

Per quanto concerne:

" 9. Nello studio per la VINCA si legge che i risultati acquisiti mediante l'applicazione del metodo PEDAS, "potranno essere utilizzati per predisporre un idoneo piano di campionamento per monitorare le componenti abiotiche e biotiche dell'ecosistema marino nelle fasi ante, durante e post operam e per scegliere le opportune attività di mitigazione sia in prossimità della fonte, sia in corrispondenza delle specie ed habitat da salvaguardare" (VINCA01).

Inoltre, nonostante quanto prescritto nel parere del Ministero dell'Ambiente (Dec-2002~6923) "[...] appare necessario, ... che nelle varie fasi di realizzazione dell'opera si tenga conto del rischio di diffusione dei sedimenti anche in aree esterne agli ambiti di lavorazione; in particolare, durante le attività di dragaggio" e che (Dec.2002-6923) "... il dragaggio dovrà essere proceduto da una campagna di monitoraggio mirata alla definizione fisico-meccanica e alla composizione chimica dei fanghi" nella documentazione presentata non si legge una strategia di monitoraggio strutturata per fasi in funzione del cronoprogramma delle attività previste nel PRP 2004.

Pertanto, è necessario prevedere attività di monitoraggio (ante, durante e post operam) che adottino una metodologia (tipologia di indagini, ubicazione stazioni, tempi e modalità di campionamento) idonea a consentire il controllo delle diverse matrici indagate, in funzione degli effetti attesi. Tale metodologia, dovrà, quindi, tenere conto degli effetti legati all'incremento dei livelli di torbidità e della fuoriuscita dei solidi sospesi durante le operazioni di escavo ed anche dell'efficacia delle misure di mitigazione che verranno proposte (confinamento degli specchi

d'acqua soggetti a dragaggi).

Il monitoraggio del corpo idrico dovrà tenere conto anche della Direttiva 2000/60. Inoltre, il monitoraggio dovrà essere finalizzato al controllo della possibile interferenza che le nuove strutture portuali possono avere sul ricambio idrico (es. fenomeni di eutrofizzazione)."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

9. Le attività di monitoraggio previste durante le fasi di ante, durante e *post-operam* sono riportate nell'Allegato A del presente documento.

2.3 Analisi degli aspetti inerenti l'habitat e le specie prioritarie marine

Per quanto concerne:

" 1. Lo studio per la VINCA effettuato per valutare gli impatti cumulati sul SIC IT6000005 ha tenuto conto dei due progetti de quibus nello specifico " Opere Strategiche" e "Darsena Energetica Grandi Masse" e del Lotto Funzionale" che prevede l'apertura del porto a Sud per quanto riguarda il SIC marino IT6000006 e del contributo dei principali corsi d'acqua presenti nel tratto di costa oggetto di studio. Si richiede di valutare gli impatti da parte degli altri progetti previsti nel PRP 2004 delle vicine centrali termoelettriche (sensu Rapporto CESI del 2002 allegato allo studio), delle attività di pesca e di altre fonti di effetti negativi sul sito."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

1. Nello studio PEDAS sono riportati gli impatti cumulati relativi al “Primo Lotto Funzionale” (1LF), alla “Darsena Energetico Grandi Masse” (DEGM) e al “Secondo Lotto Funzionale” (2LF). La dispersione del materiale dragato è stata riprodotta attraverso l'utilizzo di modelli numerici tenendo conto delle diversa tempistica in cui verranno realizzate le suddette opere. L'impatto delle centrali termoelettriche viene riportato nello studio “dispersione in mare delle acque di raffreddamento delle centrali di Torrevaldaliga Nord e Sud in presenza delle nuove banchine ENEL e con scarico TVS esterno alla darsena” (Rapporto CESI, 2002) presente nell'Allegato A. Gli impatti relativi alle attività di pesca vengono descritti nel paragrafo 1.5.4.5 dello studio PEDAS.

Per quanto concerne:

" 2. Lo studio per la VINCA ha stimato gli impatti cumulati su Posidonia oceanica, della Pinna Nobilis e delle biocostruzioni coralligene definendo tre classi di impatto (CLASSE "Basso impatto", CLASSE 2: "Medio impatto", CLASSE 3: "Alto impatto") ma in maniera arbitraria e non oggettiva (sensu dell'articolo 6. paragrafo 3 della Direttiva 92143/CEE Habitat) e senza tener conto delle soglie critiche per la sopravvivenza dei suddetti habitat e specie prioritarie. Si richiede di approfondire tali argomenti."

Si rappresenta quanto di seguito indicato:

2. I chiarimenti relativi a questo punto sono stati forniti nella risposta 6 relativa all'argomento "Analisi degli aspetti idrodinamici, del moto ondoso e di dispersione del materiale in sospensione".

