



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

PORTO DI NAPOLI

PROLUNGAMENTO E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA

LOTTO B: RAFFORZAMENTO

Piano Nazionale
di Ripresa
e Resilienza



PROGETTO DEFINITIVO

Titolo elaborato :

Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti

Scala:

2 2 0 1 1 D R 0 0 6 0 1 A M B

Committente:



AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE
NAPOLI · SALERNO · CASTELLAMMARE DI STABIA

AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE
DEL MAR TIRRENO CENTRALE

Responsabile Unico del Procedimento:
Dott. Ing. Rosa PALMISANO

Mandataria



Via Monte Zebio, 40
00195 ROMA

Mandanti



Responsabile integrazione
prestazioni specialistiche
Prof. Ing. A. Noli

Responsabile coordinamento
gruppo di progettazione
Ing. M. Di Stefano

Responsabile studi specialistici
Ing. P. Contini

Strutture e geotecnica
Ing. N. Saraca
Ing. A. Nunziati
Ing. A. Longo
Ing. G. Iorio

Impianti
Ing. F. M. Azzopardi


Studi ambientali
Ing. F. Ventura

Geologia
Dott. Geol. S. Costabile

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	Marzo 2023	1	AGGIORNAMENTO	S. Martorana	F. Ventura	P. Contini
	Marzo 2023	0	EMISSIONE	S. Martorana	F. Ventura	P. Contini

Le Società dell' RTI si riservano la proprietà di questo disegno con la proibizione di riprodurlo o trasferirlo a terzi senza autorizzazione scritta.
This document is property of RTI. Reproduction and divulgation forbidden without written permission

Visto del Committente:

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE
PORTO DI NAPOLI
PROLUNGAMENTO E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA DUCA D'AOSTA
LOTTO B: RAFFORZAMENTO
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SULLA CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI

Indice

1. Premessa	2
2. CARATTERISTICHE DELL'AREA MARINA	6
3. DATI DISPONIBILI	8
3.1 Rilievi batimetrici	8
3.2 Studio meteomarinico	9
3.3 Indagini di caratterizzazione ambientale PREGRESSE	11
4. Campagna di caratterizzazione ambientale 2022-2023	20
4.1 Sondaggi	22
4.2 Campionamenti	23
5. Risultati delle indagini.....	24
5.1 I sondaggi.....	24
5.2 Prove di laboratorio geotecnico	26
5.3 Prove di laboratorio chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche	27
6. Conclusioni.....	30

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

1. Premessa

La presente relazione illustra i risultati delle indagini ambientali eseguite a corredo del progetto definitivo relativo agli interventi urgenti di *Rafforzamento della diga Duca d'Aosta (Lotto B) del porto di Napoli* elaborato su incarico dell'Autorità di Sistema del Mar Tirreno Centrale (AdSP, nel prosieguo) nell'ambito degli interventi finanziati con fondi complementari del PNRR.



Figura 1 - Porto di Napoli – Inquadramento – Lavori di rafforzamento: Lotto B

L'intervento infrastrutturale di rafforzamento della diga foranea rientra tra quelli classificati come **“interventi di urgenza”** a norma dell'art.3, comma 1) lettera h) ovvero **“interventi necessari per ovviare a eventi imprevedibili la cui mancata esecuzione determinerebbe situazioni di grave pregiudizio alla salute pubblica e/o all'ambiente”**. Ed infatti la Diga Foranea del Porto di Napoli è l'infrastruttura – connotata attualmente da elementi **di notevole fragilità** – che protegge il bacino portuale e tutti i 72 ormeggi interni, dagli eventi meteomarinari. Attualmente parte della diga è parzialmente crollata e si rinvencono in più sezioni aperture molto ampie del muro paraonde e della sovrastruttura dei cassoni.


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01




Figura 2 – Dissesto tra le progressive 1+133 – 1+169

L'intervento di progetto prevede la formazione di un'opera a gettata a ridosso dell'esistente Diga costituita da materiale lapideo di natura calcarea, con mantellata esterna formata da tetrapodi da 16 m³ e tetrapodi 4 m³ al piede, caratterizzata da una ampia berma posta alla quota della parte sommitale del muro paraonde esistente. Il tutto finalizzato a stabilizzare la struttura della Diga ed a ridurre le sollecitazioni indotte dal moto ondoso sia sui cassoni che sul soprastante muro paraonde.

L'intervento in questione determina quindi l'occupazione permanente del fondale per la parte immediatamente a ridosso dello scanno di imbasamento che attualmente costituisce la fondazione dei cassoni cellulari.

Parte delle aree di sedime oggetto di indagine ricadono all'interno della perimetrazione a mare del Sito di Interesse Nazionale di Napoli Orientale istituito con Ordinanza Commissariale del 29.12.1999.

Per tale area, posta ad una quota di circa -15 m dal Imm, il gruppo di progettazione costituito dal Raggruppamento Temporaneo costituito tra le società di ingegneria MODIMAR s.r.l. (mandataria), SISPI s.r.l., React Studio s.r.l., VAMS Ingegneria s.r.l., VDP s.r.l., G.I.A. Consulting s.r.l. (mandanti), aggiudicatario del contratto rep 352 del 23 ottobre 2019, ha elaborato un **piano di caratterizzazione ambientale** (doc: 22_011_DR_005_00_AMB - data Luglio 2022 - rev. Ottobre 2022), preliminarmente concordato con ARPA Campania, che l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale ha affidato all'Impresa CACCAVALE APPALTI & COSTRUZIONI s.r.l., con

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

sede Legale in Via Circumvallazione N° 310 – 80035 – Nola (NA) - C.F. e P.IVA 02460190644, nell'ambito del contratto di Accordo Quadro quadriennale CUP: G17G19000030006 CIG: 8581006629, come da ORDINE DI LAVORO N° 4 (verbale di consegna del 3/10/2022).


Nell'ambito di tale contesto l'impresa esecutrice, in accordo con l'Autorità di Sistema Portuale del mar Tirreno Centrale, ha affidato alla Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze Chimiche e al Dipartimento di Scienze Biologiche - le attività relative alle analisi di laboratorio sui campioni prelevati.

Nella riunione del 28/09/2022, alla presenza dei referenti dell'Autorità Portuale del Mar Tirreno Centrale, del Gruppo di progettazione, dell' ARPA Campania, dell'Impresa esecutrice Caccavale Appalti & Costruzioni S.R.L. e dell'Università degli Studi Di Napoli Federico II sono state concordate le modalità di prelievo dei campioni della colonna di acqua e dei sedimenti.

La caratterizzazione in oggetto si è resa necessaria ai fini dell'aggiornamento delle informazioni ottenute da indagini pregresse relativamente alle caratteristiche chimico-fisiche dei fondali posti a ridosso della Diga Foranea Duca d'Aosta e dell'Antemurale Thaon di Revel, nella parte esterna al bacino portuale, **ove peraltro il progetto non prevede alcuna attività di escavo dei fondali** bensì una modesta quantità di salpamenti di materiale arido proveniente dalla riconfigurazione dell'esistente volume di imbasamento dei cassoni esistenti posto sul fondale naturale variabile tra quota -15 e -20 m dal Imm. Per tale quantità di salpamento si prevede il trasporto a rifiuto, previa caratterizzazione, in impianti di recupero (a terra) esterni all'ambito portuale.

I suddetti interventi infatti, finanziati con fondi complementari del PNRR a norma del DM 330/2021, ricadono tra quelli di cui al comma 1-bis dell'art.242 ter del Dlgs 152/06 e smi, ovvero *“opere che non prevedono scavi ma comportano occupazione permanente di suolo”*

Le attività eseguite, le cui specifiche sono riportate nel Piano di Caratterizzazione Ambientale doc- n- 22_011_DR_005_00_AMB – titolo: Porto di Napoli “Prolungamento

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

e rafforzamento della Diga Foranea Duca degli Abruzzi - LOTTOB: Rafforzamento – Progetto Definitivo” rev.01 ottobre 2022 elaborato sulla base delle indicazioni riportate nel Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Codice dell’ambiente) e *ss.mm.ii.*, nel DM 172/2018 e nei manuali ISPRA, sono di seguito riportate:

- esecuzione di **n° 12 sondaggi ambientali** a carotaggio continuo spinto sino a massimo 1,5 m da quota fondale
- **prelievo di n°36 campioni di sedimenti** da sottoporre ad analisi fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica;
- **prelievo di n° 24 campioni di acque** da sottoporre ad analisi chimica;
- **prove di laboratorio** fisiche, chimiche, microbiologiche, ecotossicologiche sui campioni prelevati secondo il protocollo analitico riportato nei paragrafi successivi.

