



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

## Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

# PORTO DI PALERMO COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO DEL PORTO DELL'ARENELLA CUP: I71J19000040005 (OPERA PNRR) - CIG: 9073719DC8



## PMA.01 - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

(ART. 22, D. Lgs. 152/06 E SS.MM.II.)

versione:	descrizione:	redazione:	controllo:	approvazione:	data:
01	EMISSIONE	AB/AL	AM	GI	01/03/2023
02	REVISIONE (post provvedimento VIA)	VV	AM	GI	20/10/2023

INCARICATO DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**igi** Ing. Giancarlo Inserra  
Ingegneria Ambientale e Civile

## SOMMARIO DEI CONTENUTI

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
1.1	CONTENUTI DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	4
1.2	APPROCCIO METODOLOGICO: LE LINEE GUIDA SNPA	4
1.3	IL CORPO DOCUMENTALE A CORREDO DELL'ISTANZA DI VIA	4
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
2.1	IL PRECEDENTE LIVELLO PROGETTUALE E LE APPROVAZIONI	6
2.2	LA PRECEDENTE DETERMINA DI NON ASSOGETTABILITÀ A VIA	6
2.3	LE FASI PROPEDEUTICHE ALL'ISTANZA DI V.I.A.	6
<b>3</b>	<b>IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	<b>8</b>
3.1	OBIETTIVI E STRUTTURA DELL'ELABORATO	8
3.2	RESTITUZIONE DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI	8
3.3	RIFERIMENTI NORMATIVI	8
3.4	RIFERIMENTO ALLA VAS DEL PRP	9
<b>4</b>	<b>COMPONENTE RUMORE</b>	<b>11</b>
4.1	SCOPO DEL MONITORAGGIO	11
4.2	METODOLOGIA E POSIZIONAMENTO DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO	11
4.2.1.1	Modello previsionale di impatto acustico	12
4.3	MISURE DI MITIGAZIONE	12
<b>5</b>	<b>COMPONENTE ARIA ED EMISSIONI ATMOSFERICHE</b>	<b>13</b>
5.1	INDAGINI DA ESEGUIRE	13
5.1.1	Parametri meteorologici	14
5.2	MISURE DI MITIGAZIONE	14
<b>6</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTE IDRICO</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>COMPONENTE AMBIENTE MARINO</b>	<b>17</b>
7.1	STAZIONI DI MONITORAGGIO	17
7.2	MONITORAGGIO DELLA COLONNA D'ACQUA	17
7.3	MONITORAGGIO DELLA PRATERIA DI P. OCEANICA	19
7.3.1	Descrittori strutturali	20
7.3.2	Fenologia	20
7.3.3	Indici ecologici	20
7.3.4	Comunità epifitica delle foglie	21
7.3.5	Balisage	21
7.3.6	Fotomosaico del fondale	21
7.4	MONITORAGGIO DEL MACROZOOBENTHOS	21
7.5	MONITORAGGIO DEI SEDIMENTI	22
<b>8</b>	<b>MORFODINAMICA E TRASPORTO SOLIDO</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>CRONOPROGRAMMA</b>	<b>24</b>

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1: Sovrapposizione PRP 1974 - PRP 2018 - Stato di fatto	6
Figura 2: Planimetria con ubicazione delle stazioni di monitoraggio componente rumore atmosferico	12
Figura 5-1: Individuazione delle stazioni di monitoraggio	13
Figura 7-1: Rappresentazione grafica e localizzazione delle 4 stazioni di monitoraggio e dell'area potenzialmente interferita dal prolungamento del molo foraneo del porto dell'Arenella	17
Figura 7-2: Schema di una strategia di campionamento gerarchica	19
Figura 7-3: Strategia di campionamento gerarchica, proposta per il monitoraggio di P. oceanica	20

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1: Corpo documentale del progetto	5
Tabella 1-2: Elaborati dello Studio di Impatto Ambientale	5
Tabella 4-1 Stazioni di monitoraggio componente rumore atmosferico	12
Tabella 6-1: Parametri prescritti nell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/2006	16
Tabella 7-1: Coordinate delle stazioni di misura e prelievo	17
Tabella 7-2: Parametri relativi alla colonna d'acqua da misurare in campo e analizzare in laboratorio	18
Tabella 7-3: Classificazione delle acque marine costiere in base all'Indice trofico TRIX (Allegato 1 – D. Lgs. 152/99)	19
Tabella 7-4: Parametri fisici e chimici e test di tossicità da analizzare nei sedimenti	22
Tabella 7-5: Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI (Tab. 4.3.1/b D.M. 260/2010)	22

#### Avvertenza

Le informazioni contenute in questo elaborato sono da considerarsi riservate e protette a tutela del Committente. La proprietà intellettuale è del progettista e dei soggetti incaricati dei vari specialismi come indicati in calce. L'elaborato può essere utilizzato solo per gli usi legali da parte delle entità sopra riferite. Nessuna sua parte può essere utilizzata o copiata da terze parti senza il permesso scritto degli Autori.

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

INCARICATO DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**Ing. Giancarlo Inserra**  
Ingegneria Ambientale e Civile

## 1 PREMESSA

L'Autorità del Sistema Portuale del Mar di Sicilia Occidentale (proponente ex art. 5, c. 1, lett. r del D.Lgs. 152/2006 e ssmii) ha incaricato lo scrivente Studio Professionale dell'Ing. Giancarlo Inserra (O.d.I di Palermo, n. 7152) di redigere lo Studio di Impatto Ambientale necessario all'iter di legge per eseguire la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale nazionale.

Fanno parte del corpo documentale del progetto e del relativo Studio di Impatto Ambientale gli elaborati elencati nella Tabella 1-1 e nella Tabella 1-2 (si faccia sempre riferimento alla versione più aggiornata degli elaborati a disposizione dell'Autorità Competente).

### 1.1 Contenuti dello Studio di Impatto Ambientale

Il presente Studio è stato redatto secondo le indicazioni e i contenuti di cui all'allegato VII alla parte seconda del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., sulla base del parere espresso dall'autorità competente a seguito della eventuale fase di *scoping*. Pertanto:

Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni:

- a) una descrizione del progetto, comprendente informazioni relative alla sua ubicazione e concezione, alle sue dimensioni e ad altre sue caratteristiche pertinenti;
- b) una descrizione dei probabili effetti significativi del progetto sull'ambiente, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio e di dismissione;
- c) una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire o ridurre e, possibilmente, compensare i probabili impatti ambientali significativi e negativi;
- d) una descrizione delle alternative ragionevoli prese in esame dal proponente, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, prendendo in considerazione gli impatti ambientali;
- e) il progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio;
- f) qualsiasi informazione supplementare di cui all'allegato VII relativa alle caratteristiche peculiari di un progetto specifico o di una tipologia di progetto e dei fattori ambientali che possono subire un pregiudizio.

Al presente studio di impatto ambientale si allega una sintesi non tecnica, predisposta al fine di consentirne un'agevole comprensione da parte del pubblico ed un'agevole riproduzione.

Per garantire la completezza e la qualità dello studio di impatto ambientale e degli altri elaborati necessari per l'espletamento della fase di valutazione, il proponente di questo studio:

- a) ha tenuto conto delle conoscenze e dei metodi di valutazione disponibili derivanti da altre valutazioni pertinenti effettuate in conformità della legislazione europea, nazionale o regionale, anche al fine di evitare duplicazioni di valutazioni;
- b) ha richiesto l'accesso ai dati e alle pertinenti informazioni disponibili presso le pubbliche amministrazioni, secondo quanto disposto dalle normative vigenti in materia, con le modalità ed i risultati che verranno di volta in volta esplicitati nella parte pertinente di questo documento;
- c) ha curato che la documentazione sia elaborata da esperti con competenze e professionalità specifiche nelle materie afferenti alla valutazione ambientale, e che l'esattezza complessiva della stessa sia attestata da professionisti iscritti agli albi professionali.