3. CONCLUSIONI

In sintesi per dar corso alle richieste di integrazione della Commissione è necessario analizzare in maniera più accurata alcune delle attività previste nello studio PEDAS. Il breve tempo a disposizione per completare il lavoro (3 mesi), durante il quale sono state ottimizzate le attività tecnico-scientifiche, non ha consentito infatti di approfondire tutti gli aspetti trattati nel progetto.

Il tempo complessivo previsto per lo svolgimento delle attività integrative richieste dalla Commissione è di circa 1 anno.

ALLEGATO A

PROGETTO DI RICERCA

STUDIO DEI POTENZIALI EFFETTI
DELLE ATTIVITA' DI DRAGAGGIO
DELLA DARSENA ENERGETICO-GRANDI MASSE
SUGLI ECOSISTEMI MARINI COSTIERI

PREMESSA

In riferimento al progetto di Variante al Piano Regolatore Portuale di Civitavecchia “Darsena Energetico-Grandi Masse (DEGM) proposto dall'Autorità Portuale di Civitavecchia e da realizzarsi in ambito portuale, il Ministero dell’Ambiente ha espresso parere favorevole, attraverso Decreto V.I.A. n. 6923 del 28/01/2002, a condizione che vengano soddisfatte una serie di prescrizioni. In particolare, per quanto attiene l'ambiente marino dell'area portuale e delle aree limitrofe, dovrà essere predisposto un piano di monitoraggio delle componenti acqua, sedimento e biota nelle fasi *ante, durante e post operam*.

ATTIVITA'

Le attività di monitoraggio si articoleranno in tre diverse fasi e terranno conto di tutte le matrici ambientali marine potenzialmente impattate dall'operatività del cantiere e dell'opera.

Di seguito sono riassunte le attività previste.

Fase "ante operam"

Questa fase avrà inizio almeno un anno prima dell'avviamento delle attività di dragaggio, in modo da rilevare la variabilità stagionale delle principali componenti dell'ambiente marino costiero in assenza delle potenziali perturbazioni dovute alla realizzazione dell'opera. Gli eventuali cambiamenti registrati in questa fase saranno quindi ascrivibili principalmente alle sostanze trasportate dai principali corsi d'acqua o provenienti da altre fonti antropiche presenti nell'area di studio. I dati e le informazioni raccolte serviranno inoltre per definire i range di variabilità locale del solido sospeso (con eventuali inquinanti associati) e del tasso di sedimentazione, variabili fondamentali che potrebbero alterare lo stato degli ecosistemi marini costieri.

In questa fase sono previste le seguenti attività:

- analisi del campo idrodinamico, in diversi scenari meteomarini, ottenuto dal processo di steering tra i modelli DELFT3D-FLOW e SWAN;
- analisi della dispersione del sedimento attraverso il modello DELFT3D-WAQ finalizzata alla definizione del piano di campionamento e allo studio del ricircolo di acqua all'interno delle strutture

portuali per prevenire fenomeni di accumulo di sostanze inquinanti, che possono deteriorare la qualità del corpo idrico e innescare processi che alterano l'equilibrio ecologico dell'ambiente (es. eutrofizzazione);

- campagna di monitoraggio mirata alla definizione della qualità fisico-meccanica e alla composizione chimica dei fanghi da dragare, secondo il DM 24.01.96 e il 'Manuale per la movimentazione di sedimenti' (ICRAM-APAT);
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici nella colonna d'acqua attraverso campagne di misura stagionali sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, sulla base degli scenari di impatto ottenuti dai modelli matematici (frequenza: 4/anno);
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici del sedimento marino attraverso campagne di misura sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, sulla base degli scenari di impatto ottenuti dai modelli matematici (frequenza: 1/anno);
- installazione di un radar in banda X per l'analisi di intensità e direzione della corrente marina superficiale e del moto ondoso in prossimità della zona di dragaggio e delle aree limitrofe;
- analisi della distribuzione delle componenti otticamente attive (TSM, Chla e CDOM) dell'acqua di mare attraverso osservazioni satellitari ad alta risoluzione;
- installazione e messa a punto di una stazione fissa di monitoraggio della qualità delle acque in prossimità della zona di dragaggio;
- monitoraggio e caratterizzazione delle specie e degli habitat prioritari ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- monitoraggio e caratterizzazione dell'habitat prioritario *Posidonia oceanica* ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 1/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- monitoraggio e caratterizzazione delle comunità bentoniche di fondo mobile attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- valutazione dello stock ittico locale attraverso campagne di pesca scientifica (frequenza: 2/anno).

Fase "Cantiere"

Questa fase sarà effettuata contestualmente alle attività di dragaggio e all'operatività del cantiere e durerà per l'intero periodo previsto dalle suddette attività che è stato stimato essere di circa 2 anni. Lo scopo è quello di monitorare gli eventuali cambiamenti sulle risorse ambientali e socio-economiche presenti nell'area di studio al fine di analizzare la durata e l'entità dell'impatto prodotta dalle attività di dragaggio. L'obiettivo è anche quello di monitorare l'efficacia delle misure di mitigazione adottate.