L’area di indagine è posta a ridosso dell’intera diga foranea Duca degli Abruzzi e dell’antemurale Thaon di Revel e rappresenta l’area di impronta delle opere a gettata previste a rafforzamento della attuale diga foranea e dell’antemurale (fig.3).


Le indagini eseguite hanno avuto lo scopo di:

- definire la successione stratigrafica dei sedimenti;
- caratterizzare gli stessi dal punto di vista ambientale, microbiologico ed ecotossicologico.

Le attività di prelievo in sito - dirette dal geom. Donato Avella - hanno avuto inizio in data 14/10/2022 e si sono concluse in data 19/10/2022. I campionamenti sono stati affidati al Dipartimento di Scienze Chimiche e al Dipartimento di Scienze Biologiche dell’Università degli Studi di Napoli Federico II con il coordinamento del Prof. M. Trifuoggi e della Dott.ssa G. Di Natale.

Le analisi chimiche e chimico-fisiche sono state effettuate dal laboratorio ACE- Analytical Chemistry for the Environment accreditato ACCREDIA con n. 1498L per le matrici oggetto delle indagini.

I risultati della caratterizzazione delle acque e dei sedimenti sono riportati nella relazione finale dell’Università degli Studi di Napoli del luglio 2023 con relativi allegati (CFR Allegato 1 - Relazione tecnica finale sulle attività di caratterizzazione).

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Le attività di caratterizzazione sono state eseguite in contraddittorio con ARPAC che in data 07/09/2023 ha trasmesso all'Adsp del mar Tirreno Centrale relazione tecnica sui risultati e relativi rapporti di prova.

Le valutazioni di ARPAC definiscono una sostanziale conformità alle risultanze della analisi effettuate dall'Università di Napoli. L'agenzia comunica inoltre che *i prelievi e le analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, eseguite dalla parte in contraddittorio, rappresentano il punto zero che dovrà essere confrontato con le prossime indagini (monitoraggi) per valutare gli eventuali impatti e che, non dovendo movimentare i sedimenti, non si procede, al momento alla validazione dei dati analitici ritenendo, in via cautelativa, che i valori di concentrazione da prendere a riferimento, debbano essere i valori maggiori tra i due laboratori.*

2. CARATTERISTICHE DELL'AREA MARINA


L'area di intervento si colloca all'interno del golfo naturale di Napoli all'interno del quale, nell'ansa più settentrionale, si colloca il Porto di Napoli la cui estensione è di circa 1.426.000 m² con una superficie di specchio acqueo protetto di 2.660.000 m². Il porto è delimitato a ponente dal Molo San Vincenzo e a levante dalla diga foranea Emanuele Filiberto duca d'Aosta e dall'Antemurale Thaon de Revel.

Il bacino del porto di Napoli portuale è costituito da un avamposto (sito in prosecuzione della bocca d'ingresso principale al porto, tra la testata di levante della diga Duca degli Abruzzi e quella di ponente dell'Antemurale Thaon di Revel) e da un canale di accesso (di lunghezza pari a 2500 m circa e larghezza variabile tra 200 e 290 m, posto a ridosso della diga Duca D'Aosta) che unisce l'avamposto con l'imboccatura di levante. Lungo il canale di accesso sono presenti n. 9 darsene, disposte all'interno dell'area portuale.

Il tratto di canale di accesso al porto presenta una quota batimetrica media di -14.50 m l.m.m.

Lo stralcio planimetrico in Figura 1, seguente, mostra l'ubicazione dell'area di testata orientale della Diga Foranea Duca d'Aosta.

L'area interessata dal Piano di caratterizzazione è tutta esterna al bacino portuale protetto e lambisce la struttura esistente della Diga foranea

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Parte dello specchio acqueo interessato dal piano di caratterizzazione risulta incluso nella perimetrazione del Sito di bonifica di Interesse Nazionale di Napoli Orientale (Ordinanza Commissariale del 29.12.1999), come ben rappresentato nella figura 1.

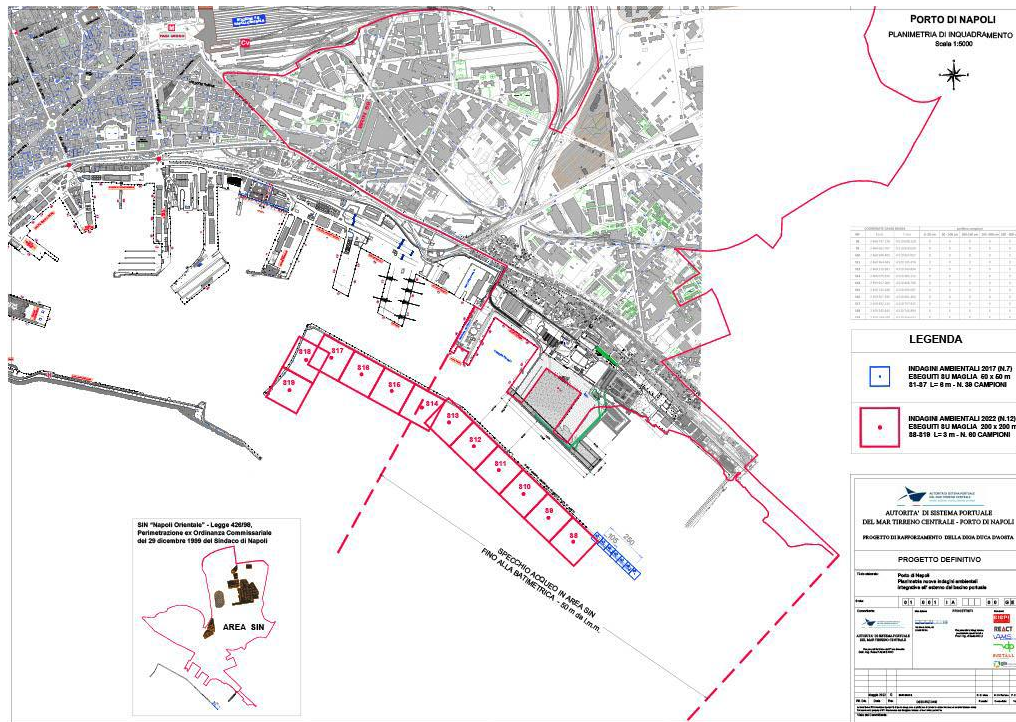



Figura 3 - Ubicazione del sito di indagine (da Piano di Caratterizzazione Ambientale 22_011_DR_005_00_AMB rev.01 ottobre 2022).

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

3. DATI DISPONIBILI

3.1 Rilievi batimetrici

I rilievi batimetrici eseguiti nel tempo hanno evidenziato che la morfologia del fondo è abbastanza irregolare all'interno della Diga Foranea con profondità variabili tra un valore minimo pochi metri e un valore massimo di 18-20 m in prossimità dell'imbocco della Diga stessa. La morfologia di fondo all'interno delle varie Darsene risulta generalmente irregolare e rialzata nell'area limitrofa alle banchine.

Nel mese di ottobre 2021 la Geonautics S.r.l. ha svolto, su incarico dell'Autorità di Sistema Portuale, i rilievi topo-batimetrici e le ispezioni subacquee, finalizzate al monitoraggio morfo-batimetrico di dettaglio della diga foranea sia delle porzioni emerse che sommerse, dei fondali adiacenti e all'identificazione di eventuali anomalie, successivamente verificate e documentate mediante l'esecuzione di video ispezioni subacquee (ROV). Nell'ambito di tali attività è stato eseguito un rilievo topo-batimetrico di dettaglio con sistema Laser Scanner, drone SAPR e Multibeam (LS-SAPR-Mbes) e Video ispezioni a spot con sistema ROV per meglio identificare le anomalie individuate. Il rilievo topo-batimetrico è stato eseguito in maniera combinata con ecoscandaglio multifascio (MBES) e sistema di scansione LiDAR (Light Detection and Ranging) sviluppato appositamente per rilievi costieri, offshore o vie navigabili interne.

