



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sardegna

## AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL MARE DI SARDEGNA (ex AUTORITÀ PORTUALE NORD SARDEGNA)

APPALTO DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA SULLA BASE DEL PROGETTO PRELIMINARE E PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI PER IL PROLUNGAMENTO DELL'ANTEMURALE DI PONENTE E DELLA RESECAZIONE DELLA BANCHINA ALTI FONDALI DEL PORTO CIVICO DI PORTO TORRES. CIG 5630886220; CUP B21G11000040001

# PROGETTO ESECUTIVO



# PMA

## PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

### SCALA

### DATA Ottobre 2018

Doc.: 7604

Rev. n.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	APPROVATO
00	Emissione	Ott18	Lithos Srl	ing. M.Pittori

Impresa

# sales

**LITHOS s.r.l.**

L'AMMINISTRATORE UNICO  
Dott. Geol. Alessandro Muscas

Consulenza: **Lithos** Geologia Tecnica ed Ambientale Via Municipale, 94 - 07040 - Tissi (SS) P.IVA: 02135250906

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti



**SEACON**

Dott. Ing. Lucio Abbadessa

SEACON s.r.l.  
l'Amministratore Unico  
Dott. Ing. Lucio Abbadessa

*Lucio Abbadessa*



**GEOTECHNICAL  
DESIGN GROUP**

Dott. Arch. Rosalba Palazzotto

**Geotechnical Design Group srl**  
Corso d'Italia, 97, sc. A int. 14  
00198-ROMA  
P.IVA: 11325521006

*Rosalba Palazzotto*

**INTERPROGETTI**

Dott. Ing. Marco Pittori

Interprogetti S.r.l.  
Mm. Delegato  
Ing. Marco Pittori



Responsabile dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche: ing. Marco Pittori

## SOMMARIO

<b>1. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>2</b>
1.1 PREMESSA .....	2
1.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DEL PMA .....	3
1.3 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO .....	3
1.4 OPERE IN PROGETTO .....	5
1.4.1 Prolungamento antemurale di Ponente .....	5
1.4.2 Resecazione molo di Levante (banchina Alti Fondali) .....	10
1.5 OBIETTIVI AMBIENTALI GENERALI .....	12
<b>2. PMA – ARIA E CLIMA .....</b>	<b>13</b>
2.1 PREMESSA E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO .....	13
2.2 RIFERIMENTO NORMATIVO .....	13
2.3 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E RIFERIMENTI .....	15
2.4 CRITERI DI SCELTA DEL PUNTO DI MONITORAGGIO .....	18
2.5 SPECIFICHE TECNICHE .....	21
2.5.1 Svolgimento del monitoraggio .....	21
2.5.2 Inquinanti monitorati .....	21
2.5.3 Strumentazione di misura .....	22
2.5.4 Documentazione prodotta .....	23
2.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI .....	23
<b>3. PMA – ACQUA, FLORA E FAUNA .....</b>	<b>25</b>
3.1 PREMESSA E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO .....	25
3.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E METODOLOGIE DI MISURA .....	26
3.3 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	28
3.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI .....	31
<b>4. PMA – SUOLO .....</b>	<b>32</b>
4.1 PREMESSA .....	32
4.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO .....	33
4.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI .....	35
<b>5. PMA – RUMORE .....</b>	<b>37</b>
5.1 PREMESSA E OBIETTIVI .....	37
5.2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI .....	38
5.3 SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO .....	39
5.3.1 Ubicazione .....	39
5.3.2 Misurazioni fonometriche .....	41
5.3.3 Strumentazione di misura .....	42
5.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI .....	43
<b>6. PMA – PAESAGGIO .....</b>	<b>45</b>
6.1 PREMESSA E OBIETTIVI .....	45
6.2 MONITORAGGIO DELL'INSERIMENTO PERCETTIVO DELL'OPERA NEL CONTESTO PAESAGGISTICO .....	46

## 1. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

### 1.1 PREMESSA

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito PMA) è uno strumento operativo finalizzato alla verifica del rispetto delle procedure ambientali previste dalla normativa vigente e, nel caso specifico, dal Decreto di VIA, nonché provvede alla valutazione della qualità ambientale ed all'accertamento degli effettivi livelli di impatto (diretto e indiretto) originati dall'infrastruttura nella fase di realizzazione e di esercizio, da raffrontare con un precedente periodo, più o meno lungo, di monitoraggio ambientale.

Il monitoraggio ambientale del “Progetto di prolungamento dell'antemurale di ponente e resecazione banchina alti fondali”, oggetto del presente Piano, ha per questo l'obiettivo di valutare lo stato delle componenti ambientali nelle seguenti fasi:

- Ante Operam (AO), per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- in Corso d'Opera (CO), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio del cantiere;
- Post Operam (PO), per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante l'esercizio dell'opera.

Il Piano recepisce le prescrizioni e raccomandazioni del Decreto di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 0000035 del 06.02.2018 e dei diversi Enti e soggetti che hanno formulato Osservazioni in relazione alla compatibilità ambientale del progetto ed al Piano di Monitoraggio.

In particolare sono state recepite le note della Regione Autonoma della Sardegna (RAS) – Assessorato della Difesa dell'Ambiente Prot. N. 8480 del 27.04.2017, che riporta le osservazioni di carattere ambientale sul progetto da parte dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS) redatte nel marzo 2017, e di quella, sempre della RAS, Prot. N. 20898 del 06.10.2017, la nota dell'ARPAS del 25.07.2017 prot. N. 25388 (che contiene le osservazioni sulle integrazioni prodotte nell'ambito dell'istruttoria del luglio 2017), nonché il parere della Provincia di Sassari Prot. N. 0034249 del 17.07.2017.

In ultimo questo elaborato contiene le indicazioni condivise dell'incontro tecnico relativo al Procedimento di VIA svoltosi presso l'ARPAS, Dipartimento di Sassari e Gallura, in data 21.09.2018 di cui al verbale con Prot. 33257 del 21.09.2018.

## 1.2 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DEL PMA

Come accennato in premessa il PMA permette di quantificare l'impatto che la realizzazione del prolungamento dell'antemurale di ponente e della resecazione della banchina alti fondali genera effettivamente sull'ambiente, attraverso un insieme di rilevazioni periodiche da esercitare su parametri biologici, chimici e fisici, relative alle seguenti componenti ambientali:

- Aria e clima
- Acque, flora e fauna
- Suolo
- Rumore
- Paesaggio

Il monitoraggio si articola in tre fasi: “ante operam” prima dell'inizio delle attività di cantiere, per fotografare lo stato dell'ambiente senza l'infrastruttura; corso d'opera durante la realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro smantellamento e al ripristino dei siti; “post operam” durante la fase di esercizio dell'infrastruttura, con durata variabile dall'entrata in funzione dell'opera secondo i parametri indagati.

Correlando le diverse fasi, il monitoraggio valuta l'evoluzione della situazione ambientale e ne garantisce il controllo, verificando le previsioni del Progetto ed il rispetto dei parametri fissati.

## 1.3 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento è una porzione del porto civico di Porto Torres, ubicata alla testa degli esistenti moli. L'intervento si compone di due macro opere:

- Prolungamento del molo di ponente;
- Reseazione del molo di levante.

Si tratta pertanto di interventi di costruzione (prolungamento del molo di ponente) e demolizione (resecazione di una porzione di molo di levante) da svolgersi a mare.

Nella pagina seguente viene riportata una tavola relativa alla “Planimetria di progetto”.



## 1.4 OPERE IN PROGETTO

### 1.4.1 Prolungamento antemurale di Ponente

Il prolungamento dell'antemurale di Ponente previsto dall'adeguamento tecnico funzionale (ATF) è radicato all'esterno della diga di Ponente con un ampio raccordo e presenta un andamento curvilineo con uno sviluppo complessivo di 680 m (realizzata con cassoni cellulari), in modo da delimitare la nuova imboccatura più al largo dell'attuale e proteggere un ampio specchio acqueo avamportuale destinato all'attenuazione del moto ondoso ed alle manovre delle navi.

L'assetto planimetrico della nuova diga frangiflutti, rappresentato nel disegno di progetto sopra riportato, ne evidenzia il tracciato inizialmente rettilineo orientato a nord-est e quindi curvo con asse diretto a est e convessità lato mare. La porzione dell'opera più esposta al moto ondoso è quella terminale esterna che si presenta con asse pressoché ortogonale alla direzione prevalente delle onde di tempesta provenienti dal settore di traversia principale (Nord – Nord-Est)

Per quanto riguarda la tipologia strutturale dell'opera la scelta progettuale è ricaduta sulla tipologia a cassoni cellulari.

La debole variabilità e la profondità dei fondali rendono vantaggiosa da numerosi punti di vista la soluzione di diga a parete verticale almeno per il tratto maggiormente esposto agli eventi ondosi.

I vantaggi consistono nel minore costo dell'opera, rispetto a quella equivalente a scogliera, nel minore tempo di esecuzione e nel minore impatto ambientale sia ad opera eseguita (minore impronta della sezione di base) sia durante la costruzione (minore traffico di automezzi per il trasporto di materiale, minore sfruttamento delle cave terrestri, minore intorbidimento delle acque). Inoltre l'opera a parete verticale comporta oneri di manutenzione molto ridotti.

Inoltre le pareti dei cassoni sono perforate sia lato mare che lato porto con la formazione di camere interne. La scelta di introdurre celle antiriflettenti anche lato porto costituisce una miglioria di progetto definitivo tesa innanzi tutto a migliorare la navigabilità nel bacino portuale. Una buona capacità antiriflettente ha favorevoli conseguenze sulla sicurezza della navigazione, nonché sulla riduzione delle forze, dei sormonti e dei rischi di erosione al piede. Sono presenti anche aperture sulle pareti divisorie trasversali che incrementano l'efficacia dissipativa delle camere soprattutto per i prevalenti moti ondosi obliqui.

Le caratteristiche geometriche delle celle, le dimensioni e la disposizione dei fori sulle pareti delle celle assorbenti praticamente coincidono con quelle della diga di ponente del porto industriale di Porto Torres (avente identica onda di progetto) che furono dimensionate sulla base dei risultati di specifiche prove in vasca eseguite presso il laboratorio idraulico CR IS di Milano dell'Enel.

Per evitare l'erosione al piede dei cassoni è prevista la realizzazione di una scogliera in massi naturali con pezzatura 7-10 t, posta a ridosso del lato esterno dello scanno di imbasamento e nel lato interno per una lunghezza pari a 55,7m.

Rispetto al Progetto Definitivo già approvato il presente Progetto Definitivo, redatto in ottemperanza ai voti di approvazione, presenta le seguenti modifiche:

- eliminazione del primo cassone di radicamento (si veda Figura 1);
- incremento del numero di sfiati