### 1.2 Approccio metodologico: le linee guida SNPA

Il presente documento si articola con una precisa struttura logica che consente la migliore facilità di lettura e la più efficace ricerca e ottenimento delle informazioni su argomenti specifici. Con tale scopo è stato tenuto in debita considerazione il documento "Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale" Linee Guida SNPA, 28/2020.

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n.132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

Le modifiche normative introdotte con il D.Lgs. 104/2017 alla parte seconda del Testo unico dell'ambiente prevedevano che venissero adottate, su proposta del SNPA, linee guida nazionali e norme tecniche per l'elaborazione della documentazione finalizzata allo svolgimento della valutazione di impatto ambientale.

Le linee guida vengono considerate uno strumento per la redazione e la valutazione degli studi di impatto ambientale per le opere riportate negli allegati II e III della parte seconda del D.Lgs. 152/06 s.m.i.

Le indicazioni della Linea Guida integrano i contenuti minimi previsti dall'art. 22 e le indicazioni dell'Allegato VII del D.Lgs. 152/06 s.m.i., sono riferite ai diversi contesti ambientali e sono valide per le diverse categorie di opere, con l'obiettivo di fornire indicazioni pratiche chiare e possibilmente esaustive.

### 1.3 Il corpo documentale a corredo dell'istanza di VIA

In aderenza ai dettami del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. il proponente, quindi, presenta l'istanza di VIA trasmettendo all'autorità competente in formato elettronico:

- a) gli elaborati progettuali;
- b) lo studio di impatto ambientale e i suoi allegati;
- c) la sintesi non tecnica;
- d) l'avviso al pubblico, con i contenuti indicati all'articolo 24, comma 2;
- e) copia della ricevuta di avvenuto pagamento del contributo di cui all'articolo 33.

Le tabelle seguenti elencano il corpo documentale allegato all'istanza.

ELENCO ELABORATI			
codice elaborato	titolo elaborato	Vers.	Data
SIA.01	Studio di Impatto Ambientale	01	01/03/2023
ALL.SIA.02	Campagna indagini fonometriche e valutazione previsionale di impatto acustico (a cura di Projects Lab - Ing. Ruggero Taragnolini)	01	01/03/2023
ALL.SIA.03	Caratterizzazione e qualificazione della prateria di Posidonia oceanica interferita dalle azioni di progetto relative al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	feb-23
ALL.SIA.04	Progetto di trapianto di Posidonia oceanica come misura di compensazione dell'impatto relativo al completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	feb-23
ALL.SIA.05	Area di sito: analisi e prove sui sedimenti ai sensi del DM 173/2016 (Biosurvey srl - Resp. scientifico Prof. S. Calvo, Lab. Uff. SO.GEST Ambiente srl)	01	28/02/2023
ALL.SIA.06.01	Attività di campionamento ed analisi sedimentologiche dell'area marino costiera del golfo di Palermo (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.06.02	Relazione integrativa sulle attività di caratterizzazione sedimentologica dell'area (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.07.01	Caratterizzazione della qualità delle acque marine del Golfo di Palermo – FASE I (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.07.02	Caratterizzazione della qualità delle acque marine del Golfo di Palermo – FASE II (ARPA Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.08	Monitoraggio della qualità dell'aria nel porto di Palermo (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.09	Monitoraggio del rumore, delle vibrazioni e dei campi elettromagnetici nell'area portuale di Palermo anno 2009-2010 (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
ALL.SIA.10	Monitoraggio in banda larga dei livelli di campo elettromagnetico nel Porto di Palermo e di Termini Imerese (A.R.P.A. Sicilia)	01	2011
VINCA.01	Relazione generale di Screening di V.Inc.A. (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	28/02/2023
VINCA.02	Screening di Incidenza - Livello 1 della V.Inc.a (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	28/02/2023
PMA.01	Piano di Monitoraggio Ambientale	01	01/03/2023
PMA.02	Integrazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per gli aspetti di biodiversità marina (a cura di Biosurvey srl - Resp. Scientifico Prof. S. Calvo)	01	dic-22
SNT	Sintesi Non Tecnica	01	01/02/2023

Tabella 1-2: Elaborati dello Studio di Impatto Ambientale

ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO		
codice	titolo elaborato	scala
EE.00	Elenco elaborati	
<b>A - ELABORATI GENERALI</b>		
A.01	Relazione generale	-
A.02	Relazione di ottemperanza	-
<b>B - RELAZIONI SPECIALISTICHE</b>		
B.01	Relazione idraulica marittima	-
B.01.01	Relazione idraulica marittima: allegati	-
B.02	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale	-
B.02.01	Relazione dell'agitazione residua e dell'agibilità portuale: allegati	-
B.03	Relazione sulla dinamica litoranea locale	-
B.04	Relazione sismica	-
B.05	Relazione geotecnica	-
B.06	Relazione sul dimensionamento e la stabilità idraulica	-
B.07	Relazione di calcolo delle strutture	-
B.07.01	Relazione di calcolo delle strutture: allegati	-
B.08	Relazione paesaggistica	-
<b>B.09 Studio Geologico (a cura del dott. Paolo Nania)</b>		
	1 - Relazione geologica	-
	1.1 - Geolocalizzazione indagini geognostiche e sismiche	-
	2 - Indagini sismiche MASW	-
	3 - Indagini sismiche HVSR	-
	4 - Elaborazione geotecnica dei test penetrometrici (Spt) eseguiti in foro	-
	5 - Raccolta dati stratigrafici e laboratorio geotecnico	-
	5.1 - Analisi e prove di laboratorio geotecnico (a cura di CON.GEO Srl)	-
	6 - Tavole cartografiche	VARIE
<b>RILIEVI TOPOGRAFICI, BATIMETRICI E BIOCENOTICI (a cura di ARENA SUB s.r.l.)</b>		
R.01	Relazione illustrativa dei rilievi batimetrici e biocenotici	-
R.01.01	Allegato: Processing Report	-
R.01.02	Allegato: Video subacquei dei transetti (da trasmettere su richiesta)	-
T.1	Ortofoto e profili di sezioni	1:200
T.2	Ortofoto e Piano Quotato	1:200
T.3a	Carta morfologico-batimetrica (isobate)	1:1000
T.3b	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato color coded)	1:1000
T.3c	Carta morfologico-batimetrica (rilievo ombreggiato grey-scale)	1:1000
T.4a	Carta morfologico-batimetrica (isobate) - Spiaggia Vergine Maria	1:1000
T.4b	Carta morfologico-batimetrica (shaded relief) - Spiaggia Vergine Maria	1:1000
T.5	Carta dei tipi di fondo (color coded seabed fetures)	1:750
T.6	Carta del mosaico acustico Side Scan Sonar	1:750
<b>RELAZIONE ARCHEOLOGICA PREVENTIVA (a cura Dott. Archeol. F. FAZIO - ARENA SUB s.r.l.)</b>		
VIARCH.01	Relazione archeologica preventiva a seguito dei rilievi	-
VIARCH.01.01	Relazione archeologica preventiva: Carta del potenziale archeologico	1:10.000
<b>C - ELABORATI GRAFICI</b>		
<b>C.SF - STATO DI FATTO</b>		
C.SF.01.01	Carta nautica - Cartografia IGM - Carta Tecnica Regionale - Ortofoto	VARIE
C.SF.01.02	Stralcio PRG - Stralci PRP - Stato di completamento	VARIE
C.SF.01.03	Carta dei vincoli paesaggistici e territoriali	VARIE
C.SF.02.01	Planimetria e sezioni dello stato di fatto	VARIE
C.SF.02.02	Inventario visuale	1:2000
<b>C.OP - STATO DI PROGETTO</b>		
C.OP.01	Planimetria sinottica delle opere in progetto	1:1000
C.OP.02	Planimetria di dettaglio	1:500
C.OP.03	Raffronto SDF - PRP vigente - Opere in progetto	1:1000
C.OP.04	Piano di tracciamento delle opere	1:500
C.OP.05	Sezioni tipo di progetto	VARIE
C.OP.06	Quaderno delle sezioni di computo	1:500
C.OP.07	Particolari costruttivi e arredo portuale	VARIE
C.OP.08.01	Cassoni cellulari: piante e sezioni	VARIE
C.OP.08.02	Cassoni cellulari: carpenterie	VARIE
C.OP.09	Modalità esecutive e fasi costruttive	1:500
C.OP.10	Siti di cava e deposito	VARIE
<b>D - ELABORATI DEGLI IMPIANTI</b>		
D.IE.01	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Relazione descrittiva e di calcolo	-
D.IE.02	Impianti Elettrici e Illuminotecnici: Schema di installazione	VARIE
D.IS.01	Impianti Idrici: Relazione descrittiva e di calcolo	-
D.IS.02	Impianti Idrici: Schema di installazione	VARIE
<b>E - PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI</b>		
E.01	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti: Manuale d'uso	-
E.02	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti: Manuale di manutenzione	-
E.03	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti: Programma di manutenzione	-
<b>F - PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E INCIDENZA DELLA MANODOPERA</b>		
F.01	Piano di sicurezza e coordinamento	-
F.02	Planimetria delle aree di cantiere	VARIE
<b>G - ELABORATI ECONOMICI ED AMMINISTRATIVI</b>		
G.01	Elenco dei prezzi unitari	-
G.02	Analisi dei prezzi	-
G.03	Quadro incidenza della manodopera	-
G.04	Computo metrico estimativo	-
G.05	Quadro economico	-
G.06	Cronoprogramma	-
G.07	Capitolato speciale d'appalto	-
G.08	Schema di contratto di appalto	-
CAM	Relazione CAM	-
DNSH	Relazione DNSH	-