I dati topo-batimetrici acquisiti con Laser scanner e con Multibeam Echosounder sono stati processati ed esportati in file xyz con maglia 0.25x0.25 m sono stati utilizzati per la generazione di un modello digitale del terreno (DTM) dettagliato, per la rappresentazione grafica della morfologia e l'individuazione di eventuali sgrottamenti della diga. L'area investigata include la porzione emersa e quella sommersa fino alla batimetrica dei -15m ma si è arrivati ad una profondità massima in alcuni punti con un gradiente batimetrico elevato anche a -30m.

L'area interessata dalla caratterizzazione si colloca su un fondale medio di circa -15 m dal lmm


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB




Figura 4 - DTM della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel

3.2 Studio meteomarinario

Il Gruppo di progettazione per la definizione delle condizioni di moto ondoso al largo di Napoli ha preso in esame le seguenti fonti di dati maggiormente attendibili e attualmente disponibili:

- dati di moto ondoso ricostruiti in ri-analisi (hindcasting) tra il 1979 e il 2021 per l'intero bacino del mediterraneo dal MetOcean Group del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova ("dati del DICCA" nel prosieguo) con il modello di generazione e propagazione del moto ondoso WaveWatch III, con una risoluzione spaziale pari a 0.1° ed una risoluzione temporale pari a 1 ora; tale database, allo stato attuale, è unico nel suo genere data la grande accuratezza spaziale delle serie storiche di moto

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

ondoso ricostruite e l'arco temporale delle stesse serie storiche che risulta essere pari a 42 anni;

- registrazioni ondametriche direzionali (da luglio 1989 a giugno 2005) effettuate dalla boa posta al largo di Ponza con cadenza trioraria appartenente alla Rete Ondametrica Nazionale gestita dall' Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ("ISPRA" nel prosieguo, già A.P.A.T.).

Il clima di moto ondoso al largo del porto di Napoli, ottenuto utilizzando i dati dell'intera serie storica del DICCA, mostra la presenza di due settori di traversia, ed in particolare:


- Settore principale compreso tra 195°N e 285°N
- Settore secondario compreso tra 150°N e 195°N

Gli stati di mare più frequenti presentano generalmente altezza d'onda compresa tra $0.5 < H_s < 1.5$ m. Le calme (stati di mare di altezza significativa H_s inferiore a 0.5 m) si verificano in media il 53% del tempo, circa 193 giorni/anno.

La suddivisione degli eventi per classi di altezza significativa e direzione e le conseguenti frequenze di accadimento delle classi rivelano che gli stati di moto ondoso più significativi (H_s maggiore di 0.5 m) si presentano da Libeccio (circa 57%) e da Scirocco (circa 13%) con una frequenza di accadimento complessiva pari al 69.8%. Dal settore di Libeccio si presentano inoltre gli eventi con altezza d'onda significativa più elevata. Molto meno frequenti risultano gli stati di mare da Grecale e da Maestrale, con valori di H_s generalmente inferiori a 2.5 – 3.0 m. Durante il corso dell'anno il regime di moto ondoso presenta poca variabilità.

Gli stati di mare caratterizzati da altezza superiore a 2 m si verificano in media 238 ore/anno. La persistenza degli stati di mare con $H_s > 3.0$ m si riduce a 34 ore/anno e circa 7 ore/anno per altezze d'onda ancora maggiori, cioè con $H_s > 4.0$ m.

Le rose ondametriche stagionali, rappresentate escludendo stati di mare caratterizzati da $H_s < 0.5$ m, mostrano come gli eventi più severi siano caratteristici della stagione autunnale e invernale. Pur tuttavia, la direzione di provenienza del moto ondoso rimane costante al variare delle stagioni

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI SALERNO CASTELLANNA DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

3.3 Indagini di caratterizzazione ambientale PREGRESSE

Nell'ultimo decennio nel porto di Napoli sono state effettuate diverse campagne di caratterizzazione ambientale delle acque e dei sedimenti marini; di seguito si richiamano le indagini del 2004, 2005, 2008 e 2017 mentre nei successivi paragrafi si riportano i risultati delle indagini eseguite nel 2022/2023.

La caratterizzazione ambientale eseguita nel 2004 dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR) di Napoli, in attuazione del piano ICRAM # CII- Pr-CA-NO-04.03 dall'Istituto IAMC-CNR, su incarico dell'Autorità Portuale di Napoli ha interessato il campionamento e l'analisi dell'area marina esterna all'area portuale con le seguenti indagini:

- il prelievo di n. 22 carote da 3 m per l'esecuzione (sui livelli 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm, 180-200 cm e 280-300 cm) delle medesime analisi chimico-fisiche e microbiologiche previste dal suddetto piano ICRAM;
- il prelievo di n. 14 campioni di sedimento in prossimità della diga foranea Duca d'Aosta, di cui n. 7 relativi al livello 0-20 cm e n. 7 relativi al livello 30-50 cm, per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche (il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato alla fase solida e l'alga verde *Dunaliella tertiolecta* applicata alla fase liquida).


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01




Figura 5 - Ubicazione delle stazioni di campionamento relative alla campagna di caratterizzazione 2004 ad opera dell'Istituto CNR per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC) di Napoli

La caratterizzazione ambientale eseguita nel 2005 ancora dall'Istituto IAMC-CNR di Napoli ha interessato le aree interne al bacino portuale ed è consistita in:

- esecuzione di una campagna di rilievi batimetrici tramite ecoscandaglio multifascio, per una porzione limitata dell'area;
- prelievo di n. 4 carote da 2 m e n. 17 campioni superficiali per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche e microbiologiche.

Da ciascuna carota, a meno di osservazioni particolari effettuate sulla stratigrafia nel corso del campionamento, sono state isolate, a valle della determinazione di pH e di Potenziale Redox, n. 4 sezioni (corrispondenti ai livelli: 0-20 cm, 30-50 cm, 100-120 cm e 180-200 cm), di cui sono state destinate ad analisi le prime 3, conservando le rimanenti sezioni.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Sulla totalità dei campioni sono stati determinati: peso specifico, contenuto d'acqua, granulometria, metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cr tot, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn), policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), idrocarburi (C \leq 12, C $>$ 12), azoto, fosforo, cianuri, carbonio organico totale (TOC).


Dettagli ulteriori su questa attività di caratterizzazione sono contenuti nel documento "Progetto preliminare di bonifica dell'area marina portuale interna alla diga foranea e della fascia costiera a sud di essa all'interno della perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale di Napoli Orientale" (rif.: doc. ICRAM # Bol-Pr-CA-NO-01.08) redatto da ICRAM, oggi ISPRA, nel febbraio 2006.

La caratterizzazione ambientale svolta da ISPRA a partire dal dicembre 2008, in collaborazione con la Stazione Zoologica "Anton Dorn" di Napoli, in attuazione del piano di caratterizzazione integrativo # CIII-Pr-CA-NO-01.04 è consistita in:

- prelievo di n. 28 carote da 2 m e n. 7 carote da 3 m per l'esecuzione di analisi chimico-fisiche e microbiologiche;
- prelievo di n. 5 campioni di sedimento superficiale per l'esecuzione di analisi ecotossicologiche (il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato alla fase solida; l'alga unicellulare *Dunaliella tertiolecta* ed il crostaceo copepode *Tigriopus fulvus* applicati alla fase liquida).