In questa fase sono previste le seguenti attività:

- monitoraggio della qualità delle acque in prossimità della zona di dragaggio attraverso strumentazione fissa per verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e fornire un allarme in tempo reale in caso di superamento delle soglie limite, che saranno stabilite con gli Enti di riferimento (sistema di *early warning*);
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici nella colonna d'acqua attraverso campagne di misura stagionali sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, in corrispondenza delle stazioni effettuate nella fase '*ante operam*' (il numero e il periodo delle campagne dipendono dalle fasi con cui verrà effettuato il dragaggio della DEGM) (frequenza: 2/anno);
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici del sedimento marino attraverso campagne di misura sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, in corrispondenza delle stazioni effettuate nella fase '*ante operam*' (frequenza: 1/anno);
- analisi della distribuzione delle componenti otticamente attive (TSM, Chla e CDOM) dell'acqua di mare attraverso osservazioni satellitari ad alta risoluzione;
- analisi della corrente marina superficiale e dei principali parametri del moto ondoso (altezza d'onda significativa, direzione media e periodo di picco) acquisiti dal radar in banda X;
- validazione dei modelli idrodinamici (DELFT3D-FLOW e SWAN) attraverso i dati acquisiti dal radar in banda X;
- validazione del modello DELFT3D-WAQ utilizzando i dati raccolti in-situ (campagne di misura stagionali e stazione fissa di monitoraggio) e da satellite;
- messa a punto di un indice sintetico per valutare gli impatti dovuti dalle attività di dragaggio utilizzando i risultati dei modelli numerici;
- monitoraggio e caratterizzazione delle specie e degli habitat prioritari ai sensi della Direttiva

Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);

- monitoraggio e caratterizzazione dell'habitat prioritario *Posidonia oceanica* ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 1/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- monitoraggio e caratterizzazione delle comunità bentoniche di fondo mobile attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- valutazione dello stock ittico locale attraverso campagne di pesca scientifica (frequenza: 2/anno).

Fase "post operam"

Questa fase avrà una durata di due anni ed inizierà al completamento delle attività di dragaggio. L'obiettivo è quello di analizzare la variazione stagionale ed interannuale delle principali componenti ambientali, al fine di monitorare i cambiamenti temporanei e permanenti sugli ecosistemi marino costieri presenti nell'area di studio indotte da fonti dirette (che si trovano nella zona costiera) ed indirette (in cui le sostanze inquinanti vengono veicolate dai fiumi).

In questa fase sono previste le seguenti attività:

- monitoraggio della qualità delle acque in prossimità della zona di dragaggio attraverso strumentazione fissa;
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici nella colonna d'acqua attraverso campagne di misura stagionali sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, in corrispondenza delle stazioni effettuate nella fase '*ante operam*' (frequenza: 4/anno);
- analisi dei parametri fisici, chimici, biologici e microbiologici del sedimento marino attraverso campagne di misura sia nell'area portuale che nelle aree limitrofe, in corrispondenza delle stazioni effettuate nella fase '*ante operam*' (frequenza: 1/anno);
- analisi della distribuzione delle componenti otticamente attive (TSM, Chla e CDOM) dell'acqua di mare attraverso osservazioni satellitari ad alta risoluzione;
- analisi della corrente marina superficiale e dei principali parametri del moto ondoso (altezza d'onda significativa, direzione media e periodo di picco) acquisiti dal radar in banda X;
- monitoraggio e caratterizzazione delle specie e degli habitat prioritari ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- monitoraggio e caratterizzazione dell'habitat prioritario *Posidonia oceanica* ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) che si trovano nei SIC marini (IT6000004, IT6000005, IT6000006 e IT6000007) attraverso rilievi di campo (frequenza: 1/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- monitoraggio e caratterizzazione delle comunità bentoniche di fondo mobile attraverso rilievi di campo (frequenza: 2/anno, come previsto dal Decreto 260/2010);
- valutazione dello stock ittico locale attraverso campagne di pesca scientifica (frequenza: 2/anno);
- validazione dell'indice sintetico attraverso i risultati delle indagini effettuate sulle specie ed sugli habitat prioritari presenti nei SIC di interesse;

- analisi degli impatti sulle specie ed sugli habitat prioritari presenti nei SIC di interesse attraverso un indice sintetico che, utilizzando i risultati delle simulazioni numeriche, permette di definire il contributo delle diverse fonti di inquinamento presenti nella zona di studio.

Il piano di campionamento relativo ad ogni componente ambientale (acqua, sedimento e biota) verrà stabilito sulla base degli scenari simulati attraverso i modelli numerici di circolazione e dispersione messi a punto nella fase *ante-operam*.