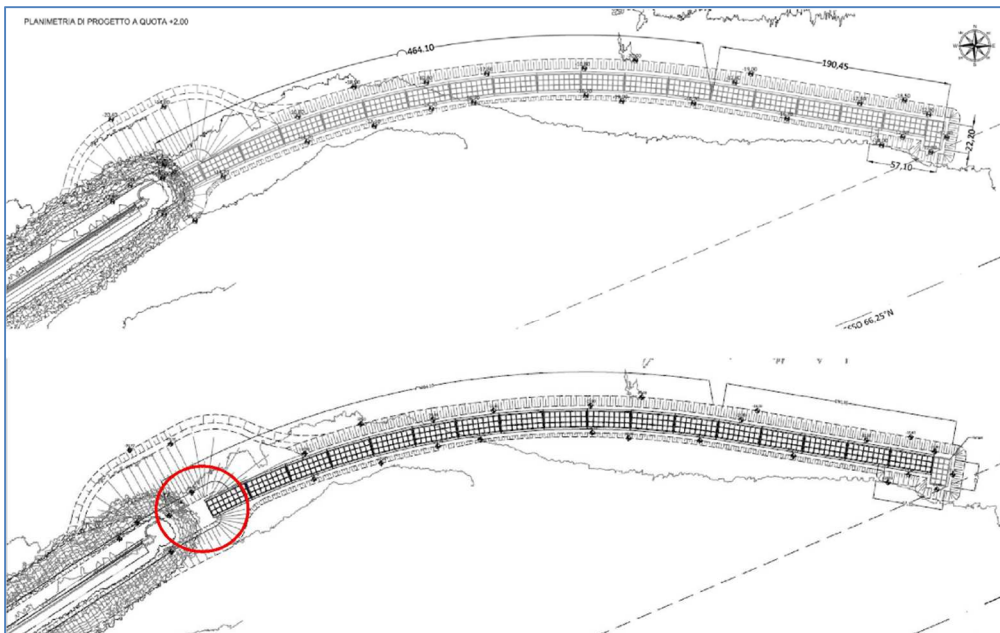


Figura 01 – Planimetria di progetto prolungamento molo di ponente

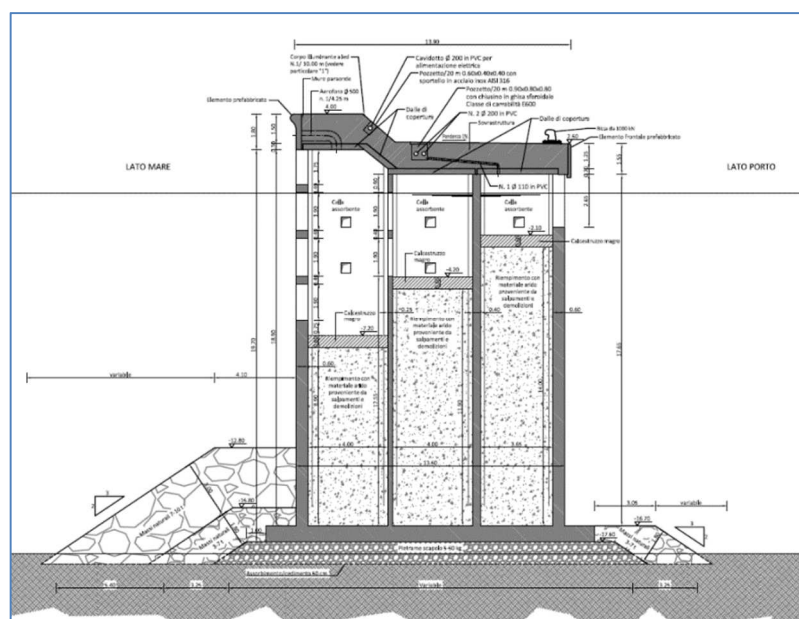


Figura 02 – Sezione tipo prolungamento molo di ponente

Modernamente le scelte progettuali non sono più orientate verso l'adozione di dighe con massicci di coronamento molto sopraelevati rispetto al l.m.m (sia per motivi economici che di impatto visivo), ma si preferisce proporzionare le zone terminali e le sezioni correnti dei moli frangiflutti con elementi a cresta bassa non praticabili e parzialmente tracimabili, soprattutto se la diga protegge un avamposto che non è destinato all'attracco diretto delle navi.

La diga è realizzata con cassoni aventi altezze differenti che assecondano la variabilità del fondale, così come rilevato nel mese di ottobre: a partire dalla radice i primi 7 cassoni hanno quota di imbasamento pari a -15.50 m sul l.m.m., i successivi 12 cassoni -17.5 m sul l.m.m.. Rispetto al progetto preliminare, che prevedeva una unica quota di imbasamento pari a -14.0 m sul l.m.m., viene introdotta così una modifica migliorativa che consente di minimizzare il volume di scogli di imbasamento, con relativi volumi da approvvigionare, e massimizzare il volume da riutilizzare come riempimento cassoni, proveniente dai salpamenti e dalle demolizioni.

Nel caso specifico si prevede di realizzare una diga a cassoni a 3 file di celle antiriflettenti (come già specificato questa costituisce una modifica migliorativa rispetto al preliminare che prevedeva solo due celle antiriflettenti lato mare), con una larghezza del coronamento di 14.10 m, a quota +4.0 m sul l.m.m. per la parte che comprende il muro paraonde e a quota +2.5 m sul l.m.m. per la parte retrostante.

Le dimensioni del cassone sono studiate per resistere al moto ondoso estremo, ma tengono conto indubbiamente di reali possibilità di costruzione e trasporto. Per ciò che concerne la larghezza si conferma quella di preliminare pari a 13.50 m; la lunghezza, dovuta essenzialmente ad esigenze costruttive (dimensioni della piattaforma) è stata estesa rispetto alla soluzione di preliminare (pari a 21.80 m). In particolare in considerazione delle diverse quote e forme (in relazione all'esigenza di "accompagnare" la curvatura del molo) sono state introdotte le seguenti tipologie di cassoni:

<b>TIPO CASSONE</b>	<b>QUOTA IMBASAMENTO (m sul l.m.m.)</b>	<b>LUNGHEZZA base (m)</b>	<b>LUNGHEZZA Corpo cassone (m)</b>
1	-17,50	22,80	22,20
2	-17,50	35,55	34,95
2bis	-17,50	35,05 – 36,05*	34,95
2ter	-15,50	35,05 – 36,05*	34,95

\* la base ha forma trapezoidale ad assecondare la curvatura del molo

Rispetto al PD approvato nel presente PD in ottemperanza è stato eliminato il cassone Tipo 3 ubicato nella sezione di radicamento della nuova diga sulla esistente.



La possibilità di aumentare la lunghezza dei cassoni ha fornito numerosi vantaggi in termini di durabilità, ad esempio per la riduzione dei giunti, ed ambientali per riduzione del numero di viaggi necessari al trasporto degli stessi.

Anche lo spessore delle pareti è elemento di miglioramento rispetto al preliminare che prevedeva 0.60 m solo per la parete esterna longitudinale mare, 0.40 m per le altre e 0.25 m per le pareti interne. Il progetto definitivo prevede uno spessore di 0.60 m per le pareti esterne, 0.25 m e 0.40 m per le due interne.

Il solettone di base è la parte strutturale maggiormente sollecitata nella fase di esercizio, pertanto lo spessore deve essere adeguato e quindi è stato assunto pari a 0.80 m. Inoltre per distribuire su di una maggiore superficie di terreno le forze esercitate sul cassone è necessario allargare il solettone di base con due sbalzi nella direzione di maggiore sollecitazione; pertanto la larghezza della piastra di fondazione è di 16.50 m.

Il nodo di connessione tra il molo esistente ed il prolungamento è completato, già nel progetto preliminare, da una scogliera di radicamento, che nel progetto definitivo è stata estesa allo scopo di migliorare la protezione dagli agenti meteo marini e quindi la durabilità dell'opera.

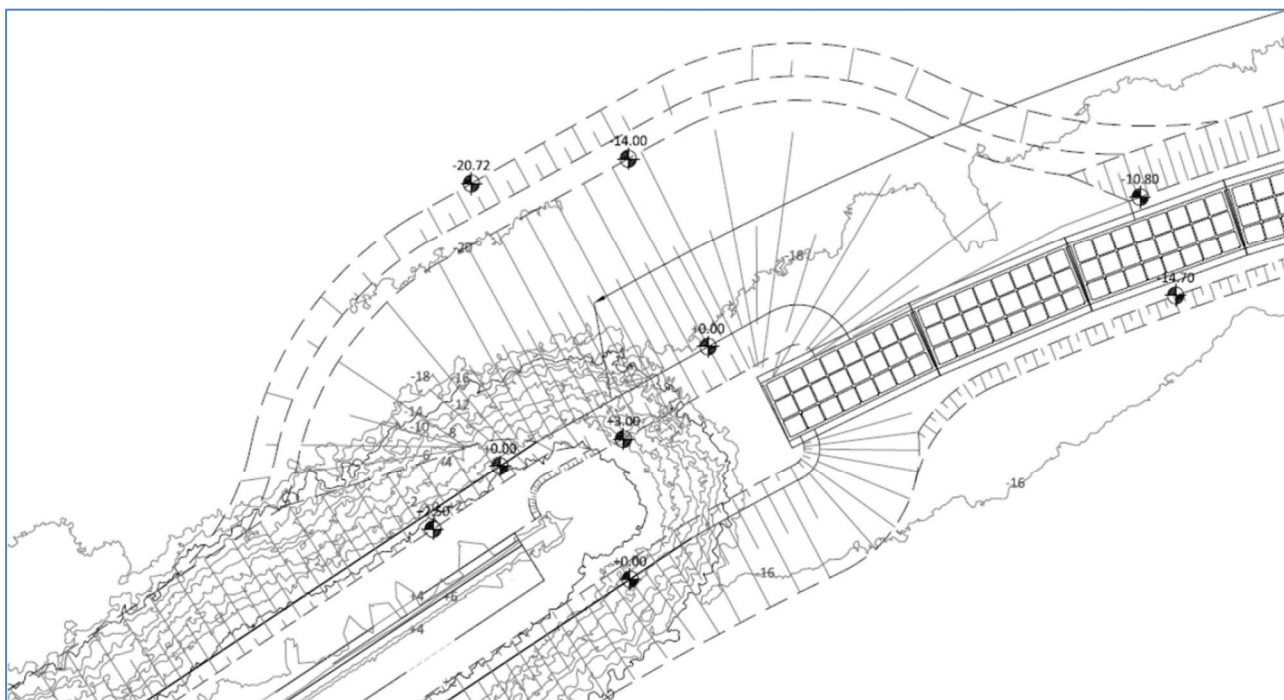


Figura 03 – Scogliera di radicamento

Lato mare la berma a quota +3,00 m sul l.m.m. copre l'intera sezione di raccordo fino ad includere le prime tre celle del primo cassone e scende progressivamente con pendenza 3:1. I massi della mantellata esterna sono da 7 a 10 t, lo strato filtro è costituito di massi da 3 a 10 t, il

nucleo è realizzato in tout venant di cava. Al piede dell'opera è presente, introdotta dal progetto definitivo, un'unghia di massi da 3 a 10 t.

Lato interno porto la scogliera, con mantellata esterna di massi da 3 a 10 t, si ricongiunge all'attuale e chiude verso il corpo diga con pendenza 4:3.

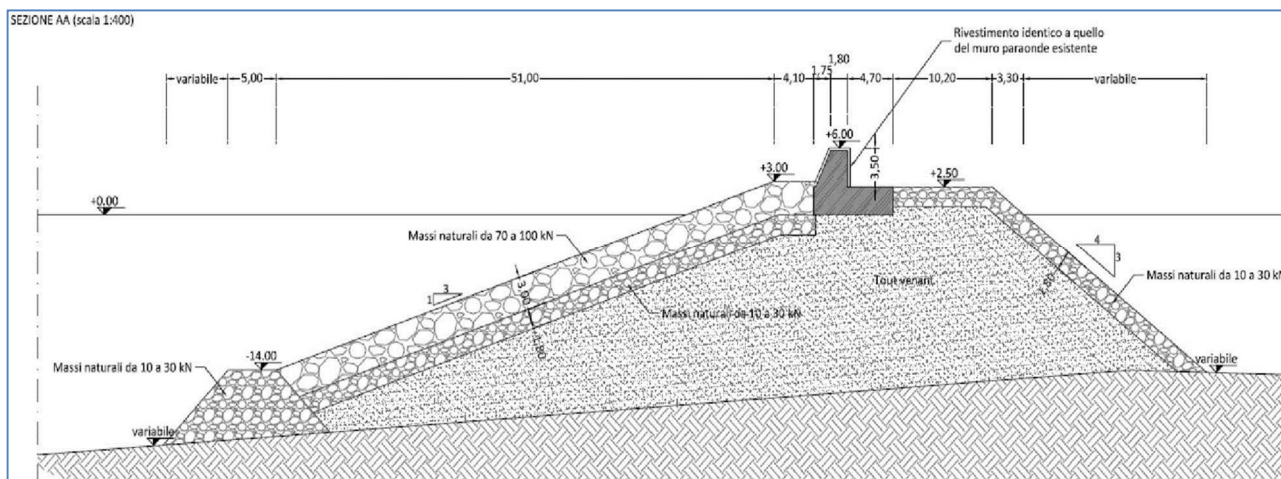


Figura 04 – Sezione scogliera di radicamento

La transizione tra il muro paraonde esistente, a quota +6,50 m sul l.m.m. ed il muro paraonde sui cassoni, a quota +4 m sul l.m.m., viene gestito attraverso una struttura a quota +6 m sul l.m.m. (come da progetto preliminare) che prosegue per tutta la lunghezza del primo cassone, per poi scendere progressivamente.