Tabella 1-1: Corpo documentale del progetto

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

## 2 INTRODUZIONE

Il progetto di "Completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella" è stato redatto sulla scorta dei precedenti livelli di progettazione approvati che hanno superato anche le relative procedure di valutazione ambientale.

### 2.1 Il precedente livello progettuale e le approvazioni

Il precedente livello progettuale rispetto a quello oggi in esame è stato il progetto definitivo dei lavori di completamento del molo foraneo del Porto dell'Arenella, secondo la configurazione del precedente Piano Regolatore Portuale approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. con voto n.529 del 11.09.1974.

Il suddetto progetto è stato approvato dal Comitato Tecnico Amministrativo del Provveditorato Interregionale OO.PP. Sicilia-Calabria ed ha completato una procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA per la quale è stata rilasciata la Determina di non assoggettabilità a VIA con D.G.V.A. del MATTM prot. n. DVA-2010-0024939 del 19/10/2010 (Cfr. Allegato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**).

Nelle more del reperimento del finanziamento necessario all'esecuzione dei lavori, fu portata a termine la redazione del nuovo Piano Regolatore Portuale di Palermo che ricomprendeva il Porto dell'Arenella.

Il nuovo Piano Regolatore Portuale eseguì la prevista procedura di Valutazione Ambientale Strategica regionale, per la quale fu emesso apposito D.A. 107/GAB del 29/03/2018 con parere motivato alla procedura integrata V.A.S. - V.Inc.A. "Porto di Palermo - Piano Regolatore Portuale" ai sensi dell'art. 16 del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (Cfr. Allegato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**).

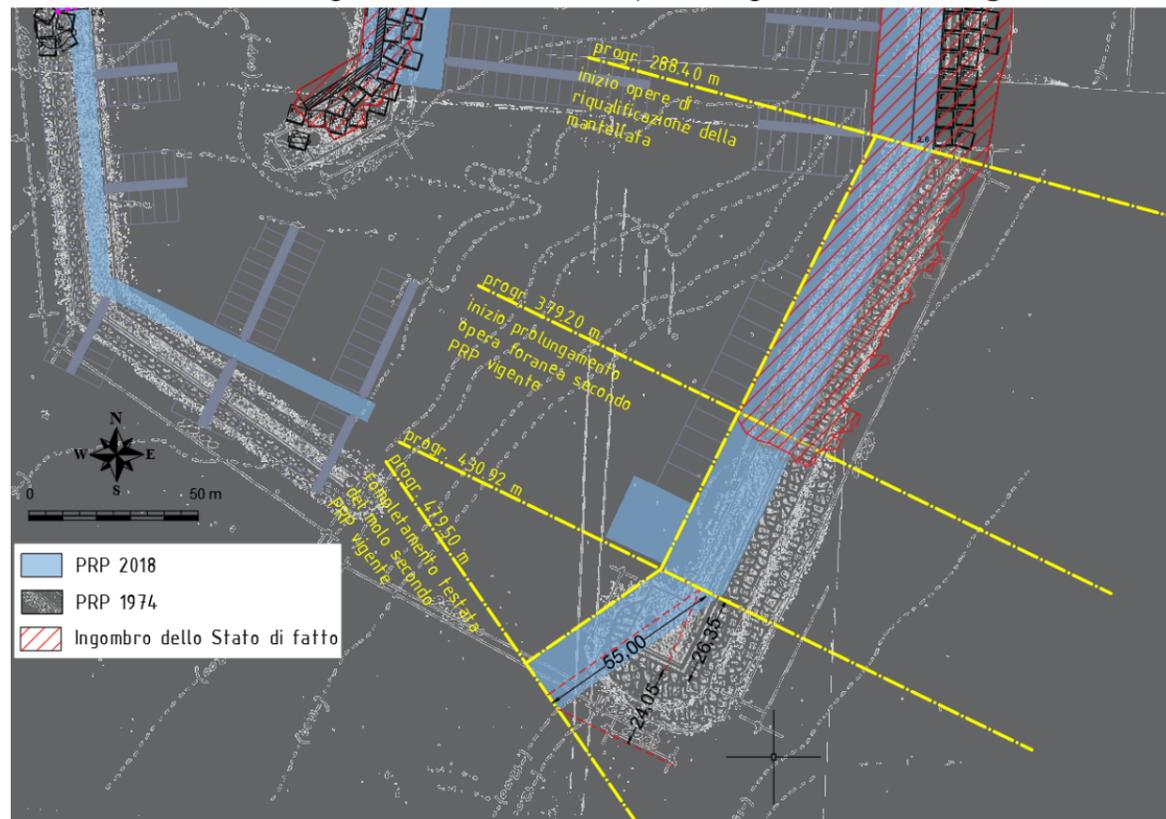


Figura 2-1: Sovrapposizione PRP 1974 - PRP 2018 - Stato di fatto

on è stata trovata. a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**), condizionato al rispetto delle prescrizioni ed osservazioni, oltre alle misure di mitigazione già previste nel PRP e fatte proprie nel parere n. 73/2018 della C.T.S. regionale.