Da ciascuna carota, a meno di osservazioni particolari effettuate sulla stratigrafia nel corso del campionamento, sono state isolate, a valle della determinazione di pH e Potenziale Redox, sezioni consecutive di 25 cm di sedimento, di cui sono state destinate ad analisi:

- le sezioni 0-25 cm, 25-50 cm, 75-100 cm in tutte le carote da 2 m;
- la sezione 125-150 cm nel 50% delle carote da 2 m;
- tutte le sezioni prelevate da n.2 delle carote da 3 m;
- le sezioni 50-75 cm, 100-125 cm, 150-175 cm, 200-225 cm, 250-275 cm prelevate dalle rimanenti (n. 5) carote da 3 m.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01

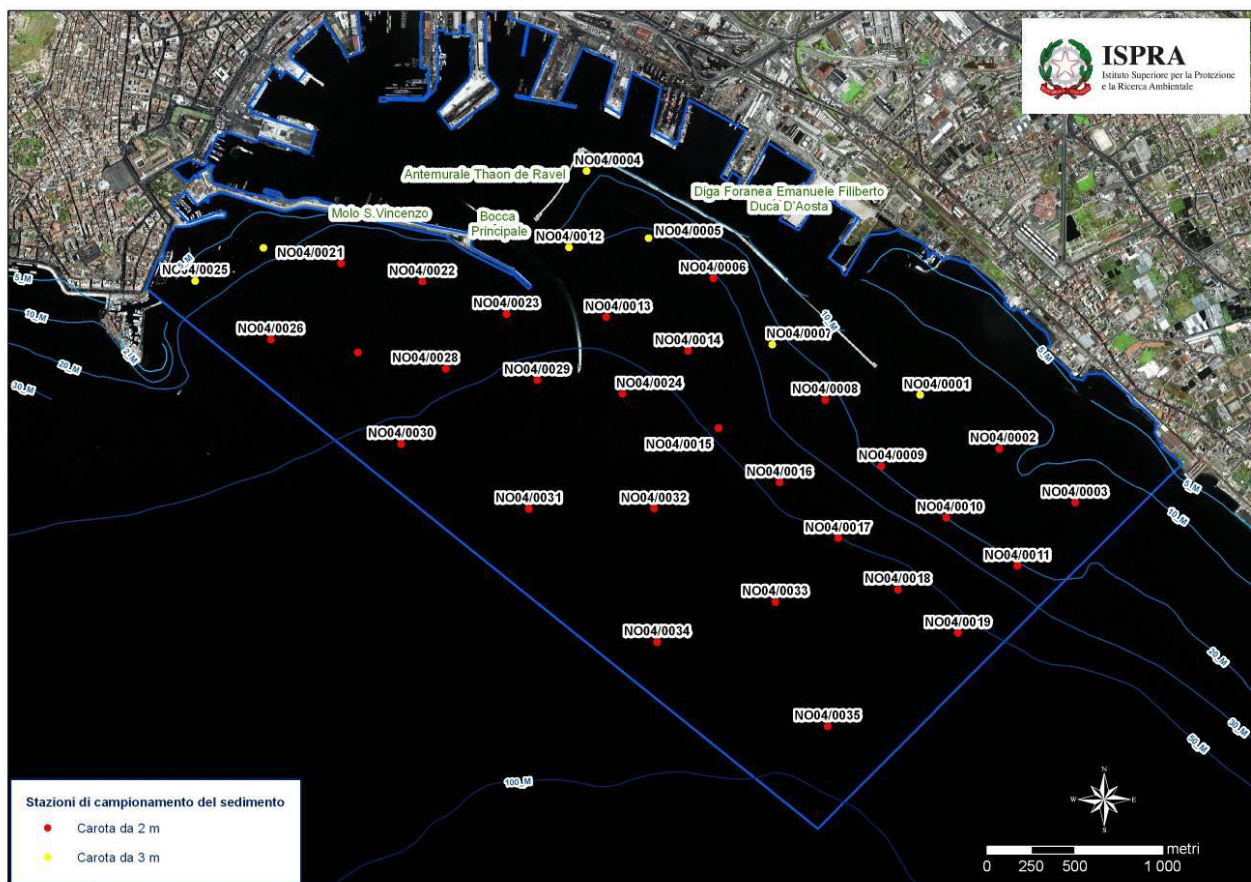



Figura 6 - Stazioni effettivamente eseguite secondo il piano di caratterizzazione integrativo (doc. rif. # CIII-Pr-CA-NO-01.04).

Sulla totalità dei campioni destinati alle analisi chimico fisiche e microbiologiche (n.143) sono stati determinati: peso specifico, contenuto d'acqua, granulometria, metalli ed elementi in tracce (Al, As, Cd, Cr tot, Fe, Hg, Ni, Pb, Cu, V e Zn), idrocarburi (C \leq 12), TOC.

Inoltre, su una percentuale di campioni limitata, è stata effettuata la determinazione dei seguenti parametri: idrocarburi C $>$ 12, su n. 83 campioni; idrocarburi policiclici aromatici, su n.139 campioni; composti organostannici, su n. 29 campioni; PCB, su n. 29 campioni relativi allo strato profondo (75-100 cm); Streptococchi fecali, Salmonella, Spore di clostridi solfitoriduttori, su n. 15 campioni.

Nel corso di tale campagna di caratterizzazione integrativa, in aggiunta alla caratterizzazione approfondita del comparto sedimenti, è stata eseguita, al fine di valutare la reale disponibilità degli inquinanti presenti nei sedimenti e la conseguente

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

biodisponibilità degli stessi a trasferirsi nella colonna d'acqua e negli organismi marini, la caratterizzazione del comparto biotico, mediante il prelievo e l'analisi di n. 1 specie di organismi filtratori (mitili) e di n. 3 specie necto-bentoniche (triglia di fango, salpa e scorfano).

Gli esemplari di mitili sono stati prelevati sia all'interno dell'area di indagine (organismi nativi) sia nel Golfo di Pozzuoli (stazione cosiddetta "di bianco"). Da questa stazione "di bianco" sono stati poi prelevati, in corrispondenza di aree di allevamento, organismi destinati al trapianto in n. 2 ulteriori stazioni all'interno dell'area di indagine.

Gli esemplari di organismi necto-bentonici sono stati prelevati nel corso di pescate effettuate mediante reti da posta in due aree, una interna all'area di indagine ed una esterna ad essa.

Dettagli ulteriori su questa attività di caratterizzazione integrativa condotta da ISPRA, in collaborazione con la Stazione Zoologica "Anton Dorn" di Napoli, sono contenuti nella relazione "Attività della caratterizzazione ambientale dell'area marina esterna al Porto di Napoli. Elaborazione dei risultati analitici" (rif. doc. # CIII-EI-CA-NO-Relazione Conclusiva-01.06), redatta da ISPRA nel luglio 2009.

Dai citati documenti è emerso che in prossimità della diga Duca D'Aosta, relativamente agli elementi piombo, mercurio, rame, ed idrocarburi policiclici aromatici, le concentrazioni non hanno superato i limiti previsti, mentre per l'arsenico le concentrazioni sono variabili lungo la carota talvolta superando i limiti previsti in prossimità della testata di levante della Diga.

In particolare per quanto concerne l'arsenico i valori più elevati di concentrazione sono da ricondurre alle caratteristiche geochimiche naturali dell'area.

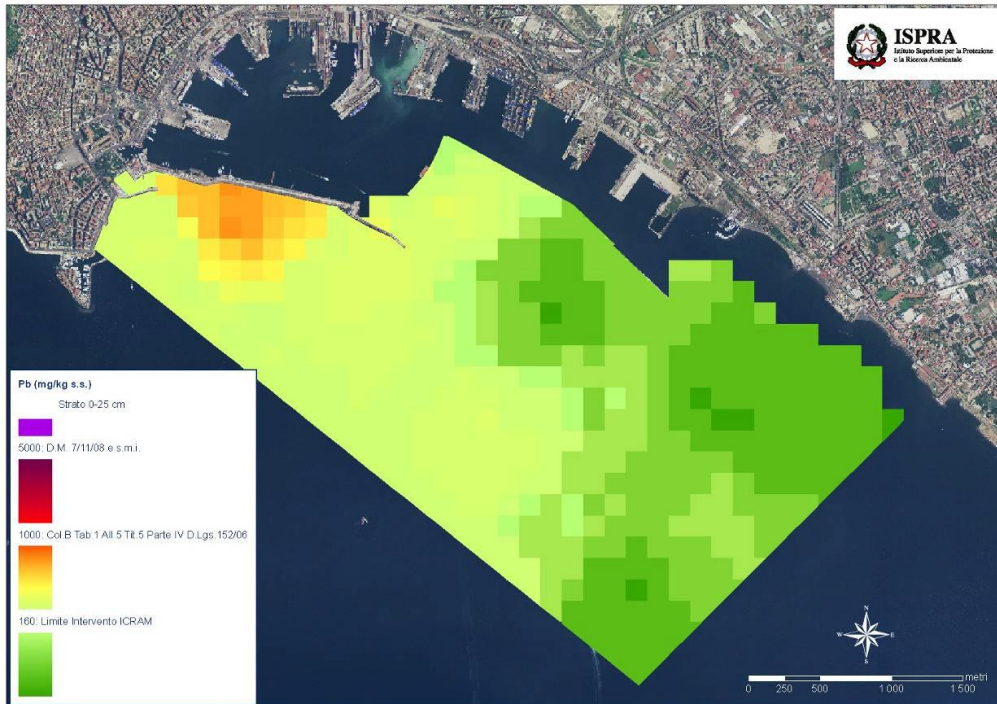


Figura 7 - Concentrazioni piombo (Pb) 1° livello.