Allo scopo di favorire la transizione da un punto di vista paesaggistico il muro è pensato con sagoma analoga all'esistente e ne è previsto un rivestimento in pietra a vista. Nel PD approvato si era previsto di realizzare il rivestimento con una lastra prefabbricata tralicciata di spessore pari 10cm in c.a. rivestita in pietra locale; nel presente aggiornamento progettuale si è optato per un rivestimento da realizzare in opera con le pietre di scarto della resecazione. Tale opzione è tesa all'ottimizzazione delle risorse ed assicura l'uso di materiali coerenti con il contesto.

Per quanto riguarda lo smaltimento delle acque, nella diga a cassoni è prevista una pendenza del coronamento rivolta verso il porto.

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche degli interventi previsti si rimanda alle tavole di progetto.

### 1.4.2 Resezione molo di Levante (banchina Alti Fondali)

Oltre al prolungamento del Molo di Ponente, come previsto nel P.R.P. vigente e modificato dal recente ATF, al fine di garantire condizioni di agibilità portuale ottimali, è necessario procedere contestualmente con la resecazione della testata del molo di Levante in modo da assicurare un canale di accesso di ampiezza pari a 200m.

Il progetto definitivo ha previsto una soluzione tecnica consistente nella posa in opera di due cassoni di larghezza pari a 13,50 m e le cui caratteristiche dimensionali sono indicate nella seguente tabella.

TIPO CASSONE	QUOTA IMBASAMENTO (m sul l.m.m.)	LUNGHEZZA base (m)	LUNGHEZZA Corpo cassone (m)
4	-10,80	22,80	22,20
5	-10,80	35,55	34,95

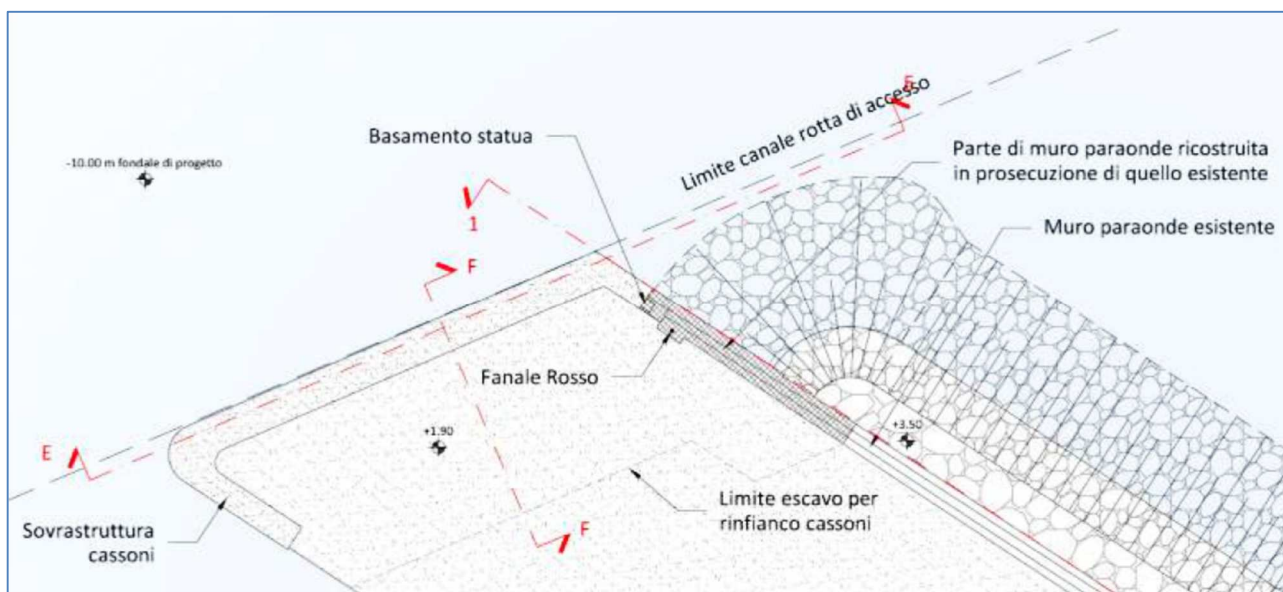


Figura 04 – Planimetria di progetto resecazione molo di levante

Per maggiori dettagli sulle caratteristiche degli interventi previsti si rimanda alle tavole di progetto.

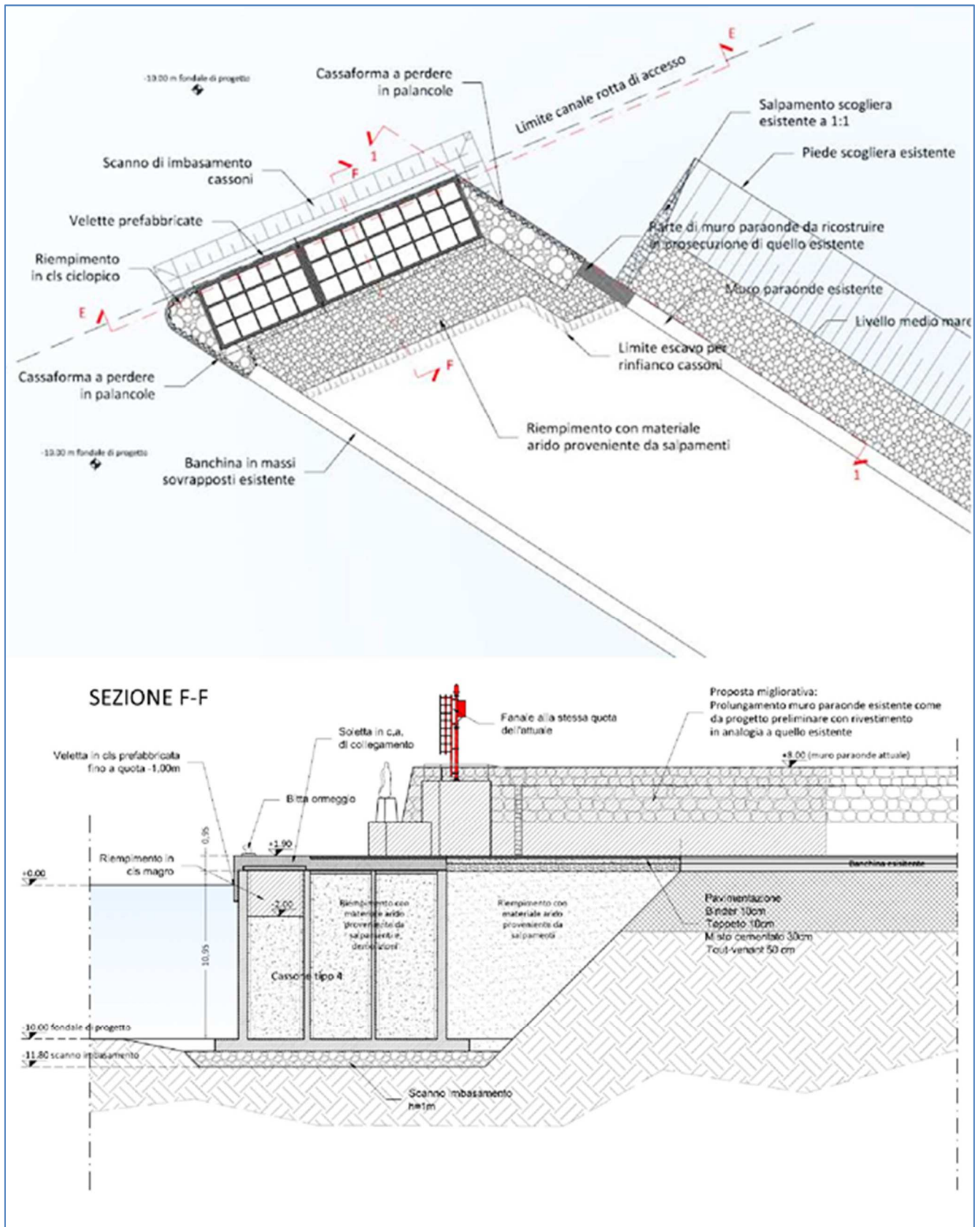


Figura 05 – Sezioni di progetto resecazione molo di levante

## 1.5 OBIETTIVI AMBIENTALI GENERALI

Gli obiettivi ambientali fondamentali che l'impresa si deve porre nella progettazione e nella realizzazione del cantiere e delle attività ad esso connesse sono i seguenti:

- l'osservanza delle leggi ambientali;
- una progettazione esecutiva che provveda a contenere i “danni ambientali” nell'ambito degli impatti previsti dallo SIA;
- la corretta conduzione dei cantieri in modo tale da limitare i consumi di acqua, suolo, energie, materie prime e minimizzare la produzione di rifiuti privilegiando il loro riutilizzo;
- la corretta gestione dei prodotti e dei rifiuti pericolosi;
- l'adeguato ed immediato intervento in caso di contaminazioni accidentali di aria, acqua o suolo;
- la formazione ed il coinvolgimento del personale sulle attività da intraprendere in caso di contaminazioni accidentali e, più in generale, dei comportamenti da tenere per non influire negativamente sull'ambiente ove si opera;
- verifica del rispetto delle disposizioni ambientali anche per le ditte subappaltatrici;
- il controllo periodico sugli impatti attraverso l'esecuzione del monitoraggio ambientale;
- l'inserimento periodico dei dati ambientali rilevati in un SIT al fine di valutare progressivamente l'andamento dei monitoraggi e, nel caso, provvedere ai correttivi delle procedure previste;
- confronto periodico con gli Enti di Controllo per la valutazione congiunta degli andamenti.

La condivisione di tali obiettivi ambientali generali da parte di tutti i citati attori di questo ampio progetto (impresa, progettisti, consulenti ambientali, subappaltatori, Enti di Controllo, ...) consentirà la minimizzazione degli impatti e l'ottimizzazione della gestione ambientale del cantiere.

## 2. PMA – ARIA E CLIMA

### 2.1 PREMESSA E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale per la componente "Aria e clima" interessa tutte le fasi di vita del progetto:

- ante operam, per la determinazione dello "stato di zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'infrastruttura;
- in corso d'opera, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio del cantiere;
- post operam per il controllo in condizioni di esercizio dell'opera finita.

Le finalità degli accertamenti previsti per questi ambiti d'indagine sono rivolte essenzialmente alla determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti dovuti alle emissioni prodotte dal flusso veicolare e dalle polveri sospese generate dalla movimentazione dei mezzi di trasporto, principalmente degli inerti, che attraverseranno il centro abitato nonché dalle attività di cantiere; contestualmente saranno acquisiti i principali parametri meteorologici. Le misure sono orientate ai ricettori residenziali presenti nelle immediate vicinanze dei percorsi stradali e dell'opera.

Le risultanze del monitoraggio permetteranno di verificare l'incremento del livello di concentrazioni degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dagli strumenti legislativi.

Le informazioni desunte saranno quindi utilizzate per fornire eventuali prescrizioni ai cantieri per lo svolgimento delle attività indicando e/o ottimizzando, ad esempio, nuove misure per ridurre la produzione di polveri che saranno determinate in corso d'opera.

### 2.2 RIFERIMENTO NORMATIVO

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria, si basa sul Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"

Tale decreto, attuando la Direttiva 2008/50/CE, sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici e istituisce un quadro normativo di riferimento unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente e destinate, finalizzato al conseguimento degli obiettivi di seguito elencati:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente, come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente, oltre che per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, migliorandola negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico

Il suddetto Decreto Legislativo, inoltre, stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10 (allegato XI punto 2);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (allegato XI punto 3);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (allegato XII parte 1);
- i valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nichel e il benzo(a)pirene (allegato XIII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 (allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII);
- i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

### 2.3 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E RIFERIMENTI

Vengono di seguito riportate le tabelle riepilogative dei diversi parametri previsti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 per la valutazione dello stato di qualità dell'aria ambiente, vale a dire in particolare:

- valori limite per la salute umana;
  - livelli critici per la protezione della vegetazione;
  - soglie di valutazione superiore ed inferiore;
  - valori obiettivo ed obiettivi a lungo termine;
  - soglie di informazione e di allarme.
- *Valori limite per la salute umana, relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, al benzene, al monossido di carbonio, al piombo ed al particolato (PM10 e PM2,5) (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).*

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 24 volte l'anno)	<b>350 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	<b>125 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 18 volte l'anno)	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>5 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Monossido Carbonio (CO)</b>	Media massima giornaliera su 8 ore	<b>10 mg/m<sup>3</sup></b>
<b>Piombo (Pb)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>0,5 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM10)</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	<b>50 µg/m<sup>3</sup></b>
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>40 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM2,5) - Fase 1</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	<b>25 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Particolato (PM2,5) - Fase 2</b>	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno ancora da stabilire con successivo decreto	<b>Non stabilito</b>

A tale proposito, il Valore limite è definito come il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, oltre che essere raggiunto entro un termine prestabilito e non successivamente superato.