Al suddetto Decreto seguì l'approvazione *ope legis* del PRP (art. 5, comma 3, Legge 84/94), sancita con il D.D.G. ARTA RS n. 100 del 30/07/2018 in conformità al parere del Consiglio Regionale dell'Urbanistica espresso con il voto n. 93 del 04 luglio 2018 (Cfr. Allegato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**).

Il nuovo PRP oltre a inserire il Porto dell'Arenella nell'ambito portuale del Porto di Palermo e a definire la destinazione funzionale, ha disegnato le opere foranee in modo leggermente diverso dal precedente PRP (Cfr. Figura 2-1). Questa leggera variazione, come dimostrato negli studi tecnici di supporto al PRP, migliora la protezione del bacino portuale anche al fine di ridurre l'agitazione residua sotto mareggiata, in modo maggiormente compatibile con la sancita funzione di porto turistico e da diporto.

### 2.2 La precedente determina di non assoggettabilità a VIA

Al solo fine di fornire una completa disamina delle procedure ambientali che hanno interessato il progetto di completamento del molo di sopraflutto del Porto dell'Arenella, occorre citare che il progetto definitivo dei lavori di completamento del molo foraneo del Porto dell'Arenella, secondo la configurazione di Piano Regolatore Portuale approvato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. con voto n.529 del 11.09.1974, ha completato una procedura di verifica di assoggettabilità alla VIA per la quale è stata rilasciata la Determina di non assoggettabilità a VIA con D.G.V.A. del MATTM prot. n. DVA-2010-0024939 del 19/10/2010 (Cfr. Allegato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**).

In modo analogo si erano concluse anche altre procedure di verifica di assoggettabilità che hanno interessato lo stesso Porto dell'Arenella, per i progetti:

- "Porto dell'Arenella completamento molo di sottoflutto e approdo", Provvedimento Direttoriale (Parere CTVIA) DSA-2009-0020954 del 03/08/2009, a seguito parere della CTVIA n. 300 del 25/06/2009.
- "Porto dell'Arenella completamento funzionale", Provvedimento Direttoriale (Parere CTVIA) DSA-2008-0010477 del 15/04/2008, a seguito parere della CTVIA del 17/03/2008.

### 2.3 Le fasi propedeutiche all'istanza di V.I.A.

Il tempo trascorso dalla precedente Determina di non assoggettabilità a VIA del 2010 e la modesta modificazione intervenuta nell'opera foranea per renderla aderente alle previsioni del PRP nel frattempo approvato hanno determinato l'AdSP a presentare una nuova istanza di verifica di assoggettabilità a VIA.

Con nota n. 8506 del 31/05/2022, assunta al prot. n. 74408/MITE del 14/06/2022, l'Autorità Portuale del Mare di Sicilia Occidentale ha quindi presentato istanza ai sensi dell'art. 19 del D. Lgs. n. 152/2006, integrata con la valutazione di incidenza e inviando l'apposita documentazione.

A seguito della procedura di legge, la Direzione Generale delle Valutazioni Ambientali del Ministero della Transizione Ecologica, ha emesso proprio Decreto n. 215 del 01/09/2022, in forza del parere negativo n. 545 del 5 agosto 2022 della Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS – Sottocommissione VIA, assunto al prot. n. 102535/MITE del 22 agosto 2022, costituito da n. 32 pagine che, allegato al decreto.

Il Decreto ha considerato che con il suddetto parere, la Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA/VAS, sulla base delle valutazioni condotte, ha accertato che "la

procedura di valutazione preliminare ("screening") delle incidenze del progetto riguardante il "Completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella" sul sito ITA020014 "Monte Pellegrino" deve essere aggiornata, e che lo stesso progetto debba essere sottoposto a procedimento di VIA, secondo le disposizioni di cui al Titolo III della parte seconda del D. Lgs. n. 152/2006";

Pertanto, il progetto "Completamento del Molo Foraneo del Porto dell'Arenella" è stato ritenuto da assoggettare alla procedura di VIA ai sensi dell'articolo 23 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e ss.mm.ii., integrata con Valutazione di Incidenza Ambientale.

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

INCARICATO DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**Ing. Giancarlo Inserra**  
Ingegneria Ambientale e Civile

### 3 IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Monitoraggio Ambientale rappresenta parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28 del D.Lgs. 152/2006, la funzione di strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA. Il monitoraggio è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Gli obiettivi del Monitoraggio Ambientale e le conseguenti attività che vanno programmate e adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio Ante Operam o monitoraggio dello scenario di base);
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in Corso d'Opera e Post Operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
  - i. verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
  - ii. individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti (alle autorità preposte ad eventuali controlli, al pubblico).

In tale logica, il PMA rappresenta un elaborato che, seppure con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (Ante Operam) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (Corso d'Opera e Post Operam).

Il PMA ha infatti per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per le quali, in coerenza con quanto documentato nello SIA, sono stati individuati impatti ambientali significativi generati dall'attuazione dell'opera.

Il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nel SIA (estensione dell'area geografica interessata e caratteristiche di sensibilità/criticità delle aree potenzialmente soggette ad impatti significativi; ordine di grandezza qualitativo e quantitativo, probabilità, durata, frequenza, reversibilità, complessità degli impatti); conseguentemente, l'attività di monitoraggio da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, etc.

#### 3.1 Obiettivi e struttura dell'elaborato

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale è previsto dall'Allegato XXI (art.3 dell'allegato) del D.Lgs.163/2006 e ss.mm.ii. (art.164) e fa parte degli elaborati del Progetto definitivo ed esecutivo.

Esclusivamente nell'ambito delle procedure VIA l'atto di indirizzo normativo cui fare riferimento per lo svolgimento del PMA è costituito dalle *Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale*, redatte dal MATTM (da cui è stato tratto il contenuto del paragrafo precedente).

Come è noto, il PMA di un progetto da realizzarsi è lo strumento atto a fornire la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione dell'opera: il Progetto di Monitoraggio Ambientale ha lo scopo, infatti, di effettuare una valutazione multidisciplinare della situazione ambientale e territoriale al fine di valutare le eventuali modificazioni e/o impatti sull'ambiente dovuti alla realizzazione e dell'esercizio dell'opera.

L'attività di monitoraggio si articola fondamentalmente in tre fasi:

- Ante Operam (che definisce lo stato di bianco, cioè la situazione esistente prima delle attività di realizzazione),
- Inter Operam (che verifica eventuali scostamenti verificatisi durante le attività rispetto alla fase Ante Operam),
- Post Operam (a conclusione delle operazioni di posa per verificare le ricadute sull'ambiente).

Il monitoraggio deve essere in grado di produrre dati che siano confrontabili con i criteri normativi concernenti le diverse Componenti Ambientali e che, allo stesso tempo, siano dotati di una risoluzione sufficiente per verificare se le variazioni misurate siano imputabili all'opera o siano indipendenti dalla sua realizzazione.

La progettazione del Piano di Monitoraggio Ambientale, in conformità a quanto previsto dalle citate Linee Guida, deve quindi seguire Obiettivi Generali di tipo informativo e di supporto ad una tempestiva ed efficace gestione ambientale delle attività, ed Obiettivi Specifici per quelle componenti ambientali risultate sensibili.

Il PMA è stato commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nel SIA e, di conseguenza, l'attività di monitoraggio programmata è stata adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti.