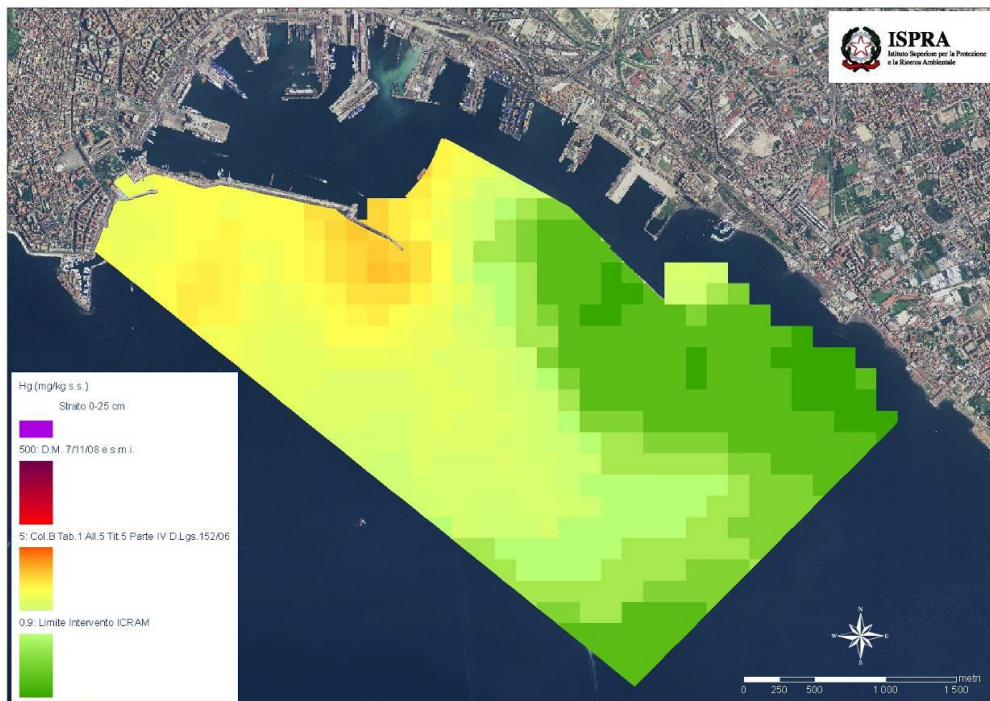


Figura 8 - Concentrazioni mercurio (Hg) 1° livello.

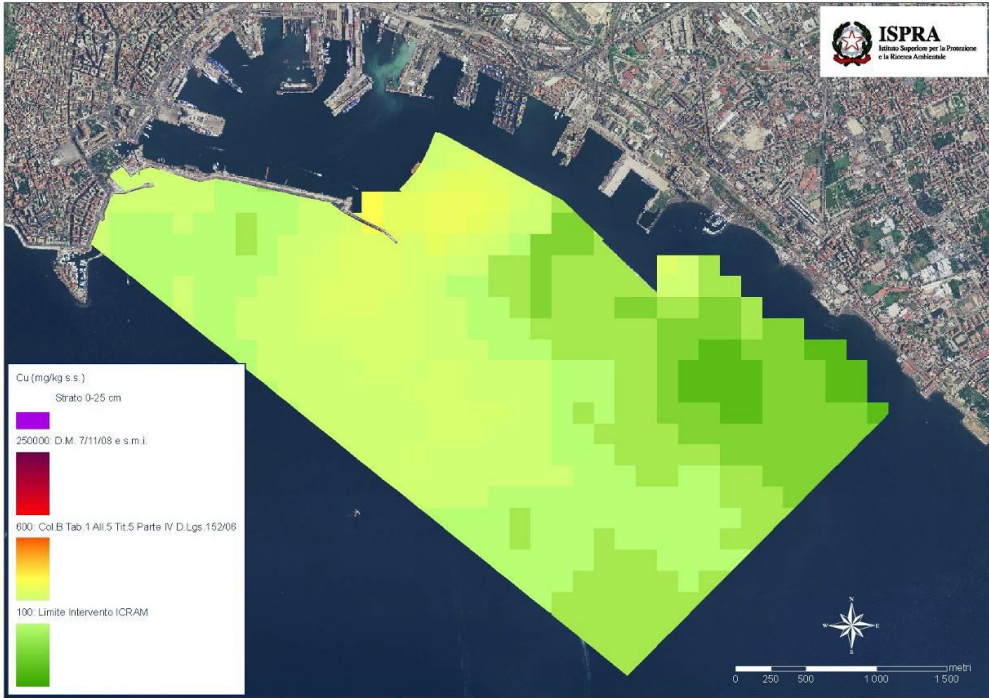


Figura 9 - Concentrazioni Rame (Cu) 1°livello.



Figura 10 - Concentrazioni arsenico (As) 1°livello.


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB



Figura 11 - Concentrazioni idrocarburi policiclici aromatici (IPA) 1°livello.

Nel 2017 è stata eseguita dall'AdSP una ulteriore campagna di indagini ambientali con prelievo di campioni da n.7 sondaggi per la caratterizzazione dei fondali interessati dalle aree di prolungamento (LOTTO A) della diga foranea Duca degli Abruzzi a levante per circa 250 m, su maglia 50 x 50 m.



Figura 12 - Porto di Napoli - Caratterizzazione 2017 – maglie di caratterizzazione prolungamento diga.



	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB



Figura 13– Porto di Napoli - Rilievo batimetrico 2020 con ubicazione maglie di caratterizzazione prolungamento. Diga.

I risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio per i campioni analizzati (versione del 14/07/2021) hanno manifestato superamenti solo per l'arsenico in relazione ai limiti di intervento per il SIN di Napoli orientale e a quelli riportati nel D.Lgs. 152/06 All. 5 alla parte IV Col. B.

Tali superamenti riguardano sole le stazioni A4 e A5, per i livelli prossimi al substrato tufaceo posti in prossimità dell'area di sedime del prolungamento della Diga a levante. Anche in questo caso si trattava di interventi urgenti finanziati con fondi complementari del PNRR che, pur non prevedendo escavo dei fondali, contemplanol'occupazione permanente di suolo a termini del comma 1 bis dell'art.242-ter del Dlgs 152/06 e s mi. Tali analisi sono state sottoposte alla valutazione del Ministero dell'Ambiente nell'ambito di due distinte procedure di assoggettabilità a VIA ed hanno acquisito il parere di compatibilità (con dichiarazione di esclusione dalla procedura VIA).

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01

4. Campagna di caratterizzazione ambientale 2022-2023

Nel 2022 è stata eseguita una nuova campagna di caratterizzazione ambientale dei terreni di sedime antistanti le aree interessate dagli interventi di progetto.

Il progetto **non contempla attività di escavo dei fondali** bensì una modesta quantità di salpamenti di materiale arido proveniente dalla riconfigurazione dell'esistente volume di imbasamento dei cassoni esistenti posto sul fondale naturale variabile tra quota -15 e -20 m dal Imm. Per tale quantità di salpamento si prevede il trasporto a rifiuto, previa caratterizzazione, in impianti di recupero (a terra) esterni all'ambito portuale.

Infatti i suddetti interventi, finanziati con fondi complementari del PNRR a norma del DM 330/2021, ricadono tra quelli di cui al comma 1-bis dell'art.242 ter del Dlgs 152/06 e smi, ovvero ***“opere che non prevedono scavi ma comportano occupazione permanente di suolo”*** nonché tra quelli classificati come ***“interventi di urgenza”*** a norma dell'art.3, comma 1) lettera h) ovvero ***“interventi necessari per ovviare a eventi imprevedibili la cui mancata esecuzione determinerebbe situazioni di grave pregiudizio alla salute pubblica e/o all'ambiente”***.