- *Livelli critici per la protezione della vegetazione, relativamente al biossido di zolfo ed agli ossidi di azoto (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).*

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	LIVELLO CRITICO
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	20 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	30 µg/m <sup>3</sup>

Il Livello critico, stabilito in base alle conoscenze scientifiche, rappresenta il valore oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su ricettori come gli alberi, le piante e gli ecosistemi naturali, fatta eccezione per gli essere umani.

- *Soglie di valutazione superiore ed inferiore relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, agli ossidi di azoto, al particolato (PM10 e PM2,5), al piombo, al benzene, al monossido di carbonio, all'arsenico, al cadmio, al nichel ed al benzo(a)pirene (Allegato II del D.Lgs. n.155/2010).*

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA SUPERIORE	SOGLIA INFERIORE
Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	Media sulle 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	75 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	Media invernale per gli ecosistemi	12 µg/m <sup>3</sup>	8 µg/m <sup>3</sup>
Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> )	Media oraria per (da non superare più di 18 volte l'anno)	140 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
	Media annuale	32 µg/m <sup>3</sup>	26 µg/m <sup>3</sup>
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	Media annuale per la vegetazione	24 µg/m <sup>3</sup>	19,5 µg/m <sup>3</sup>
Particolato (PM10)	Media su 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	35 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>
	Media annuale	28 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
Particolato (PM2,5)	Media annuale	17µg/m <sup>3</sup>	12 µg/m <sup>3</sup>
Piombo (Pb)	Media annuale	0,35 µg/m <sup>3</sup>	0,25 µg/m <sup>3</sup>
Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Media annuale	3,5 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>
Monossido Carbonio (CO)	Media su 8 ore	7 mg/m <sup>3</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>
Arsenico (As)	Media annuale	3,6 µg/m <sup>3</sup>	2,4 µg/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)	Media annuale	3 µg/m <sup>3</sup>	2 µg/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)	Media annuale	14 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )	Media annuale	0,6 µg/m <sup>3</sup>	0,4 µg/m <sup>3</sup>

In particolare, la Soglia di valutazione inferiore è definita come il livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva; per

Soglia di valutazione superiore, viene invece indicato il livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative, ovvero con tecniche di modellizzazione.

- Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Arsenico (As)	Media annuale	6 µg/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)	Media annuale	5 µg/m <sup>3</sup>
Nichel (Ni)	Media annuale	20 µg/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pirene (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> )	Media annuale	1 µg/m <sup>3</sup>

- Valore obiettivo per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Ozono(O <sub>3</sub> )	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m <sup>3</sup>
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	18.000 µg/m <sup>3</sup> h (media su 5 anni)

- Obiettivo a lungo termine per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	OBIETTIVI A LUNGO TERMINE
Ozono(O <sub>3</sub> )	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m <sup>3</sup>
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	6.000 µg/m <sup>3</sup> h (media su 5 anni)

A tale proposito, il Valore obiettivo è indicato come il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire – ove possibile – entro una data prestabilita, mentre l'Obiettivo a lungo termine è il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

- *Soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010)*

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
<b>Biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)</b>	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km <sup>2</sup>	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b>
<b>Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km <sup>2</sup>	<b>400 µg/m<sup>3</sup></b>

- *Soglie di informazione e di allarme previste per l'ozono (Allegato XII del D.Lgs n.155/2010)*

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI INFORMAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
<b>Ozono (O<sub>3</sub>)</b>	Periodo di mediazione di 1 ora Lo <u>stato di allarme</u> scatta quando viene misurato o previsto un superamento per 3 ore consecutive	<b>180 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>240 µg/m<sup>3</sup></b>

A tale proposito, la Soglia di informazione è definita come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive; la Soglia di allarme, invece, è indicata come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

## 2.4 CRITERI DI SCELTA DEL PUNTO DI MONITORAGGIO

La campagna di monitoraggio per la qualità dell'aria prevista nell'ambito del presente progetto consentirà di fornire un quadro di riferimento ambientale integrativo rispetto a quello già effettuato con la rete di monitoraggio della qualità dell'aria gestita da ARPAS.

In particolare con l'ARPAS (Verbale incontro tecnico Prot. 33257/2018 del 21.09.2018) si è condivisa la necessità di integrare tale rete con un unico punto di monitoraggio ubicato in prossimità del Porto Civico (PMA\_AIR\_PT\_01) e, più in particolare, in un'area attigua alla Capitaneria di Porto alla radice di ingresso del molo di levante.

Il punto in cui saranno effettuate le misure in CO e PO sarà il medesimo nel quale si effettuerà la campagna di AO al fine di poter ottenere un confronto significativo. Le coordinate del punto di monitoraggio sono: **Longitudine 8°24'19.28"E – Latitudine 40°50'19.82"N**.

L'ubicazione è avvenuta anche sulla base dei risultati di modellazioni commissionate in sede di ATF (2013) dall'APNS. La citata modellazione manifestava livelli di emissioni decisamente contenuti, ma non trascurabili, solo in corrispondenza dei ricettori fittizi 40 e 66, ubicati rispettivamente in prossimità del porto civico e lungo la SS131. Il punto di monitoraggio ubicato in prossimità del porto civico è risultato significativo anche nei confronti dei possibili impatti sui ricettori reali ubicati lungo la via del mare e nel centro abitato alle spalle del porto civico mentre quello della SS131 è risultato “coperto” dalla rete di monitoraggio ARPAS. I ricettori sensibili non risultano attualmente interessati da impatti.

Si riportano di seguito la carta delle isoconcentrazioni e quella dei ricettori fittizi dello studio 2013.

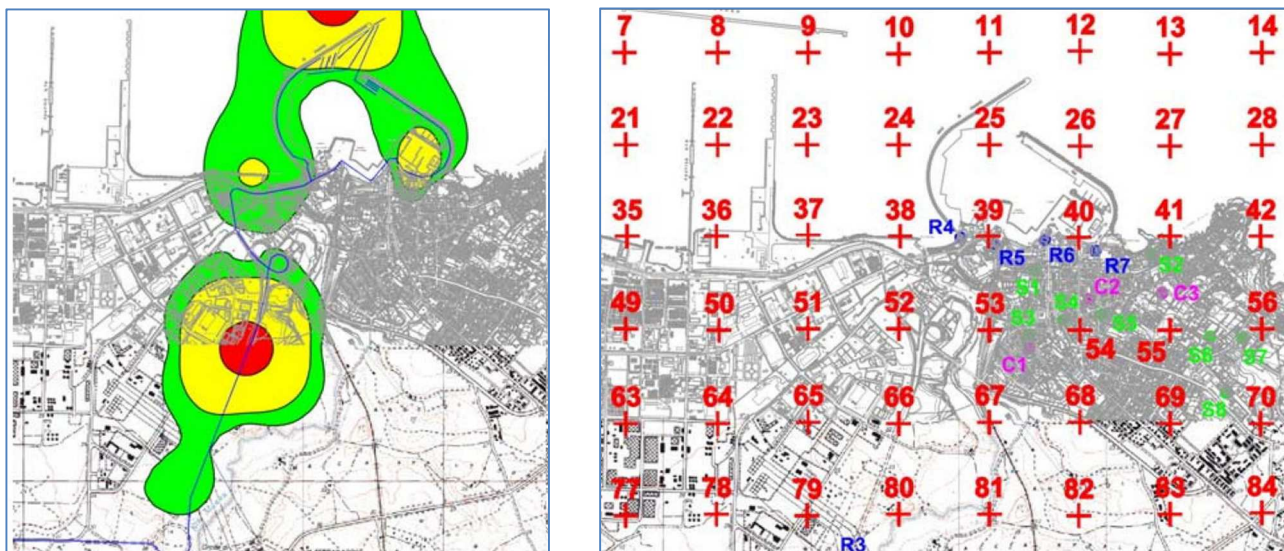


Figura 06 – Stralci della carta di isoconcentrazione (inquinante NO<sub>2</sub>) e carta dei ricettori tratte dal modello 2013

Lo studio condotto nel 2013 faceva comunque riferimento ad una soluzione progettuale differente e più impattante per i seguenti aspetti:

- presenza del pennello radicato sul modo di levante;
- presenza del cantiere di prefabbricazione sulla banchina alti fondali del porto civico.

Il progetto oggetto della presente invece:

- non comprende il pennello radicato sul molo di levante;
- prevede la delocalizzazione del cantiere di prefabbricazione in altro sito già attivo ed autorizzato (Piombino). I cassoni verranno quindi trasportati via mare.

Il traffico di approvvigionamento viene alleggerito di una corposa quota parte di transiti e relativi impatti. Basti pensare che il numero di viaggi/giorno per l'approvvigionamento dei materiali passa dai 56 (fonte SIA 2013 - QRA pag. 24) del progetto completo di ATF 2013 a 28 (fonte SIA 2016 - QRA pag. 18) del progetto oggetto della presente, senza pennello.



Figura 07 – Ubicazione punti di monitoraggio atmosfera



Figura 08 – Ubicazione punto di monitoraggio atmosfera PMA\_AIR\_PT\_01

## 2.5 SPECIFICHE TECNICHE

### 2.5.1 Svolgimento del monitoraggio

Il monitoraggio dell'aria e del clima fornito dal presente progetto consentirà di rappresentare e di comprendere, integrando i punti di monitoraggio già gestiti da ARPAS, le situazioni che caratterizzano l'area di cantiere ed un suo adeguato contorno.

Il punto in cui saranno effettuate le misure in CO e in PO sarà il medesimo di quello utilizzato in AO al fine di poter ottenere un confronto significativo.

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi:

- Predisposizione dell'area di cantiere e richiesta di nuovo allaccio elettrico per l'alimentazione del mezzo mobile con un quadro dedicato. In tale fase verrà anche definita l'esatta collocazione e direzione del mezzo mobile che verrà mantenuto durante tutto il monitoraggio in CO e PO. La posizione del punto di misura sarà georeferenziata e descritta rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate.
- Svolgimento della campagna di misure in accordo alle prescrizioni riportate nella presente relazione.
- Compilazione delle schede di rilevamento.

### 2.5.2 Inquinanti monitorati

Per quanto riguarda il profilo analitico, in funzione delle osservazioni dell'ARPAS del prot. 8480 del 27.04.2017, si è previsto di monitorare i seguenti inquinati e, contestualmente, i seguenti parametri meteorologici.

<b>Inquinanti monitorati</b>	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ); Particolato (PM <sub>10</sub> ); Particolato (PM <sub>2,5</sub> ); Piombo (Pb); Cadmio (Cd); Nichel (Ni); Arsenico (As); Benzo(a)pirene (C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> ); Monossido Carbonio (CO); Biossido di azoto (NO <sub>2</sub> ); Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ); Biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> ); Ozono (O <sub>3</sub> ).
<b>Misure per il rilevamento dei parametri meteorologici</b>	Temperatura; Umidità relativa; Velocità e direzione del vento; Pressione atmosferica; Intensità di precipitazioni; Radiazione solare.