Il presente elaborato è stato suddiviso in capitoli relativi ai vari aspetti ambientali affrontati. Infine, come suggerito nelle già citate Linee Guida, i contenuti sono stati redatti con lo scopo di essere efficaci, chiari e sintetici e si è cercato il più possibile di evitare la duplicazione delle informazioni provenienti dal SIA, limitandosi a riportarne le conclusioni o i concetti chiave.

#### 3.2 Restituzione dei risultati dei monitoraggi

I risultati dei monitoraggi dovranno essere resi disponibili agli enti il prima possibile e, comunque, non oltre un mese dalla data di effettuazione delle singole attività di monitoraggio, le quali dovranno svolgersi in date preventivamente comunicate agli enti di controllo (ARPA) con un congruo anticipo, pari ad almeno due settimane.

#### 3.3 Riferimenti Normativi

Il quadro di riferimento disciplinare, riguardante i procedimenti di valutazione ambientale sono:

- ✓ la Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 27 giugno 2001 concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente (VAS);
- ✓ il D.Lgs. n. 152/2006;
- ✓ il Decreto Legislativo del 16/06/2017, n. 104 recante "Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati

- progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114", in considerazione degli aspetti di modifica e integrazione della disciplina VIA e VAS;
- ✓ il Decreto Legge del 6/11/2021, n. 152 recante "Disposizioni urgenti per l'attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e per la prevenzione delle infiltrazioni mafiose" in considerazione degli aspetti di modifica e integrazione della disciplina VAS;
  - ✓ il Decreto Legislativo 22/01/2004 n. 42 "Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, ai sensi dell'art. 10 della Legge 6 luglio 2002 n. 137";
  - ✓ la Legge 9 gennaio 2006, n. 14 "Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea sul paesaggio, fatta a Firenze il 20 ottobre 2000";
  - ✓ la Legge 29 aprile 2015, n. 57 "Ratifica ed esecuzione della Convenzione europea per la del patrimonio archeologico, fatta alla Valletta il 16 gennaio 1992" fatta alla Valletta il 16 gennaio 1992";
  - ✓ le Linee Guida Commissione Europea "Assessment of plans and projects significantly affecting Natura 2000 sites - Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC";
  - ✓ il Decreto del Presidente della Repubblica n. 357/1997 recante "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
  - ✓ le Linee Guida Nazionali per la Valutazione di incidenza (VInCA) - Direttiva 92/43/CEE "HABITAT" articolo 6, paragrafi 3 e 4 (Rep. atti n. 195/CSR) - "Intesa, ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della legge 5 giugno 2003, n. 131, tra il Governo, le regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano";
  - ✓ il Decreto del Presidente della Repubblica n. 120/2003 "Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
  - ✓ la Legge 28/01/1994, n. 84 "Riordino della legislazione in materia portuale" e successive modifiche Pubblicata nella Gazz. Uff. 4 febbraio 1994, n. 28, S.O.;
  - ✓ le Linee Guida ISPRA per la valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA) n.133/2016;
  - ✓ le Linee Guida per l'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella VAS della Commissione Europea-2013 (Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Strategic Environmental Assessment);
  - ✓ le Linee Guida "Attuazione della Direttiva 2001/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente- Commissione Europe-2003";
  - ✓ la "Carta Nazionale del Paesaggio Elementi per una Strategia per il paesaggio Italiano" MIBACT-2018.

### 3.4 Riferimento alla VAS del PRP

Come è stato anticipato nel Par. 2.1 a pag. 6 il progetto in esame ha nel suo quadro di riferimento il Piano Regolatore Portuale (PRP) vigente, l'approvato *ope legis* (art. 5, comma 3, Legge 84/94), con il D.D.G. ARTA RS n. 100 del 30/07/2018 in conformità al parere del Consiglio Regionale dell'Urbanistica espresso con il voto n. 93 del 04 luglio 2018 (Cfr. Allegato **Errore. L'origine r** **iferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**).

Il PRP eseguì la prevista procedura di Valutazione Ambientale Strategica regionale, per la quale fu emesso apposito D.A. 107/GAB del 29/03/2018 con parere motivato alla procedura integrata V.A.S. - V.Inc.A. "Porto di Palermo - Piano Regolatore Portuale" ai sensi dell'art. 16 del D.Lgs.

152/06 e ss.mm.ii. (Cfr. Allegato **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** a pag. **Errore. Il segnalibro non è definito.**), condizionato al rispetto delle prescrizioni ed osservazioni, oltre alle misure di mitigazione già previste nel PRP e fatte proprie nel parere n. 73/2018 della C.T.S. regionale.

In merito al monitoraggio, il provvedimento, indica testualmente quanto segue.

1. Al fine di prevenire eventuali impatti negativi delle opere esterne di prolungamento dei moli, l'Autorità Portuale di Palermo dovrà predisporre, nell'ambito della progettazione esecutiva, ed attuare, un Piano di monitoraggio esteso a tutta l'unità fisiografica, che dovrà porre l'attenzione sia al comparto biotico potenzialmente interessato dagli impatti dell'opera sia al comparto morfodinamico e di trasporto solido. Lo svolgimento del monitoraggio dovrà iniziare prima dell'inizio dei lavori, e dovrà proseguire durante la fase di cantiere e fino ad almeno 5 anni dal completamento dell'opera. La predisposizione e lo svolgimento del Piano dovrà seguire modalità e tempi da concordare con Arpa Sicilia. Lo stesso Piano dovrà tener conto di tutte le componenti biotiche. Il monitoraggio sarà finalizzato ad individuare eventuali alterazioni a breve e lungo termine sull'evoluzione della linea di costa e sugli ecosistemi marini costieri ed a mitigare gli stessi mediante adeguate azioni correttive da attuare in corso d'opera e in fase di esercizio, oltre a valutare l'impatto sul possibile mutamento delle correnti marine che potrebbero scaturire dall'esecuzione dei lavori riguardanti la matrice acqua. Il monitoraggio dovrà essere inviato con cadenza almeno semestrale, salvo diverse disposizioni concordate con Arpa Sicilia, sia all'Assessorato regionale del Territorio ed Ambiente che al MATTM.
2. Al fine di verificare lo stato di conservazione del posidonieto adiacente le opere, come identificato in tabella 12c degli allegati progettuali, durante i lavori della realizzazione dei moli, si dovrà procedere, a decorrere dalla fase ante operanti, a misurare i descrittori più importanti per lo stato di salute delle posidonie site nelle immediate vicinanze dell'area portuale anche se al di fuori della stessa. Si dovrà provvedere ad effettuare le analisi lepidocronologiche, e le eventuali indagini strumentali, in accordo con Arpa Sicilia. I risultati dovranno essere presentati al Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare e ad ARTA ai fini della valutazione per i prossimi 5 anni.
3. Occorrerà controllare l'andamento delle correnti e il trasporto di sedimenti sottili in sospensione dovuto al sistema idrodinamico caratterizzante il paraggio, con un monitoraggio da attuare per un periodo congruo prima dell'inizio dei lavori da concordare con l'ARPA Sicilia e da proseguire nella fase dei lavori che in quella della gestione del porto.
4. Il proponente dovrà comunicare, con preavviso di almeno sette giorni, alla Provincia di Palermo, all'ARPA, alla Sovrintendenza per i beni archeologici e alla Capitaneria di Porto di Palermo la data di inizio dei lavori previsti dal progetto, ai fini delle attività di controllo.
- ....
11. Prima dell'inizio dei lavori l'Autorità Portuale dovrà elaborare e attuare secondo modalità da concordare con l'ARPA un programma di Monitoraggio finalizzato alla verifica dello stato ambientale del porto, nella fase di cantiere e di quella di esercizio, con prelievi periodici delle acque del bacino e dei fanghi del fondale, sia nella zona della bocca del porto, sia nei pressi dei lavori in corso, prevedendo analisi chimiche, fisiche e microbiologiche, tese soprattutto a conoscere le concentrazioni dei principali inquinanti e i loro effetti; sulla base dei risultati del monitoraggio, che dovranno essere controllati da parte dell'ARPA, il proponente dovrà implementare gli strumenti di previsione/programmazione e gestione del porto
12. Prima dell'avvio dei lavori, si dovrà concordare con l'ARPA e attuare un programma di monitoraggio della qualità dell'aria nel perimetro periportuale interessato dal traffico del cantiere e dal traffico del porto, mediante almeno 2 campagne periodiche annuali, secondo le tempistiche e le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da stipularsi tra i suddetti soggetti; il monitoraggio dovrà essere orientato a rilevare per tutto il periodo di cantiere e per i due primi anni di gestione del porto i principali inquinanti da traffico veicolare e navale, tra cui almeno ossidi di azoto, monossido di carbonio, polveri sottili, ossidi di zolfo, PM10 (e simili) e benzene. In caso di rilievi di inquinanti che possono dare indicazione di un significativo peggioramento della qualità dell'aria, l'Autorità Portuale di Palermo dovrà concordare con il Comune di Palermo un piano gestionale alternativo.
13. Prima dell'avvio dei lavori, il proponente dovrà concordare con l'ARPA e attuare un programma di monitoraggio dei livelli acustici in area portuale e peri portuale, per la fase di