Tuttavia la caratterizzazione ambientale dei sedimenti si è resa necessaria ai fini dell'aggiornamento delle informazioni ottenute da indagini pregresse relativamente alle caratteristiche chimico-fisiche dei fondali posti a ridosso della Diga Foranea Duca d'Aosta e dell'Antemurale Thaon di Revel, nella parte esterna al bacino portuale, ove peraltro il progetto non prevede alcuna attività di escavo dei fondali.

L'area di indagine è posta a ridosso dell'intera diga foranea Duca degli Abruzzi e dell'antemurale Thaon di Revel e risulta esterna all'area di impronta delle opere a gettata previste a rafforzamento della attuale diga foranea e dell'antemurale.

In particolare, per la definizione del piano di campionamento, il fondale è stato suddiviso in 12 maglie quadrate, caratterizzate da dimensioni pari a 200 x 200 m lato mare.

Da questa suddivisione si ricava un totale di n. 12 punti di campionamento all'interno delle maglie le cui ubicazioni sono visibili nella figura seguente.

Tenuto conto che il confine delle maglie 200x200 m è collocato a perimetro della diga foranea, i punti di prelievo, posizionati in prossimità del centro delle maglie e quindi a

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

100 m dal paramento dei cassoni, ricadono sempre esternamente all'area di intervento (70 m) e quindi interessano i sedimenti marini esclusi dall'area di intervento.


Le indagini eseguite hanno avuto lo scopo di:

- definire la successione stratigrafica dei sedimenti;
- caratterizzare gli stessi dal punto di vista ambientale, microbiologico ed ecotossicologico.

Le indagini sono state eseguite sulla scorta del **piano di caratterizzazione ambientale** (doc: 22_011_DR_005_00_AMB - data Luglio 2022 - rev. Ottobre 2022), preliminarmente concordato con ARPA Campania, elaborato dal Gruppo di progettazione sulla base delle indicazioni riportate nel Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Codice dell'ambiente) e *ss.mm.ii.*, nel DM 172/2018 e nei manuali ISPRA, sono di seguito riportate:

- esecuzione di **n° 12 sondaggi ambientali** a carotaggio continuo spinto sino a massimo 1,5 m da quota fondale
- **prelievo di n°36 campioni di sedimenti** da sottoporre ad analisi fisica, chimica, microbiologica ed ecotossicologica;
- **prelievo di n° 24 campioni di acque** da sottoporre ad analisi chimica;
- **prove di laboratorio** fisiche, chimiche, microbiologiche, ecotossicologiche sui campioni prelevati secondo il protocollo analitico riportato nei paragrafi successivi.

L'esecuzione delle indagini è stata affidata dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale all'Impresa CACCAVALE APPALTI & COSTRUZIONI s.r.l., con sede Legale in Via Circumvallazione N° 310 – 80035 – Nola (NA), nell'ambito del contratto di Accordo Quadro quadriennale CUP: G17G19000030006 CIG: 8581006629, come da ORDINE DI LAVORO N° 4 (verbale di consegna del 3/10/2022). Nell'ambito di tale contesto l'impresa esecutrice, in accordo con l'Autorità di Sistema Portuale del mar Tirreno Centrale, ha affidato alla Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Scienze Chimiche e al Dipartimento di Scienze Biologiche - le attività relative alle analisi di laboratorio sui campioni prelevati.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Le attività di prelievo in sito - dirette dal geom. Donato Avella - hanno avuto inizio in data 14/10/2022 e si sono concluse in data 19/10/2022. I campionamenti sono stati affidati al Dipartimento di Scienze Chimiche e al Dipartimento di Scienze Biologiche dell'Università degli Studi di Napoli Federico II con il coordinamento del Prof. M. Trifuoggi e della Dott.ssa G. Di Natale.

In particolare, si è fatto riferimento all'Allegato A al D.M. 7 novembre 2008, che indica la strategia di caratterizzazione e lo schema di campionamento da seguire, la profondità di campionamento e la scelta dei campioni, nonché le metodiche di campionamento, il trattamento e la conservazione dei campioni.

Non essendo previsto escavo dei fondali, il prelievo dei campioni è di tipo superficiale interessando la profondità di 1,5 m dal fondale nei tre strati 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm a mezzo di vibrocarotiere idraulico movimentato dalla gru di bordo di un motopontone.

La colonna d'acqua è stata campionata mediante il prelievo di acqua; si precisa che, per il rilevamento dei parametri chimici, in ogni postazione di campionamento è effettuata la raccolta di due campioni di acqua, uno superficiale e uno profondo.


Le indagini di caratterizzazione ambientale eseguite hanno avuto lo scopo di conoscere le caratteristiche chimico-fisiche, ecotossicologiche e microbiologiche dei materiali oggetto di studio.

4.1 Sondaggi

Il prelievo dei sedimenti è avvenuto mediante sonda a rotazione tipo CMV cingolata, dotata di aste di perforazione modulari, in grado di minimizzare il rimescolamento e le eventuali diluizioni della matrice solida del sedimento

La stessa è stata imbarcata sul motopontone ADAN 1 iscritto presso il R.NN. MM. e GG. del Compartimento Marittimo di Napoli al N° 10868. Di volta in volta, a seconda delle coordinate indicate, il motopontone si è posizionato sul punto esatto di prelievo grazie ad un sistema di ricevitori GNSS collegati alla rete ITALPOSS con correzione in tempo reale (RTK), tramite GSM.

Tali operazioni sono state controllate da remoto da un tecnico presente a bordo che per ogni punto ha dato l'assenso al prelievo.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Dopo l'effettuazione del prelievo, si è proceduto all'estrusione della carota dal *liner*. I campioni estratti sono stati conservati in apposite cassette catalogatrici ed analizzati da un geologo.

4.2 Campionamenti


Immediatamente dopo le operazioni di apertura o estrusione le carote sono state misurate, fotografate e ispezionate visivamente da un geologo che, successivamente, ha proceduto all'elaborazione delle stratigrafie. Una volta misurate, le carote sono state immediatamente subcampionate, separando – e partendo dal *top*- le sezioni di sedimento corrispondenti agli intervalli descritti.

Per ogni punto di prelievo è stata compilata a cura del personale addetto al campionamento, una scheda riassuntiva contenente le informazioni di seguito riportate:

- codice identificativo della stazione di campionamento;
- data ed ora di campionamento;
- coordinate effettive del punto;
- quota del fondale;
- lunghezza della carota prelevata;
- descrizione stratigrafica della carota;
- sezioni prelevate;
- descrizione macroscopica delle sezioni (colore, odore, tipologia dei sedimenti, grado di idratazione, presenza di frammenti conchigliari, presenza di residui e materiale organico, presenza di strutture sedimentologiche) e codici dei relativi campioni.

Sulle singole sezioni individuate, immediatamente dopo il decorticamento della parte più esterna della carota, venuta a contatto con le pareti interne del *liner* o del carotiere e prima della suddivisione in sub-campioni, è stato effettuato il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (idrocarburi C_{≤12}, BTEX), sulle sezioni - ove sia stato previsto.

Immediatamente dopo si è proceduto al sub-campionamento e alla omogeneizzazione delle aliquote previste per tutti i restanti parametri, evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01

Oltre al prelievo dei sedimenti si è proceduto in ogni punto al prelievo di due campioni di acqua, così come indicato dal piano di caratterizzazione, a profondità diverse attraverso l'utilizzo di una bottiglia *NISKIN*.

Le attività sono state dirette dal geom. Donato Avella, mentre i campionamenti sono stati affidati al Dipartimento di Scienze Chimiche e al Dipartimento di Scienze Biologiche dell'Università degli Studi di Napoli Federico II.

5. Risultati delle indagini


Le modalità di verifica delle condizioni di qualità delle acque marine e dei sedimenti, unitamente alle caratteristiche biologiche dello specchio marino situato a ridosso della Diga oggetto di intervento, sono state definite nel piano di campionamento. Non essendo previsto escavo dei fondali, sono stati prelevati campioni superficiali e i sondaggi si sono spinti fino ad una profondità massima di 1,5 m dal fondale.