### 2.5.3 Strumentazione di misura

Per il monitoraggio dell'aria e del clima verrà utilizzato un laboratorio mobile dotato di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno al fine di permettere ad analizzatori e campionatori di lavorare sempre in condizioni controllate e standard. Il laboratorio è attrezzato in quattro blocchi principali:

- Campionatori/analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi:
  - rivelatore a fluorescenza per SO<sub>2</sub>
  - rivelatore a chemiluminescenza per NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>
  - rivelatore IR per CO
  - rivelatore UV per O<sub>3</sub>
- campionatori gravimetrici sequenziali
  - campionatore per PM 10
  - campionatore per PM 2,5
- centralina per la misura dei parametri meteorologici (temperatura, umidità, direzione del vento, velocità del vento, pressione atmosferica, precipitazione accumulata, radiazione solare)
- unità di acquisizione ed elaborazione dati

In aggiunta ai parametri registrati in tempo reale, il mezzo mobile sarà utilizzato come stazione di campionamento continua per ulteriori determinazioni:

- Benzene
  - Sistema di campionamento passivo Radiello®, analisi in GC-MS
- Benzo(a)pirene
  - Membrana polveri, frazione PM 2.5, analisi in GC-MS
- Metalli
  - Membrana polveri frazione PM 10, analisi in ICP-OES

#### 2.5.4 Documentazione prodotta

Per il punto d'indagine PMA\_AIR\_PT\_01 nella fase ante operam, al termine del monitoraggio, saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- scheda della campagna di misura riportante l'ubicazione e descrizione del sito, il giorno e l'ora di inizio prelievi, il giorno e l'ora di fine dei rilievi, le concentrazioni orarie degli inquinanti e dei parametri meteo, le varie medie previste (giornaliere, ottorarie, triorarie) i massimi ed i minimi rilevati;
- base cartografica in scala idonea con la localizzazione del punto di misura;
- documentazione fotografica del punto di misura.

Al termine della fase AO verrà fornita una relazione conclusiva, con alcune statistiche di base afferenti all'intero periodo di monitoraggio nonché un raffronto con i dati contestualmente rilevati dalla rete di monitoraggio dell'ARPAS.

Nella fase CO, oltre alle informazioni precedentemente descritte, sarà predisposta anche una scheda standard di sintesi e raffronto dei risultati del monitoraggio in cui saranno contenute le informazioni riguardanti le attività di cantiere, i profili temporali, macchinari ed automezzi utilizzati, le caratteristiche ambientali e territoriali d'interesse generale ed i risultati delle campagne di monitoraggio. Potranno essere anche indicati e prescritti, in accordo con gli Enti di Controllo, eventuali interventi di minimizzazione degli impatti qualora si ravvedessero criticità in CO rispetto al periodo di AO.

Per quanto concerne la fase PO sarà prodotta un'idonea documentazione contenente la descrizione del sito di campionamento e i risultati del monitoraggio sia per agli aspetti meteorologici che per i risultati del rilevamento degli inquinanti previsti dalla normativa; questi ultimi saranno rappresentati con grafici e tabelle, in grado di descrivere, in maniera corretta, la qualità dell'aria, espressa anche come indice sintetico di qualità dell'aria.

#### 2.6 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

In accordo con il cronoprogramma previsto dal PMA redatto nell'ambito del "Progetto definitivo" e in relazione alle indicazioni di conferma emerse durante l'incontro tecnico svoltosi in ARPAS in data 21.09.2018 (Prot. N. 33257/2018), l'articolazione temporale del monitoraggio è stata programmata nelle seguenti modalità:

- *ante operam*: verrà eseguito un unico periodo di monitoraggio nel punto individuato (PMA\_AIR\_PT\_01) che avrà come durata temporale 30 gg.



- *in operam*: verranno eseguiti, nel medesimo punto di rilevazione prescelto, quattro monitoraggi all'anno (frequenza trimestrale) che avranno durata temporale ciascuno di 30 gg per tutta la durata del cantiere (24 mesi). Non verranno effettuate altre rilevazioni a meno che situazioni contingenti non suggeriscano la scelta di altre localizzazioni;
- *post operam*: verrà eseguito un unico monitoraggio dopo sei mesi dalla fine lavori della durata di 30 gg.

La durata dei monitoraggi e la loro frequenza appare sufficiente per modulare eventuali periodi contraddistinti da un regime anemologico anomalo, ad esempio in presenza di velocità del vento molto superiori o molto inferiori al valore medio stagionale. Avendo previsto un arco temporale di 30 gg per ciascun monitoraggio si avrà una buona probabilità di includere nello stesso un numero significativo di misure in condizioni di calma di vento che, se pure non molto frequenti nel comprensorio in esame, possono dar luogo alle maggiori concentrazioni nelle immediate vicinanze dell'area di cantiere e nei tracciati stradali ad esso riferiti.

La tabella che segue riporta il riepilogo dell'articolazione del monitoraggio per ogni fase.

Fase	Frequenza	Periodo	Quantità	Durata
<b>A.O.</b>	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori	1	30 gg
<b>C.O.</b>	Trimestrale	24 mesi (durata stimata del cantiere)	8	30 gg
<b>P.O.</b>	1 volta	Dopo 6 mesi dalla fine dei lavori	1	30 gg

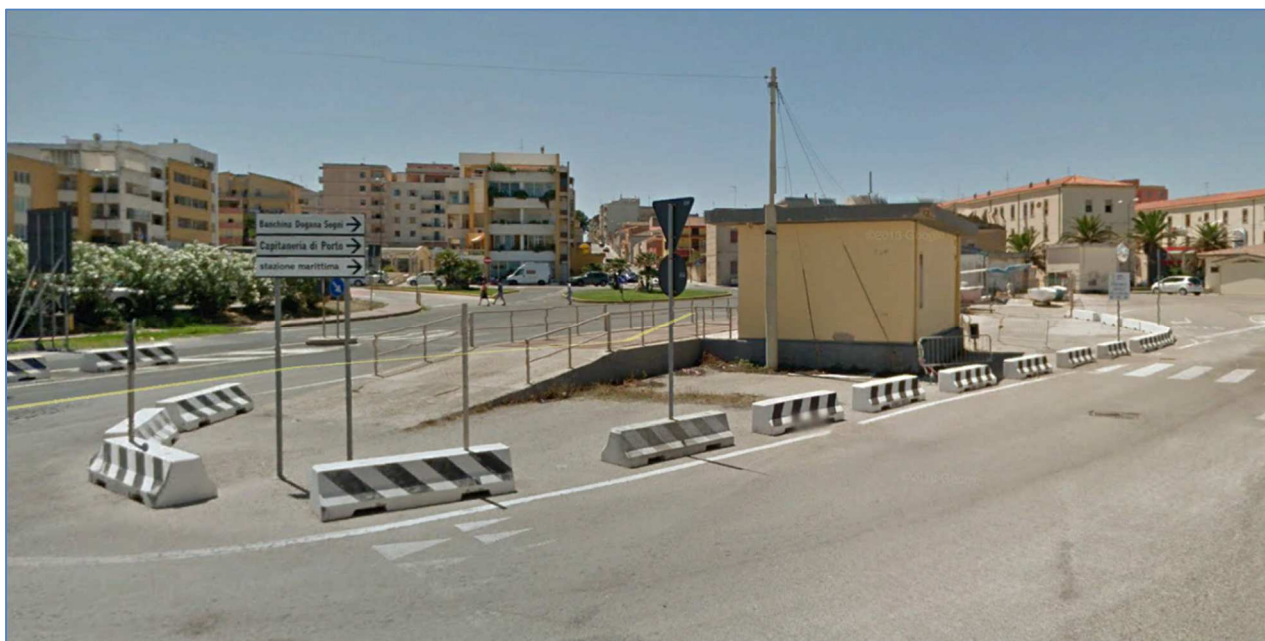


Figura 09 – Vista del punto di monitoraggio atmosfera PMA\_AIR\_PT\_01

### 3. PMA – ACQUA, FLORA E FAUNA

#### 3.1 PREMESSA E FINALITÀ DEL MONITORAGGIO

La finalità principale è quella di individuare le eventuali variazioni/alterazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica. In particolare il monitoraggio del sistema idrico marino si occuperà di valutare le potenziali modifiche indotte dalle attività di costruzione e di attività dell'infrastruttura e il monitoraggio consentirà di:

- definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno;
- fornire le informazioni necessarie alla costruzione di una banca dati utile ai fini dello svolgimento delle attività di monitoraggio degli Enti preposti in quella porzione di territorio.

Lo stato di qualità della risorsa idrica è rilevabile attraverso vari parametri ed approcci diversi, che vanno dalla determinazione dello stato chimico-fisico proprio delle acque, alla trasparenza, all'analisi dello stato di qualità degli ecosistemi marini.

È in questo ultimo punto che il monitoraggio delle acque si intreccia con quello della flora e della fauna, pertanto si è scelto di accorpate in un unico paragrafo il monitoraggio delle componenti acqua, flora e fauna.

Il livello trofico dell'acqua o la sua trasparenza influenzano infatti in maniera determinante la composizione qualitativa e quantitativa dei popolamenti planctonici così come la granulometria del sedimento influenza quella dei popolamenti bentonici. Gli organismi risultano in molti casi importanti indicatori biologici, che permettono di rilevare il tipo e il grado dell'alterazione in atto o già avvenuta.

I popolamenti bentonici in particolare sono strettamente associati con il substrato per la maggior parte del loro ciclo vitale, essi inoltre hanno scarsa possibilità di movimento e vita abbastanza lunga e per questo vengono utilizzati come indicatori della qualità dell'ambiente e delle sue modificazioni. Il monitoraggio della componente biologica rappresenta quindi il sistema più adatto per valutare i cambiamenti in atto nell'intero ecosistema marino.

Per quanto riguarda invece la *Posidonia oceanica* si veda lo studio specialistico di SIA QRP\_S3\_Studio Specialistico 3, cui si rinvia per ogni approfondimento.

### 3.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E METODOLOGIE DI MISURA

Il monitoraggio della componente “risorsa idrica marina” o, sinteticamente “acqua”, verrà eseguito mediante il rilievo periodico, nei punti e nelle modalità di seguito definite, di diversi parametri ambientali mediante l'utilizzo di una sonda multiparametrica che misuri:

- Clorofilla “a” ( $\mu\text{g/l}$ ): rappresenta l'indice di un aumento delle microalghe (biomassa microalgale), per cui identifica una condizione di eutrofia. La misurazione verrà effettuata attraverso un fluorimetro a risposta fissa sommergibile. L'elettrodo trasmette un raggio di eccitazione nella lunghezza d'onda blu, che induce la clorofilla alla fluorescenza.
- Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ): la misura verrà effettuata utilizzando sensori in platino, la cui resistenza elettrica varia con la temperatura.
- pH: La misura verrà effettuata mediante il metodo potenziometrico basato sulla legge di Nernst, con un valore di pH che viene generato da una cella elettrochimica e secondo elettrodo a potenziale fisso, detto riferimento.
- Concentrazione di ossigeno disciolto (%): La misura verrà effettuata mediante una sonda polarografica che si basa sulla diffusione dell'ossigeno disciolto attraverso una membrana.
- Torbidità (NTU): la misura della torbidità (Nephelometric Turbidity Unit) si baserà sulla valutazione della intensità della radiazione delle onde luminose diffuse nel mezzo, in funzione delle particelle in sospensione in esso e per confronto con sospensioni a concentrazioni note.
- Conducibilità compensata (mS): la misura della conducibilità elettrica verrà effettuata tramite un sensore costituito da due lamine di platino di area e distanza fra di esse note, sulle quali viene applicata una differenza di potenziale costante.

Contestualmente alle predette misure verrà effettuato un campionamento delle acque di mare mediante “Bottiglia tipo NISKIN” della capacità 2,5 litri. Ogni campione d'acqua verrà posto in contenitori di vetro, sigillato, etichettato e conservato refrigerato sino alla consegna al laboratorio chimico prescelto per la determinazione di solidi in sospensione, metalli, IPA e idrocarburi totali.

Verrà inoltre determinato l'indice di “trasparenza” che esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi. È influenzata da fattori fisici quali la capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione e da fattori biologici come la presenza di fito e zooplancton e detrito organico. La misurazione verrà effettuata attraverso il “Disco di Secchi”. Si tratta di un disco bianco di metallo del diametro di 30 cm che viene calato verticalmente in mare con una cima. Nel momento in cui il disco non è più visibile si misura la lunghezza della cima calata e si vede a quale profondità è avvenuta la scomparsa del disco.

Si tenderà ad effettuare queste misurazioni sempre nelle stesse ore centrali della giornata annotando le contestuali condizioni meteomarine che possono influenzare notevolmente la torbidità dell'acque e, di conseguenza, la misurazione.

Infine, per determinare il valore del bioaccumulo di metalli e IPA su campioni di organismi marini e la loro variazione come conseguenza della realizzazione delle opere in progetto, è stata programmata una campagna di analisi di esemplari d'organismi marini significativi per il consumo alimentare. A tale scopo sono stati selezionati degli organismi filtratori come i bivalvi della specie *Mytilus galloprovincialis*. Non avendo a disposizione nei punti di indagine una quantità idonea di organismi, sia per numero che per posizione, si provvederà a predisporre artificialmente delle stazioni di campionamento.