cantiere e per i primi due anni della fase di esercizio del porto, con oneri a suo carico, e secondo le tempistiche e le modalità tecniche e gestionali che verranno stabilite in base ad apposito accordo preventivo da stipularsi tra i suddetti soggetti; sulla base dei risultati dei monitoraggi dovranno essere stabilite eventuali misure di mitigazione degli impatti, come la limitazione delle lavorazioni di cantiere in prestabilite fasce orarie e la predisposizione di schermature mobili, nonché la riorganizzazione della mobilità urbana e di accesso al porto.

....

15. Tutti i risultati dei monitoraggi dovranno essere controllati dall'ARPA e resi pubblici nei siti web della Regione e dell'ARPA stessa.

....

21. Se durante il Monitoraggio dovesse rilevarsi il rischio antropogenico, soprattutto nelle aree a maggior rischio (Cantieristica, impianti di rifiuti e movimentazione sostanze pericolose e/o inquinanti), dovranno attivarsi immantinentemente le procedure necessarie.

Occorre specificare che il decreto attiene all'intero sistema portuale di Palermo, di cui il Porto dell'Arenella è uno dei componenti.

COMMITTENTE



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare di Sicilia Occidentale

INCARICATO DELLO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



**Ing. Giancarlo Inserra**  
Ingegneria Ambientale e Civile

## 4 COMPONENTE RUMORE

Il DPCM 14/11/97 in ottemperanza alla L 447/95 fissa valori limite assoluti di immissione delle sorgenti sonore.

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)" (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Le attività previste dalla fase di cantierizzazione sono piuttosto limitate sia nel tempo che nell'impiego di mezzi e macchinari.

Dall'osservazione dei risultati delle simulazioni del clima acustico svolte in fase di Studio preliminare ambientale si evince che l'impatto dato dallo svolgersi delle lavorazioni sarà contenuto e la presenza del cantiere non altererà sostanzialmente il clima acustico locale in corrispondenza della zona residenziale, ma solamente all'interno dell'area di cantiere e del porto dell'Arenella. Lo studio svolto ha evidenziato allo stesso tempo che il traffico indotto dai mezzi di cantiere potrebbe incrementare i livelli di rumorosità che già nella condizione *ante operam* superano i limiti di Legge.

Pertanto si prevede il monitoraggio della componente rumore, per verificare la bontà delle considerazioni espresse in precedenza e dettagliate nello Studio di Impatto Ambientale e, eventualmente, per ricorrere ad adeguate misure di riduzione dell'impatto ambientale nel caso in cui venissero superate le soglie di livello di rumore definite dalla normativa. Inoltre saranno garantite le misure di mitigazione tipiche delle cosiddette buone pratiche di cantiere.

### 4.1 Scopo del monitoraggio

Lo scopo dell'attività di monitoraggio del rumore riguarda la valutazione dell'impatto acustico generato dal rumore immesso dalle attività di cantiere. Il monitoraggio e il posizionamento dei punti di misura devono essere effettuati tenendo in considerazione la doppia natura delle sorgenti afferenti al cantiere (fisse e mobile – mezzi di trasporto per approvvigionamento materiali), considerando la stagionalità e le fasi lavorative.

Nello specifico sarà necessario:

- effettuare misure *ante operam* sia nella stagione invernale che in quella estiva (il traffico veicolare verso il mare aumenta).
- effettuare misure in Corso d'Opera, allo scopo di seguire l'evoluzione qualitativa della componente durante lo svolgimento dei lavori.

Le attività di monitoraggio avranno lo scopo di determinare il livello di rumore in corrispondenza dei ricettori individuati nello studio previsionale di impatto acustico con particolare rispetto nei confronti dei ricettori sensibili

### 4.2 Metodologia e posizionamento delle stazioni di monitoraggio

Assunti come "punto zero" di riferimento i livelli sonori *ante operam*, si procederà poi alla misurazione del clima acustico nella fase di svolgimento delle attività di cantiere.

Le misurazioni andranno eseguite secondo i criteri stabiliti dalle seguenti normative e linee guida:

- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- Regolamento di attuazione del piano di classificazione acustica del Comune di Palermo;
- D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447;
- "Linee Guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere" redatto dall'ISPRA nel 2013;
- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161".

L'esecuzione dei rilievi avverrà secondo le specifiche riportate nel D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" e sue eventuali successive modificazioni ed integrazioni. Le misure di monitoraggio acustico devono essere effettuate con fonometro mediatore integratore e analizzatore di spettro conforme alla Classe 1 di precisione, calibrato con calibratore di Classe 1, in accordo con le specifiche imposte dal D.M. 16 marzo 1998. Il microfono deve essere munito di cuffia antivento, protezione antipioggia e protezione antivolatili. Contemporaneamente all'acquisizione dei dati fonometrici devono essere monitorati per mezzo di un'apposita centralina meteorologica i parametri di velocità del vento e precipitazione di pioggia, che dovranno essere memorizzati per la successiva individuazione dei periodi di validità delle misure acustiche, secondo i criteri stabiliti dal D.M. 16 marzo 1998. Le misure dovranno essere condotte con la tecnica dell'integrazione continua nel tempo di riferimento diurno e comunque per un tempo di misura non inferiore a quello di attività del cantiere nel complesso. Nel caso di misure non presidiate le strumentazioni dovranno essere racchiuse in un apposito contenitore di protezione dagli agenti atmosferici e alimentate a batterie, o altra forma di alimentazione, in modo tale da garantire la continuità dell'intera misura.

Le misure dovranno essere effettuate e certificate da Tecnico Competente in Acustica Ambientale così come previsto dal D.Lgs. n. 42/2017 "Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico".