5.1 I sondaggi

Il fondale della zona oggetto di indagine è stato suddiviso in 12 maglie quadrate, ciascuna caratterizzata da dimensioni pari a 200 x 200 m, lato mare. Per tutti i punti di campionamento sono stati effettuati n. 3 prelievi di sedimenti per ogni verticale rispettivamente a profondità 0,50 m - 1,00 m – 1,50 m dalla quota del fondale e n. 2 prelievi su colonna d'acqua a profondità 0,50 m – 15 m dal pelo d'acqua.

Sono stati eseguiti complessivamente n. 12 sondaggi di caratterizzazione ambientale (S8-S19) nei punti così come di seguito individuati in figura 16, seguente, mediante elenco delle coordinate e della planimetria.

COORDINATE GAUSS BOAGA			Prelievo campioni		
RIF	X (m)	Y (m)	0 -50 cm	50 - 100 cm	100-150 cm
S8	2.460.797,128	4.519.690,220	X	X	X
S9	2.460.652,767	4.519.828,639	X	X	X
S10	2.460.508,405	4.519.967,057	X	X	X
S11	2.460.364,043	4.520.105,476	X	X	X

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

S12	2.460.219,681	4.520.243,894	X	X	X
S13	2.460.075,320	4.520.382,313	X	X	X
S14	2.459.917,900	4.520.468,730	X	X	X
S15	2.459.742,648	4.520.565,097	X	X	X
S16	2.459.567,396	4.520.661,464	X	X	X
S17	2.459.392,144	4.520.757,832	X	X	X
S18	2.459.245,445	4.520.744,894	X	X	X
S19	2.459.149,078	4.520.569,642	X	X	X


Figura 14 – Elenco dei punti e schema delle profondità di campionamento.



Figura 15– Porto di Napoli - Ubicazione delle maglie di caratterizzazione prolungamento della Diga Duca d'Aosta.

Le attività di prelievo dei sedimenti e delle acque sono state effettuate nei giorni:

- **14/10/2022** prelievo nei punti S8 e S9;
- **17/10/2022** prelievo nei punti S10, S11 e S12;
- **18/10/2022** prelievo nei punti S13, S14, S15 e S16;

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

- **19/10/2022** prelievo nei punti S17, S18 e S19.

Per la caratterizzazione chimico-fisica i campioni di sedimento prelevati nei punti S13 e S10 a tutte le quote previste dal piano e i campioni di acqua prelevati nel punto S17 alla quota superficiale (0,50m) e alla quota profonda (15m) sono stati analizzati in contraddittorio con ARPAC.

Per la caratterizzazione ecotossicologica i campioni di sedimento prelevati nei punti S10, S13 e S14 alle tre quote previste e il campione di sedimento prelevato nel punto S17 alla quota 0-0,5m sono stati analizzati in contraddittorio con ARPAC.

Per la caratterizzazione microbiologica i campioni di sedimento prelevati nei punti S10 e S13 sono stati analizzati in contraddittorio con ARPAC.

La descrizione di dettaglio di quanto scaturito dai sondaggi è riportata nelle schede e nelle colonne stratigrafiche allegati alla presente relazione (all.2).


In tali documenti sono indicati:

- descrizione litologica
- profondità degli strati

5.2 Prove di laboratorio geotecnico

I campioni prelevati *in situ* sono stati analizzati al fine di determinare le caratteristiche granulometriche utili alla caratterizzazione chimica, come si vedrà nel seguito.

La tabella seguente mostra i risultati delle prove granulometriche eseguite.

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Latitudine	Longitudine	Data	Codice_campionamento	Livello	Codice_campione	Ghiaia	Sabbia	Silt	Argilla	Pelite_valore_percentuale
40.82587	14.29759	14/10/2022	S8-1	0.0-0.5	S8/0.0-0.5	0,0	51,7	47,2	1,1	48,3
40.82587	14.29759	14/10/2022	S8-2	0.5-1.0	S8/0.5-1.0	0,0	80,5	19,4	0,1	19,5
40.82587	14.29759	14/10/2022	S8-3	1.0-1.5	S8/1.0-1.5	0,0	77,5	22,0	0,5	22,5
40.82717	14.29574	14/10/2022	S9-1	0.0-0.5	S9/0.0-0.5	3,1	83,0	13,6	0,3	13,9
40.82717	14.29574	14/10/2022	S9-2	0.5-1.0	S9/0.5-1.0	28,6	59,0	12,1	0,3	12,4
40.82717	14.29574	14/10/2022	S9-3	1.0-1.5	S9/1.0-1.5	39,7	50,6	9,5	0,2	9,7
40.82834	14.29421	17/10/2022	S10-1	0.0-0.5	S10/0.0-0.5	1,1	86,0	12,7	0,2	12,9
40.82834	14.29421	17/10/2022	S10-2	0.5-1.0	S10/0.5-1.0	0,1	65,9	33,9	0,1	34,0
40.82834	14.29421	17/10/2022	S10-3	1.0-1.5	S10/1.0-1.5	4,0	66,2	29,6	0,2	29,8
40.82977	14.29239	17/10/2022	S11-1	0.0-0.5	S11/0.0-0.5	0,2	80,8	18,8	0,2	19,0
40.82977	14.29239	17/10/2022	S11-2	0.5-1.0	S11/0.5-1.0	20,4	66,0	13,4	0,2	13,6
40.82977	14.29239	17/10/2022	S11-3	1.0-1.5	S11/1.0-1.5	15,5	64,6	19,4	0,5	19,9
40.83098	14.29067	17/10/2022	S12-1	0.0-0.5	S12/0.0-0.5	2,8	76,0	20,8	0,4	21,2
40.83098	14.29067	17/10/2022	S12-2	0.5-1.0	S12/0.5-1.0	0,1	59,5	39,5	0,9	40,4
40.83098	14.29067	17/10/2022	S12-3	1.0-1.5	S12/1.0-1.5	0,1	55,4	43,4	1,1	44,5
40.83211	14.28931	18/10/2022	S13-1	0.0-0.5	S13/0.0-0.5	4,1	61,5	33,9	0,5	34,4
40.83211	14.28931	18/10/2022	S13-2	0.5-1.0	S13/0.5-1.0	0,0	43,3	55,4	1,3	56,7
40.83211	14.28931	18/10/2022	S13-3	1.0-1.5	S13/1.0-1.5	0,0	45,6	53,1	1,3	54,4
40.83298	14.28742	18/10/2022	S14-1	0.0-0.5	S14/0.0-0.5	5,3	65,3	28,7	0,7	29,4
40.83298	14.28742	18/10/2022	S14-2	0.5-1.0	S14/0.5-1.0	3,3	56,2	39,6	0,9	40,5
40.83298	14.28742	18/10/2022	S14-3	1.0-1.5	S14/1.0-1.5	5,2	57,8	36,2	0,8	37,0
40.83377	14.28511	18/10/2022	S15-1	0.0-0.5	S15/0.0-0.5	0,3	30,0	68,1	1,6	69,7
40.83377	14.28511	18/10/2022	S15-2	0.5-1.0	S15/0.5-1.0	1,1	47,5	50,3	1,1	51,4
40.83377	14.28511	18/10/2022	S15-3	1.0-1.5	S15/1.0-1.5	1,7	51,3	45,9	1,1	47,0
40.83469	14.28301	18/10/2022	S16-1	0.0-0.5	S16/0.0-0.5	5,0	45,4	48,5	1,1	49,6
40.83469	14.28301	18/10/2022	S16-2	0.5-1.0	S16/0.5-1.0	9,1	50,6	39,4	0,9	40,3
40.83469	14.28301	18/10/2022	S16-3	1.0-1.5	S16/1.0-1.5	6,0	47,1	45,8	1,1	46,9
40.83543	14.28045	19/10/2022	S17-1	0.0-0.5	S17/0.0-0.5	3,0	48,1	47,1	1,8	48,9
40.83543	14.28045	19/10/2022	S17-2	0.5-1.0	S17/0.5-1.0	6,0	49,0	41,6	3,4	45,0
40.83543	14.28045	19/10/2022	S17-3	1.0-1.5	S17/1.0-1.5	6,2	48,9	43,8	1,1	44,9
40.83533	14.27923	19/10/2022	S18-1	0.0-0.5	S18/0.0-0.5	13,6	41,5	43,9	1,0	44,9
40.83533	14.27923	19/10/2022	S18-2	0.5-1.0	S18/0.5-1.0	13,1	37,3	48,4	1,2	49,6
40.83533	14.27923	19/10/2022	S18-3	1.0-1.5	S18/1.0-1.5	7,3	34,3	47,7	10,7	58,4
40.83361	14.27817	19/10/2022	S19-1	0.0-0.5	S19/0.0-0.5	24,6	63,1	12,0	0,3	12,3
40.83361	14.27817	19/10/2022	S19-2	0.5-1.0	S19/0.5-1.0	15,1	69,6	15,0	0,3	15,3
40.83361	14.27817	19/10/2022	S19-3	1.0-1.5	S19/1.0-1.5	16,2	69,1	14,3	0,4	14,7


Figura 16– Caratterizzazione granulometrica dei sedimenti.