Al momento del previsto impianto verranno acquisiti dei mitili provenienti da un'area a stabulazione naturale (presumibilmente quella del Golfo di Cugnana – Olbia) e trapiantati entro le 24 ore nel tratto di mare oggetto delle indagini. La stazione di campionamento sarà costituita da un "corpo morto" di peso idoneo e dai mitili, prelevati con le reste di crescita (reti tubolari in materiale plastico contenenti i mitili), protetti da una rete a maglia larga. Saranno mantenuti in posizione vitale tramite galleggiante che rimarrà comunque sotto il livello del mare e non immediatamente percepibile dalla superficie. Il numero di mitili minimo per ogni impianto sarà di almeno un centinaio di esemplari.

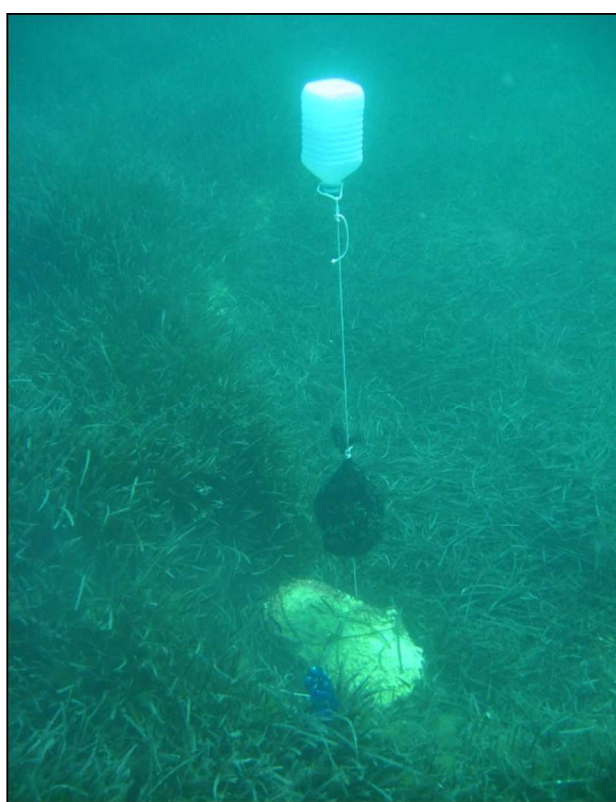


Figura 10 – Modalità di impianto dei mitili in precedenti campagne

Per ogni periodo di monitoraggio si provvederà, prima dell'impianto, al prelievo di esemplari provenienti da un medio composito dalle diverse reste che dovranno essere impiantate. Tale campione, che verrà denominato “bianco campagna n.xx”, sarà inviato al laboratorio per la determinazione del contenuto iniziale dei metalli e degli IPA.

Il tempo di permanenza in mare dei mitili per la determinazione del bioaccumulo è stato previsto in 8 settimane per ogni stazione e per ogni campagna di campionamento.

Trascorso tale periodo verranno rimosse le reste di impianto e immediatamente prelevati, da ciascuna resta, 30 esemplari di taglia omogenea compresa tra il 70% e 90% della taglia massima della popolazione con lo scopo di determinare la variazione dell'accumulo di sostanze contaminanti da parte dei mitili rispetto al suddetto “bianco” come conseguenza delle lavorazioni in progetto.

Gli organismi verranno raccolti e trasportati in laboratorio, in sacchetti di polietilene a temperature comprese tra 4° e 6° C, dove si procederà alla immediata preparazione dei tessuti per le analisi.

### 3.3 CRITERI DI SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I criteri adottati per l'individuazione dei siti da sottoporre a monitoraggio e condivisi con l'ARPAS durante l'incontro tecnico svolto in data 21.09.2018, sono stati basati sulla considerazione dei seguenti fattori:

- localizzazione delle aree logistiche fisse (cantiere principale);
- localizzazione delle aree a mare ove è prevista la posa di materiali sul fondale.

Si è pertanto proposto l'individuazione (vedi mappa allegata) di 5 punti di monitoraggio, di cui 2 (PMA\_ACQ\_PT\_01 e PMA\_ACQ\_PT\_02) internamente il bacino portuale e in prossimità delle banchine (rispettivamente del molo di levante e del molo di ponente) dove si prevedono i cantieri. La loro posizione tiene conto dell'interferenza con gli ormeggi delle navi di linea. Altri 2 punti fuori sono stati collocati esternamente al bacino portuale comunque in prossimità delle opere in progetto (PMA\_ACQ\_PT\_03 e PMA\_ACQ\_PT\_04). Un ultimo punto di monitoraggio (PMA\_ACQ\_PT\_05) sarà collocato in prossimità del SIC ITB010003 “Stagno e ginepreto di Platamona” di fronte all'omonima spiaggia, ad una distanza di circa 500 m dalla linea di costa ed ad una batimetrica di circa -15,0 m dal l.m.m..

In tutte e 5 le stazioni di campionamento verranno effettuati tutti i rilievi e i campionamenti previsti dal presente piano ad eccezione degli organismi bioindicatori che verranno invece posizionati unicamente nelle stazioni PMA\_ACQ\_PT\_01, PMA\_ACQ\_PT\_04 e PMA\_ACQ\_PT\_05, quest'ultima da intendersi come valore di “bianco” relativo rispetto alle altre due.



Figura 11 – Ubicazione punti di monitoraggio acqua, flora e fauna



Figura 12 – Dettaglio ubicazione punti di monitoraggio acqua, flora e fauna

Qui di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei punti di monitoraggio e delle attività che verranno eseguite.

CODICE PUNTO	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		BATIMETRIA (m dal l.m.m.)	TIPO DI ATTIVITÀ
	Longitudine	Latitudine		
PMA_ACQ_PT_01	8°23'49.54" E	40°50'45.75" N	11	A + B + C + D
PMA_ACQ_PT_02	8°24'00.01" E	40°50'37.74" N	9	A + B + C
PMA_ACQ_PT_03	8°24'17.38" E	40°50'41.10" N	11	A + B + C
PMA_ACQ_PT_04	8°23'43.08" E	40°50'54.15" N	15	A + B + C + D
PMA_ACQ_PT_05	8°27'56.26" E	40°49'25.77" N	13	A + B + C + D

#### Riepilogo tipo di attività:

**A** = Sonda multiparametrica rilievo Clorofilla, Temperatura, pH, Ossigeno disciolto, Torbidità e Conduttività;

**B** = Prelievo campioni d'acqua con bottiglia tipo "Niskin" a 50 cm dal fondo e dalla superficie;

**C** = Rilievo dell'indice di "trasparenza" attraverso il "Disco di Secchi";

**D** = Impianto di organismi (*Mytilus galloprovincialis*) per l'analisi del bioaccumulo (8 settimane).

### 3.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

In accordo con il cronoprogramma previsto dal PMA redatto nell'ambito del "Progetto definitivo" e in relazione alle indicazioni di conferma emerse durante l'incontro tecnico svoltosi in ARPAS in data 21.09.2018 (Prot. N. 33257/2018), l'articolazione temporale del monitoraggio è stata programmata nelle seguenti modalità:

- *ante operam*: verrà eseguito un unico campionamento delle acque e rilievo dei parametri descritti per tutti e cinque punti di monitoraggio. Contestualmente verranno impiantati, in tre dei cinque punti di monitoraggio, gli organismi per la determinazione del bioaccumulo e lasciati nella postazione prescelta per 8 settimane, periodo trascorso il quale verranno rimossi ed inoltrati al laboratorio chimico per le previste analisi.
- *in operam*: verranno eseguiti, nei medesimi punti di monitoraggio prescelti, quattro campionamenti all'anno delle acque ed effettuati i rilievi dei parametri descritti (frequenza trimestrale) per tutta la durata prevista del cantiere (24 mesi). Contestualmente verranno impiantati per 8 settimane gli organismi per la determinazione del bioaccumulo nei punti già indicati in AO.
- *post operam*: verranno eseguiti, nei medesimi punti di monitoraggio prescelti, due campionamenti delle acque ed effettuati i rilievi dei parametri descritti, una volta trascorso 1 mese dal termine delle attività di cantiere, un altro trascorso un anno dal termine delle attività. Contestualmente verranno impiantati per 8 settimane gli organismi per la determinazione del bioaccumulo nei punti già indicati in AO ed in CO.

La tabella che segue riporta il riepilogo dell'articolazione del monitoraggio per ogni fase.

Fase	Frequenza	Periodo	Quantità	Durata
<b>A.O.</b>	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori	1	1 gg <sup>1</sup> 8 sett. <sup>2</sup>
<b>C.O.</b>	Trimestrale	24 mesi (durata stimata del cantiere)	8	1 gg <sup>1</sup> 8 sett. <sup>2</sup>
<b>P.O.</b>	2 volte	Dopo 1 mese dalla fine delle attività e dopo 1 anno dalla fine delle attività	2	1 gg <sup>1</sup> 8 sett. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rilievi e campionamenti delle acque

<sup>2</sup> Tempo di permanenza degli organismi per il bioaccumulo



## 4. PMA – SUOLO

### 4.1 PREMESSA

Le simulazioni effettuate nello “Studio di penetrazione del moto ondoso all’interno del porto civico e analisi del campo d’onda incidente sul lungomare Balai” ed allegato allo Studio di Impatto Ambientale, hanno dimostrato che la realizzazione degli interventi di progetto non provocheranno alcuna sensibile variazione sul campo d’onda riflesso lungo il tratto di costa posto subito ad Est del porto stesso (vedi figura e tabella seguente).

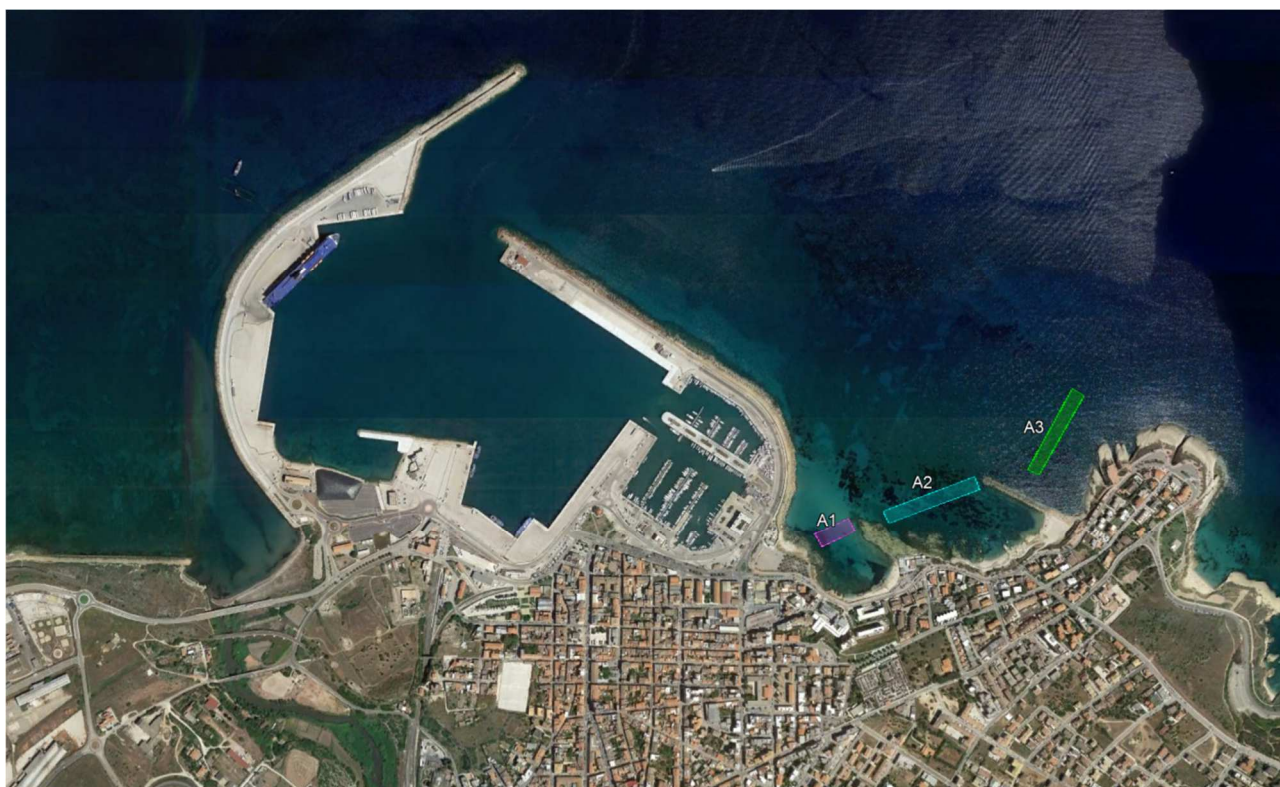


Figura 13 – Aree di studio utilizzate per il confronto dei livelli di agitazione ondosa ottenuti con le configurazioni attuale e di PRP 2011