In particolare,

dovranno essere misurate e memorizzate mediante storia temporale le seguenti grandezze:

- LAeq, LAF, LAS, LAI, i valori minimi e massimi, i valori di picco, i valori spettrali in bande di terze di ottave, tutti con un tempo di logging non superiore a 500ms
- Individuazioni di Componenti Tonal;
- Individuazioni di Componenti Impulsive;
- Individuazione di Componenti a Bassa Frequenza;
- Andamenti temporali dei LAeq con a periodi di integrazione di 1 h;
- Livelli percentili L1/L10/L50/L90/L99 per ogni ora.

Oltre alla misurazione dei livelli di rumore, negli stessi punti di monitoraggio dovranno essere rilevati i principali parametri meteorologici:

- Pressione atmosferica (mBar);
- Temperatura dell'aria (°C);
- Umidità Relativa (%);
- Precipitazioni (mm);
- Velocità del Vento (Nodi).

Ai fini del presente studio, andrà prevista l'installazione di n.3 stazioni di monitoraggio per l'acquisizione del dato.

I punti di monitoraggio previsti ricadono in aree pubbliche facilmente accessibili. In Tabella 4-1 si riportano i codici e le coordinate delle stazioni di monitoraggio. Per maggior dettaglio si rimanda alla planimetria allegata.



Figura 2: Planimetria con ubicazione delle stazioni di monitoraggio componente rumore atmosferico

Tabella 4-1 Stazioni di monitoraggio componente rumore atmosferico

Stazioni di monitoraggio	Condizione	Coordinate punto	Tempo minimo di misura in continuo	Frequenza
RUM_01	AO e CO	38° 9'8.58"N, 13°22'27.93"E	7gg	AO: 2 volte CO: trimestrale
RUM_02	AO e CO	38° 8'59.41"N 13°22'21.42"E	8 ore	AO: 1 volta CO: trimestrale
RUM_03	AO e CO	38° 8'51.87"N 13°22'12.99"E	8 ore	AO: 1 volta CO: trimestrale

#### 4.2.1.1 Modello previsionale di impatto acustico

La valutazione degli impatti acustici previsionali, legati all'attività programmatica del PRP, sarà effettuata mediante utilizzo di software previsionale in grado di simulare l'emissione sonora nello stato di esercizio della nuova configurazione portuale. La valutazione dovrà fornire un'analisi del clima acustico cautelativa, qualitativa, mediante realizzazione di mappature acustiche. La valutazione dovrà essere redatta da tecnico competente in acustica ed eseguita secondo le linee guida e i dettami normativi vigenti.

### 4.3 Misure di mitigazione

In cantiere sarà importante mettere particolare cura nell'attuazione delle seguenti buone pratiche di cantiere:

- Programmare lo sfasamento temporale delle lavorazioni più rumorose;
- Spegnerne i motori nei casi di pause apprezzabili;
- Preferire l'utilizzo di strumentazioni e veicoli omologati, con emissioni rumorose rispettose delle normative nazionali ed europee, il più possibile moderni e rispettarne la manutenzione e il corretto funzionamento;
- Favorire il trasporto di materiale verso il cantiere con mezzi più piccoli che possono utilizzare una viabilità alternativa.

Inoltre non verranno eseguite lavorazioni notturne e le attività di cantiere si svolgeranno solamente durante le ore lavorative dei giorni feriali.

## 5 COMPONENTE ARIA ED EMISSIONI ATMOSFERICHE

Dall'osservazione dei risultati delle simulazioni delle emissioni atmosferiche svolte in fase di Studio di impatto ambientale si evince che l'impatto dato dallo svolgersi delle lavorazioni sarà trascurabile e la presenza del cantiere non incrementerà l'inquinamento atmosferico in corrispondenza della zona residenziale, ma solamente localmente all'interno dell'area di cantiere e dell'avamposto del porto dell'Arenella.

Purtuttavia, al fine di ben rappresentare le particolari condizioni topografiche dell'area (interfaccia terra-mare, edifici, ecc) dovrà essere condotto uno studio modellistico previsionale impiegando un modello non stazionario lagrangiano a valle di un'adeguata ricostruzione meteorologica e micrometeorologica sull'area, eseguita impiegando anche i dati di qualità dell'area acquisiti in fase Ante Operam.

In ambito nazionale, la normativa di riferimento in materia di qualità dell'aria è rappresentata dal D. Lgs.155/2010 e ss.mm.ii. Il Decreto stabilisce, tra l'altro:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10;
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto;
- i livelli di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto;
- 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;
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene.

Ai fini della caratterizzazione della qualità dell'aria ambiente ed emissioni in atmosfera, le tecniche di misurazione dei principali inquinanti "convenzionali" (*quelli per i quali la legislazione vigente, D. Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, stabilisce valori limite di concentrazione nell'aria ambiente per gli obiettivi di protezione della salute umana e della vegetazione*) sono stabilite dai metodi di riferimento o dai metodi equivalenti definiti nell'allegato VI del D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii.

Per gli inquinanti normati dal D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, le metodologie e i criteri di monitoraggio utilizzati per la valutazione della qualità dell'aria ambiente dovranno essere allineati agli obiettivi di qualità dei dati (Allegato I D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, che definisce gli obiettivi di qualità dei dati per misurazioni in siti fissi e per le misurazioni indicative) nel caso in cui il monitoraggio sia assimilabile (durata e posizionamento dei punti delle stazioni di misura) alle specificità definite nel D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, anche se con finalità necessariamente diverse dal medesimo Decreto. La conformità delle tecniche di monitoraggio ai requisiti stabiliti dal D.Lgs.155/2010 e ss.mm.ii in termini di strumentazione, metodiche e ubicazione su microscala consente di disporre di dati confrontabili con quelli registrati dalle stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria delle reti di misura presenti sul territorio nazionale.

### 5.1 Indagini da eseguire

Ad integrazione dei modelli, andrà condotto un monitoraggio ambientale dei principali inquinanti atmosferici. Le indagini saranno condotte secondo le specifiche previste dal D.lgs.155/2010, ed avranno come obiettivo finale la caratterizzazione della qualità nello stato Ante Opera e di valutare la qualità dell'aria durante la fase di cantiere (Corso d'Opera). Le analisi concernenti l'atmosfera saranno effettuate attraverso l'acquisizione dei dati di concentrazione di specie gassose e di materiale particolato.

Il monitoraggio sarà condotto tramite l'installazione di stazioni di monitoraggio ricadenti sia all'interno dell'area portuale che in prossimità dei recettori sensibili, con strumentazione automatica per l'acquisizione del dato. Le campagne potranno essere effettuate anche non simultaneamente sulle stazioni di monitoraggio e dovranno garantire un'acquisizione minima pari a 7 giorni consecutivi su 24 ore di osservazione giornaliera.