5.3 Prove di laboratorio chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche

Le indagini di caratterizzazione ambientale eseguite hanno avuto lo scopo di conoscere le caratteristiche chimico-fisiche, ecotossicologiche e microbiologiche dei materiali oggetto di studio.

Da un punto di vista chimico-fisico i sedimenti prelevati sono stati caratterizzati secondo la **Tabella 1 colonna B - Allegato 5 - Titolo V - Parte IV del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii.**, mentre le acque sono state caratterizzate secondo il **Decreto Legislativo 13 ottobre 2015, n. 172.**

Le analisi chimiche e chimico-fisiche sono state effettuate dal laboratorio ACE-*Analytical Chemistry for the Environment* accreditato ACCREDIA con n. 1498L per le matrici oggetto delle indagini.


	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Le caratterizzazioni ecotossicologica e microbiologica dei sedimenti sono state effettuate sulla base delle metodologie e dei criteri stabiliti dall'Allegato A del Decreto del 7 novembre 2008 e dal Decreto Ministeriale 173 del 15 luglio 2016 "*Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini*", benchè non applicabile al caso di specie in quanto il progetto non prevede escavo dei fondali.

Per quanto riguarda le acque, nel corso delle indagini sono state effettuate analisi *in situ* e indagini in laboratorio; durante le attività di campo sono stati acquisiti i valori di temperatura, trasparenza, ossigeno disciolto, clorofilla e torbidità.

I risultati della caratterizzazione delle acque e dei sedimenti eseguita nel 2022/2023 nell'area di intervento sono riportati nella relazione finale dell'Università degli Studi di Napoli del luglio 2023 con relativi allegati (CFR Allegato 1 - Relazione tecnica finale sulle attività di caratterizzazione).

Le tabelle relative ai sedimenti riportate nella relazione mostrano le risultanze ottenute per i campioni analizzati, suddivise in funzione del punto di prelievo ed espresse in relazione ai Valori di intervento per sedimenti di aree fortemente antropizzate con particolare riferimento ai siti di bonifica di interesse Nazionale della Regione Campania (ICRAM CII-Pr-CA-valori intervento) ed espresse in relazione alla Tabella 1 colonna B - Allegato 5 - Titolo V - Parte IV del D.Lgs.152/06 e *ss.mm.ii.*

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023				
		22	011	DR	006	01

6. Valutazioni in contraddittorio eseguite dall'ARPAC


Le attività di caratterizzazione sono state eseguite in contraddittorio con ARPAC che in data 07/09/2023 ha trasmesso all'Adsp del mar Tirreno Centrale relazione tecnica sui risultati e relativi rapporti di prova.

La relazione tecnica e i relativi risultati delle analisi sono riportati in allegato CFR Allegato 2 – Relazione ARPAC).

Le valutazioni di ARPAC, sintetizzate nella tabella di seguito riportate, definiscono una sostanziale conformità alle risultanze della analisi effettuate dall'Università di Napoli.

DATA	DENOMINAZIONE PUNTO DI PRELIEVO	RDP	VERBALE	ECCEденZE CSC ARPAC (Col.B)
MATRICE SEDIMENTI				
17/10/22	Sondaggio S10 - Quota C1	7461/2022	81	< CSC
17/10/22	Sondaggio S10 - Quota C2	7462/2022	82	< CSC
17/10/22	Sondaggio S10 - Quota C3	7463/2022	83	< CSC
18/10/22	Sondaggio S13 - Campione C1	7529/2022	112/GM/2022	< CSC
18/10/22	Sondaggio S13 - Campione C2	7530/2022	113/GM/2022	< CSC
18/10/22	Sondaggio S13 - Campione C3	7531/2022	114/GM/2022	< CSC
MATRICE ACQUA DI MARE				
19/10/2022	Stazione S17 quota superficiale	EMENA 7574	118/FC/2022	Entro i limiti
19/10/2022	Stazione S17 quota profonda	EMENA 7575	119/FC/2022	Nichel > SQA -MA

L'agenzia conclude la relazione considerando che *i prelievi e le analisi chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche, eseguite dalla parte in contraddittorio, rappresentano il punto zero che dovrà essere confrontato con le prossime indagini (monitoraggi) per valutare gli eventuali impatti e che, non dovendo movimentare i sedimenti, non si procede, al momento alla validazione dei dati analitici ritenendo, in via cautelativa, che i valori di concentrazione da prendere a riferimento, debbano essere i valori maggiori tra i due laboratori.*

	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

8. Conclusioni

Il progetto non contempla attività di escavo dei fondali bensì una modesta quantità di salpamenti di materiale arido proveniente dalla riconfigurazione dell'esistente volume di imbasamento dei cassoni posto sul fondale naturale variabile tra quota -17 e -20 m dal lmm

Per tale quantità di salpamento si prevede il trasporto a rifiuto, previa caratterizzazione, in impianti di recupero esterni all'ambito portuale.


Dalle risultanze analitiche emergono sporadici elementi di marginale criticità relativamente a tre macrocategorie di analiti: metalli (cadmio, mercurio, arsenico, rame e zinco) , idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e idrocarburi pesanti (C>12) come riportato nella relazione conclusiva delle indagini a cura della Università federico II

Le analisi microbiologiche dei sedimenti campionati non hanno rilevato particolari criticità in riferimento ai parametri rilevati su *Coliformi totali*, *Enterococchi fecali*, *Escherichia coli*, *Spore di Clostridi*, *solfito riduttori*, *Salmonella spp.*, *Stafilococchi*, *Muffe e Lieviti*.

A confine dell'area di sedime dell'imbasamento esistente dei cassoni le indagini ambientali hanno manifestato che solo il campionamento punto S17-SED1 (profondità 0,00-0,50 m) ha mostrato valori superiori a quelli indicati da ICRAM (2006) nei confronti dei parametri sotto riportati:

- Hg=1,1 mg/kg s.s.
- Pb = 52 mg/kg s.s.
- benzo (a) pirene = 1918 mg/kg s.s.
- benzo (b) fluorantene = 1720 mg/kg s.s.
- benzo (k) fluorantene = 1414 mg/kg s.s.
- fluorantene = 3257 mg/kg s.s.
- naftalene = 448 mg/kg s.s.

Nelle linee generali si osserva inoltre che le elevate concentrazioni di metalli (Cd, Hg) sono state riscontrate in modo diffuso nella aree esterne al tratto di intervento, mentre le concentrazioni "sopra soglia" di IPA si manifestano dal punto S16 al punto S19, ossia procedendo da sudest verso nordovest.

 <small>AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRALE NAPOLI - SALERNO - CASTELLANNA DI STABIA</small>	Porto di Napoli Prolungamento e rafforzamento della Diga Duca D'Aosta LOTTO B: Rafforzamento Progetto Definitivo	Titolo elaborato: Relazione sulla caratterizzazione dei sedimenti Data: Settembre 2023					
		22	011	DR	006	01	AMB

Le attività previste in progetto che interessano il sedimento marino sono quelle di addensamento con l'utilizzo di vibroflot e con apporto di materiale arido.

La prevista posa in opera di un geotessuto strutturale al disotto del piede dell'opera a gettata rappresenta in ogni caso un confinamento utile a mitigare processi di contaminazione ambientale.

Allegati

- **Allegato 1** – Relazione tecnica finale sulle attività di caratterizzazione (Università degli Studi di Napoli Federico II) e relativi allegati
- **Allegato 2** – Relazione ARPAC e relativi allegati