Dir=350°N; H=4.5m; T=9s			Dir=20°N; H=4.5m; T=9s		
VALORE MEDIO H			VALORE MEDIO H		
Area	ATT	PRP 2011	Area	ATT	PRP 2011
A1	1.18	0.94	A1	1.15	1.15
A2	1.51	1.50	A2	1.51	1.50
A3	2.91	3.08	A3	2.96	3.02

Dir=50°N; H=4.5m; T=9s			Dir=70°N; H=2.5m; T=7s		
VALORE MEDIO H			VALORE MEDIO H		
Area	ATT	PRP 2011	Area	ATT	PRP 2011
A1	1.15	1.16	A1	1.10	1.05
A2	1.45	1.44	A2	1.02	1.30
A3	2.86	2.57	A3	1.18	1.57

Tabella 01 – Valori medi dell'altezza d'onda calcolati in condizioni meteomarine estreme per tre aree opportunamente scelte in prossimità del tratto di costa ad Est del porto di Porto Torres

Con tali dati previsionali si può ipotizzare che non vi saranno particolari ripercussioni negative sulle piccole spiagge presenti lungo il litorale in esame in seguito alla realizzazione delle nuove opere in progetto.

#### 4.2 PARAMETRI OGGETTO DI RILEVAMENTO E SCELTA DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Nonostante non siano previste ripercussioni negative per le spiagge presenti ad est del porto civico, il Decreto VIA ha ritenuto opportuno prevedere un piano di monitoraggio della costa che possa, in maniera continuativa, valutare l'andamento evolutivo delle spiagge emerse e sommerse e stabilire eventuali modi e tempi di intervento. Il piano di monitoraggio comprende la linea di riva, la batimetria della fascia attiva ed i rilievi granulometrici.

Il monitoraggio verrà effettuato con dei correntometri accoppiati a delle trappole di sedimento in due stazioni di campionamento, la cui posizione è stata concordata con l'ARPAS durante l'incontro tecnico del 21.09.2018, per valutare eventuali effetti delle nuove opere sulle Pocket beaches ad est delle opere in progetto e verificare le previsioni simulate. Sulla base delle misurazioni effettive verranno assunte le mitigazioni da concordare con ARPAS.



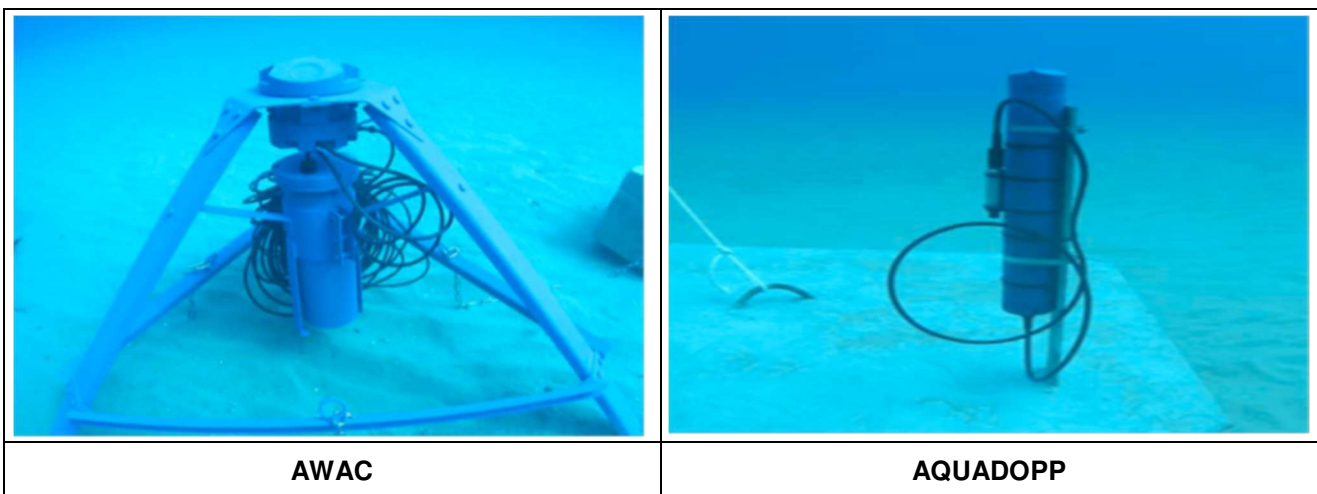
Figura 14 – Ubicazione correntometri e trappole per sedimenti

Per quanto riguarda la misurazione del moto ondoso, delle correnti e dei sedimenti in sospensione verranno utilizzati due profilatori acustici con frequenza variabile tra 1 e 2 MHz che consentono il monitoraggio del moto ondoso e delle correnti lungo la colonna d'acqua. Al profilatore più vicino alla costa verrà abbinato un sistema che, secondo il principio dell'optical backscattering, è in grado di ricavare, attraverso la torbidità dell'acqua, la concentrazione dei sedimenti in sospensione nella zona di installazione.

I profilatori acustici che si intende utilizzare sono costruiti dalla ditta norvegese Nortek As.

Il sistema “**AWAC**”, ad 1MHz di frequenza su 4 beams, di cui il verticale utilizza il sistema AST per il monitoraggio del moto ondoso e i tre laterali inclinati di 25° consentono il monitoraggio della corrente marina con l'effetto doppler e con lettura del dato su layer ogni 0,4 m lungo la colonna d'acqua. Questo profilatore verrà installato nel punto di monitoraggio **PMA\_COR\_PT\_01**.

Il secondo profilatore utilizzato è il modello “**AQUADOPP current profiler**”, a 2 MHz. Tale profilatore, molto preciso su basso fondale, consente di operare fino a 128 layer con distanza delle celle di 0,1 m ed accuratezza pari all'1% del valore misurato,  $\pm 0,5$  cm/s. Questo secondo profilatore verrà installato nel punto di monitoraggio **PMA\_COR\_PT\_02** e valuterà, con la medesima sequenza, anche la torbidità dell'acqua.



I dati acquisiti con le sonde sono stati gestiti con dei software prodotti dalle ditte produttrici delle apparecchiature. Tutti i dati registrati verranno forniti anche su supporto Excel.

Entrambi i profilatori saranno accoppiati a delle trappole per sedimenti tipo SAARSO del modello visibile nella figura che saranno mantenuti ancorati al fondo e stabilizzati con un galleggiante che consenta alla trappola di mantenersi in verticale ad una distanza dal fondo di alcuni metri. I sedimenti raccolti dalle



trappole saranno sottoposti ad una analisi mineralogica al microscopio ottico al fine di valutare eventuali differenze tra le due trappole.

Infine, al fine di poter verificare le eventuali evoluzioni del litorale a seguito della realizzazione delle opere si ritiene opportuno effettuare una serie di rilievi topografici e batimetrici nell'area evidenziata nella seguente immagine di quasi 30 ettari.

I rilievi della spiaggia emersa saranno effettuati con GPS tipo RTK e le batimetrie acquisite con ecoscandaglio idrografico procedendo con transetti equidistanti circa 10 metri.



Figura 15 – In celeste l'individuazione area di rilievo dell'evoluzione del litorale

#### 4.3 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

Con riferimento alle tempistiche del monitoraggio delle correnti e dei sedimenti da esse trasportati si ritiene che lo stesso debba essere effettuato ante e post opera. Al fine di una corretta correlazione dei dati e significatività degli stessi è opportuno che il monitoraggio si svolga per almeno tre mesi durante i mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) e tre mesi nel periodo primavera-estate (maggio, giugno e luglio) sia ante che post opera.

Ogni due settimane, durante il periodo di monitoraggio, si provvederà alla verifica delle postazioni, al salpamento della strumentazione, allo scarico dei dati registrati e alla ricarica delle

batterie interne. Verrà anche controllato lo stato delle “trappole per sedimenti” e, una volta al mese, sostituito il contenitore dei sedimenti per la verifica mineralogica.

Per quanto riguarda invece il rilievo delle spiagge emerse ed i rilievi batimetrici, questi verranno effettuati una volta in AO, ogni 6 mesi in CO, ed in PO dopo 6, 12 e 36 dalla fine dei lavori e a seguire per altri 9 anni con frequenza triennale.

Qui di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei punti di monitoraggio e delle attività che verranno eseguite.

CODICE PUNTO	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		BATIMETRIA (m dal l.m.m.)	TIPO DI ATTIVITÀ
	Longitudine	Latitudine		
PMA_COR_PT_01	8°24'27.23" E	40°50'56.06" N	18	Profilatore acustico tipo “AWAC” per rilievo moto ondoso e correnti + trappola sedimenti tipo “SAARSO”
PMA_COR_PT_02	8°24'37.46" E	40°50'33.07" N	10	Profilatore acustico tipo “AQUADOPP” per rilievo moto ondoso, correnti e torbidità + trappola sedimenti tipo “SAARSO”

La tabella che segue riporta il riepilogo dell'articolazione del monitoraggio per ogni fase.

Fase	Frequenza	Periodo	Quantità	Durata
A.O.	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio + maggio, giugno e luglio	1	6 mesi
C.O.		Nessuna attività		
P.O.	1 volta	Dopo la fine dei lavori nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio + maggio, giugno e luglio	1	6 mesi

Infine la tabella riepilogativa dei rilievi delle spiagge emerse e batimetrici.

Fase	Frequenza	Periodo	Quantità complessive	Durata rilievi
A.O.	1 volta	Prima dell'inizio dei lavori	1	1 gg
C.O.	Una ogni 6 mesi	24 mesi (durata stimata del cantiere)	4	4 gg
P.O.	5 volte	Dopo la fine dei lavori a 6, 12 e 36 mesi, poi a 6 ed a 9 anni	5	5 gg

## 5. PMA – RUMORE

### 5.1 PREMESSA E OBIETTIVI

Nel caso specifico del progetto in esame il PMA del rumore ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente durante la realizzazione dell'opera e di valutare se tali variazioni sono imputabili alla costruzione della medesima, così da ricercare le azioni correttive che possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni accettabili e/o mitigare gli effetti dovuti ai possibili incrementi di rumore sulla popolazione residente.

Il monitoraggio in AO ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto;
- quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, lo “stato zero” a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera.

Il monitoraggio in CO, effettuato in relazione alla posizione del cantiere principale ed esteso al transito dei mezzi in ingresso/uscita dalle aree di cantiere, ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato AO dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione degli interventi previsti;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

A tal fine si assumono come “stato zero” i valori registrati allo stato attuale (AO) e si procede, a cadenza regolare, con misurazioni nel corso delle attività di cantiere. Il monitoraggio, nelle sue diverse fasi, verrà programmato con lo scopo di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che la costruzione dell'opera può comportare.

Si è quindi previsto di rilevare il rumore immesso nell'ambiente, sia quello in prossimità dell'area del cantiere principale, sia quello generato, nella viabilità esistente, dal traffico correlato ai

mezzi d'opera nei loro percorsi. L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà. Nelle aree di cantiere e nei tracciati di accesso all'area sono inoltre presenti numerose sorgenti di rumore non connesse con il cantiere stesso, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative. Sulla base di tali considerazioni, sono stati scelti i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali si è previsto di realizzare il monitoraggio.

## 5.2 RIFERIMENTI TECNICI E NORMATIVI

Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi che sono stati adottati per la stesura del progetto di monitoraggio ambientale parte rumore.

### • Normativa Europea

- Direttiva 2002/49/CE del parlamento europeo e del consiglio del 25/06/2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore.
- UNI 9884 Caratterizzazione Acustica del territorio mediante descrizione del rumore ambientale.

### • Normativa nazionale

- DPCM 01/03/91 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- Legge n. 447/95 Legge Quadro sul Rumore e relativi decreti attuativi.
- D.P.C.M. 14/11/97 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- DECRETO 16 Marzo 1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- D.M.A. 29/11/00 Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.M. 23/11/01 Modifiche dell'allegata 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.Lgs. 262/02 Attuazione della direttiva 2000/14/CE 8 maggio 2000 concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- D.P.R. 30/03/04 n° 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995”.

- D.Lgs. 19 agosto 2005, n.194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.

- **Normativa regionale e comunale**

- Delibera G.R. n. 62/9 del 14/11/2008 – Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale
- Adozione bozza definitiva del Piano di Classificazione Acustica Comunale ai sensi dell' Art. 6 Legge 26 ottobre 1995 n 447.

### 5.3 SCELTA DEI PUNTI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO

#### 5.3.1 Ubicazione

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio ambientale poggia su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura durante la realizzazione delle opere. In particolare la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

- Presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- Proprietà fisiche del territorio: andamento orografico, copertura vegetale e schermi antropici laddove esistenti (propagazione);
- Ubicazione e tipo di recettori (immissione).

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine. L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- sviluppo dell'opera;
- ubicazione dell'area di cantiere;
- rete di viabilità dei mezzi gommati adibiti al trasporto di materiali.

Per quanto riguarda la rappresentatività della situazione acustica AO, in rapporto a quella prevista in CO, si è concordato in sede di riunione tecnica svoltasi in ARPAS a Sassari e in video conferenza con ARPAS “Agenti Fisici” di Cagliari, la durata del singolo monitoraggio (due periodi di 8 ore rappresentativi delle ore di attività del cantiere con orario 6-14 e 14-22) e frequenza delle misurazioni (una volta per 5 giorni feriali in A.O. e mensilmente in C.O.). Le sorgenti sonore prevalenti attualmente attive sono, come già detto, rappresentate dal traffico stradale e navale che, come è noto, può risentire di numerosi effetti di tipo stagionale o anche giornaliero. Per tale motivo



per dare rappresentatività al dato statistico di confronto in AO si è programmato di effettuare 5 rilevazioni sonore per ognuna delle postazioni, in giornate feriali diverse e in condizioni meteo possibilmente differenti (con e senza precipitazioni, venti deboli o moderati con differenti direzioni di provenienza, assenza o presenza di copertura nuvolosa, ...).

Nello specifico i punti in cui effettuare gli accertamenti in campo si localizzano presso alcuni recettori (abitazioni e strutture ricettive tipo hotel e B&B) ubicati in prossimità dell'area portuale e lungo l'attuale viabilità di accesso alle aree di cantiere; in particolare si prevedono i seguenti punti di misura:

- **PMA\_RUM\_PT\_01** – in prossimità dell'area di cantiere sul molo di levante nella parte posta a ridosso della banchina Alti fondali;
- **PMA\_RUM\_PT\_02** – presso gruppo di recettori abitativi ubicati lungo via del Mare e frontalieri l'area portuale;
- **PMA\_RUM\_PT\_03** – presso area interna al tessuto urbano fronte Museo.



Figura 13 – Ubicazione dei punti di misura del monitoraggio del rumore

### 5.3.2 Misurazioni fonometriche

Le misure fonometriche in questa fase hanno lo scopo fondamentale di definire quantitativamente in maniera testimoniale l'attuale situazione acustica delle aree da sottoporre a Monitoraggio Ambientale (MA) prima dell'apertura dei cantieri.

La grandezza acustica primaria oggetto dei rilevamenti è il livello continuo equivalente ponderato A integrato su un periodo temporale pari ad un'ora, ottenendo la grandezza LAeq(1h) per tutto l'arco delle 16 ore. I valori di LAeq(1h) sono successivamente composti sui due periodi di riferimento allo scopo di ottenere i Livelli diurno (06-22) e notturno (22-06).

Allo scopo di ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche della situazione acustica delle aree oggetto del monitoraggio, in particolari casi vengono determinati anche i valori percentili su base oraria dei livelli statistici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99. È possibile, quindi, ottenere indicazioni su come si distribuiscono statisticamente nel tempo i livelli di rumorosità ambientale. È inoltre effettuata l'analisi delle componenti tonali, impulsive e a bassa frequenza (DM 16/3/98)

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati anche i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5° C,
- presenza di pioggia e di neve.

Per quanto concerne la fase di cantiere le tipologie di misure che verranno eseguite nella fase ante-operam sono le medesime che saranno effettuate nella fase corso d'opera.

### 5.3.3 Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni fisse rilocabili e portatili. La strumentazione è conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1° marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono:

- strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994;
- misurabilità dei livelli massimi con costanti di tempo Slow e Impulse.

La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore è in grado di:

- misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL;
- memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, si dispone di strumentazione portatile a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura.

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore (sia con centralina fissa che mobile) e dei dati meteorologici è pertanto composta dai seguenti elementi:

- Fonometro integratore con preamplificatore microfonico dotato di case per il monitoraggio in continuo e/o per lungo periodo;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti;
- Software di gestione per l'elaborazione dei dati o esportazione su foglio elettronico per la post elaborazione;
- Strumentazione per il rilievo dei parametri meteorologici, con relativo software.

#### 5.4 ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEGLI ACCERTAMENTI

Per quanto riguarda l'articolazione temporale delle rilevazioni dei livelli sonori, atti a caratterizzare il clima acustico delle aree oggetto di monitoraggio, si è fatto particolare riferimento alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno. I fattori che possono determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori indipendentemente dall'attività del cantiere in oggetto sono rappresentati da:

- variabilità stagionale dei flussi navali e veicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica;

Il fattore più significativo fra quelli elencati è sicuramente rappresentato dalla variabilità delle condizioni di traffico navale e veicolare, anche se devono essere comunque rispettate, durante le rilevazioni, le prescrizioni relative agli aspetti meteorologici.

Inoltre è opportuno sottolineare che le misure di rumore non dovrebbero essere effettuate in corrispondenza di periodi in cui sono generalmente riscontrabili significative alterazioni del traffico, quali ad esempio:

- nel mese di agosto;
- nelle ultime due settimane di luglio;
- nelle settimane in cui le scuole sono chiuse per le festività di Natale (ultima settimana di dicembre e prima settimana di gennaio) e di Pasqua, nonché nei giorni festivi e prefestivi, quando la circolazione dei veicoli pesanti è limitata o estremamente ridotta, nei giorni di mercato e in quelli che coincidono con particolari eventi attrattori di traffico (feste patronali, fiere, scioperi degli addetti del trasporto pubblico).

Il monitoraggio del rumore mirerà, pertanto, a controllare, oltre al rispetto di valori limite definiti dalle normative (nazionali e comunitarie), soprattutto l'eventuale differenza tra i livelli di rumore nelle due fasi AO e CO durante le attività di cantiere al di fuori dei periodi sopra segnalati, con misure di 16 ore, all'intero del periodo diurno e tempo di osservazione dalle ore 06:00 alle ore 14:00 e dalle ore 14:00 alle ore 22:00, con postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi del clima acustico esistente, attività di cantiere e traffico veicolare.

Nel dettaglio, la scelta dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici in AO e in CO verrà eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti.

Il cronoprogramma di dettaglio con le precise date dei monitoraggi AO e di quelli contestuali alle attività di cantiere in CO verrà inviato e condiviso con congruo anticipo con gli Enti di Controllo nel momento in cui potrà essere definito più precisamente il periodo di avvio del cantiere. Infine si sottolinea che non si ritiene necessario effettuare, come anche previsto dal PMA del progetto definitivo sottoposto a VIA, dei monitoraggi post operam.

Qui di seguito si riporta una tabella di riepilogo dei punti di monitoraggio e delle attività che verranno eseguite.

CODICE PUNTO	COORDINATE WGS84 GEOGRAFICHE		FREQUENZA	DURATA	PERIODO
	Longitudine	Latitudine			
<b>PMA_RUM_PT_01</b>	8°24'10.52" E	40°50'33.72" N	1 volta in AO, mensilmente in CO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O. e 1 giorno feriale in C.O.
<b>PMA_RUM_PT_02</b>	8°24'19.21" E	40°50'19.75" N	1 volta in AO, mensilmente in CO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O. e 1 giorno feriale in C.O.
<b>PMA_RUM_PT_03</b>	8°23'59.79" E	40°50'16.88" N	1 volta in AO, mensilmente in CO	8 + 8 ore (6-14 e 14-22)	5 giorni feriali in A.O. e 1 giorno feriale in C.O.

## 6. PMA – PAESAGGIO

### 6.1 PREMESSA E OBIETTIVI

Pur trattandosi di un campo in cui la componente soggettiva dell'indagine è preponderante, questo tipo di analisi ambientale andrà necessariamente ricercare una oggettività della valutazione, prevalentemente attraverso la parametrizzazione degli indicatori estetico – percettivi.

Per ottenere questo risultato occorrerà in particolare individuare:

- gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio;
- le configurazioni ambientali principali, qualificabili come detrattori di valore;
- gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità.

Gli elementi fondanti del monitoraggio consistono pertanto:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i ricettori prescelti) nella fase ante operam, individuando in particolare gli elementi emergenti e qualificanti del paesaggio, le configurazioni ambientali principali e gli ambiti territoriali a maggiore vulnerabilità;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti, monitorando in particolare le attività potenzialmente distruttive;
- nell'accertamento della corretta applicazione e dell'efficacia delle eventuali misure di mitigazione e compensazione ambientale proposte.

Con specifico riferimento alle caratteristiche dell'area di indagine e alla natura dei principali impatti previsti, si è ritenuto opportuno circoscrivere il campo della presente verifica ai soli aspetti ritenuti di particolare rilevanza ai fini del monitoraggio.

In particolare il monitoraggio sarà improntato sui caratteri visuali – percettivi e delle sensibilità paesaggistiche, con riferimento specifico ai ricettori sensibili costituiti dagli itinerari ed i punti panoramici principali presenti nell'area di studio.

I potenziali impatti individuati sulla base delle indagini e dei contenuti dello Studio d'Impatto Ambientale sono pertanto sintetizzabili nella seguente categoria:

- Impatti di natura visuale–percettiva sui recettori sensibili/vulnerabili, costituiti da punti di vista privilegiati:
- Alterazione della percezione visiva dal recettore
- Alterazione del valore paesistico del territorio.

## 6.2 MONITORAGGIO DELL'INSERIMENTO PERCETTIVO DELL'OPERA NEL CONTESTO PAESAGGISTICO

Date le caratteristiche morfologiche dell'area, l'impatto percettivo potrà essere valutato secondo l'osservazione da mare e da terra per una fascia relativamente ristretta, dovuta all'andamento pianeggiante del territorio. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico della piana (pendenze – rilievi, ecc.) e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione (rilevati stradali, condomini, ecc.).

L'indagine in oggetto si comporrà di tre fasi, finalizzate a documentare lo stato dell'area di indagine prima, durante e dopo l'inizio dei lavori.

L'attività consisterà essenzialmente:

- Nell'effettuazione di una ricognizione fotografica dell'area di intervento dal recettore, ossia dal punto panoramico individuato (intervisibilità paesaggistica), avendo cura di rilevare le porzioni di territorio ove è prevedibilmente massima la visibilità delle opere previste;
- Nella redazione di una scheda di classificazione dell'indagine e di uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000 con individuazione dei coni visuali e delle opere previste presenti nel campo visivo.
- Nella redazione di una relazione descrittiva che illustri, per ogni ambito di indagine, le caratteristiche prevalenti del paesaggio e della fruizione percettiva, ponendo in evidenza gli elementi caratterizzanti del paesaggio (tessiture agrarie, nuclei abitativi, ecc.). L'indagine dovrà essere supportata da disegni e schemi grafici interpretativi - redatti anche direttamente su base fotografica - atti a meglio rappresentare i contenuti della relazione.

Il monitoraggio avrà una fase di AO, nella quale saranno definiti ed illustrati gli elementi descrittivi come precedentemente indicato, due in fase CO, la prima durante il periodo di apposizione dei cassoni del prolungamento del molo di ponente, la seconda successivamente alla resecazione del molo di levante, infine una fase in PO che illustrerà la percezione dell'opera finita.