Di seguito si riporta la planimetria delle stazioni di monitoraggio proposte:

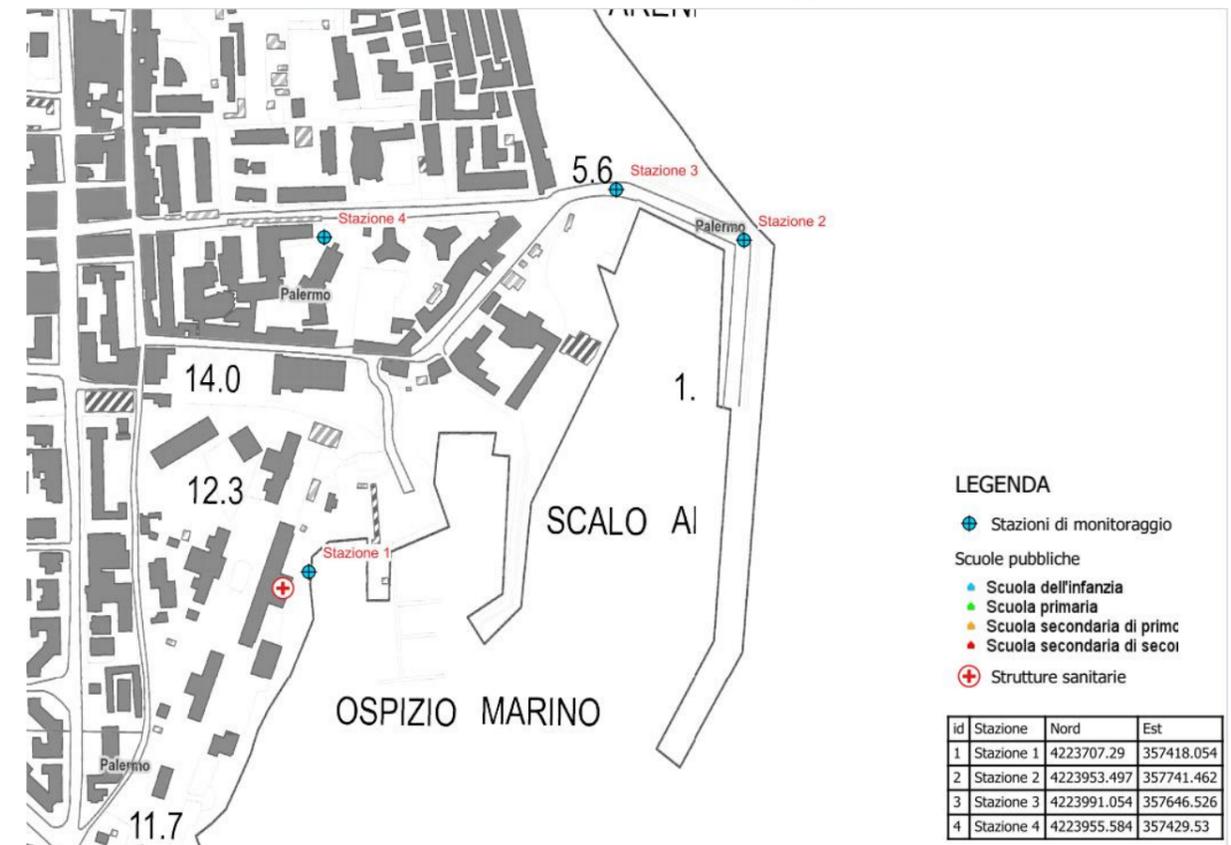


Figura 5-1: Individuazione delle stazioni di monitoraggio

Le analisi concernenti l'atmosfera saranno effettuate attraverso l'acquisizione dei dati di concentrazione di specie gassose e di materiale particolato. I principali inquinanti o famiglie di composti potenzialmente presenti all'emissione, che dovranno essere oggetto di quantificazione per la caratterizzazione della qualità dell'aria saranno:

Nr.	Parametri da Ricercare
1	CO
2	NOx
3	NO2
4	SO2
5	C6H6
6	PM 10
7	PM 2.5

<b>Metalli pesanti</b>	
<b>8</b>	Pb
<b>9</b>	As
<b>10</b>	Cd
<b>11</b>	Ni
<b>Inquinanti organici</b>	
<b>12</b>	Benzo(a)pyrene
<b>13</b>	Idrocarburi Totali

- Preferire l'utilizzo di strumentazioni, mezzi, attrezzature e veicoli omologati, con emissioni rispettose delle normative nazionali ed europee, il più possibile moderni e rispettarne la manutenzione e il corretto funzionamento.

Per le metodiche analitiche, i limiti ed i criteri di monitoraggio, si rimanda al D.lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.

Il rispetto dei criteri riportati nell'Allegato I del D.Lgs. 155/2010 permetterà di poter effettuare un efficace confronto dei dati raccolti con i limiti di legge.

#### 5.1.1 Parametri meteorologici

A corredo dell'analisi dei principali inquinanti atmosferici, andranno acquisiti anche i parametri meteorologici. Le variabili meteorologiche sono di fondamentale importanza in quanto:

- regolano la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e dispersi in aria (es. velocità del vento, flussi turbolenti di origine termica o meccanica) o sono depositati al suolo (rimozione da parte della pioggia).
- definiscono il volume in cui gli inquinanti si disperdono: l'altezza di rimescolamento, connessa alla quota della prima inversione termica, può essere identificata come la quota massima fino alla quale gli inquinanti si diluiscono;
- influenzano la velocità (e in alcuni casi la presenza) di alcune reazioni chimiche che determinano la formazione in atmosfera degli inquinanti secondari, quali ad esempio l'ozono (es. radiazione solare).

A tale scopo andranno acquisiti, in concomitanza con il monitoraggio dei parametri chimici (inquinanti), quello dei parametri meteorologici più significativi:

- velocità e direzione del vento;
- pressione atmosferica;
- temperature dell'aria;
- umidità relativa e assoluta;
- precipitazioni atmosferiche;
- radiazione solare globale e diffusa.

Le stazioni di rilevamento della qualità dell'aria dovranno essere pertanto adeguatamente equipaggiate per consentire il contemporaneo rilevamento in "situ" dei principali parametri meteo-climatici unitamente a quelli chimici.

#### 5.2 Misure di mitigazione

Nel corso di esecuzione dei lavori dovranno comunque essere garantite le misure di mitigazione tipiche delle cosiddette buone pratiche di cantiere, descritte nel paragrafo seguente.

In cantiere e lungo le strade pubbliche sarà importante mettere particolare cura nell'attuazione delle seguenti buone pratiche di cantiere:

- Lavaggio dei mezzi d'opera;
- Bagnatura dei materiali sciolti depositati in cantiere;
- Eventuale pulizia delle strade pubbliche a ridosso dell'area di cantiere;
- Spegnerne i motori nei casi di pause apprezzabili;

## 6 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

Al fine di valutare i potenziali impatti derivanti dal cantiere a terra, in prossimità di esso, saranno predisposte due stazioni di campionamento a terra per monitorare lo stato di qualità della falda. I pozzi di monitoraggio avranno una lunghezza pari a 10 metri e saranno allestiti a piezometro. Il materiale della tubazione del piezometro dovrà essere compatibile con la presenza di acque con alte concentrazioni in cloruri e con gli scopi e le finalità del campionamento ambientale, e pertanto che non si alteri nel tempo o che non influisca sulla qualità chimica delle acque.

Al termine dell'installazione, in tutti i piezometri si procederà allo sviluppo e allo spurgo mediante pompa sommersa a piccola portata o mediante "air lift". I piezometri dovranno essere completati in superficie, in funzione dell'ubicazione, con pozzetti carrabili in ghisa o con protezioni metalliche fuori terra. Per prevenire l'infiltrazione d'eventuale acqua superficiale, il boccapozzo dovrà essere chiuso con un tappo a tenuta provvisto di lucchetto.

Per ogni stazione di misura, nelle medesime frequenze del monitoraggio della colonna d'acqua, dovranno essere prelevati 2 campioni ritenuti rappresentativi del surnatante e delle acque profonde, attraverso l'impiego di una pompa sommersa a piccola portata.

I campioni opportunamente prelevati secondo i criteri e le specifiche del D.Lgs. 152/06 e dei manuali tecnici redatti dall'ISPRA relativamente ai campionamenti ambientali, saranno opportunamente preparati in sito ed inviati al laboratorio di prova, che eseguirà le analisi chimiche al fine di riscontrare superamenti dei livelli di CSC di tutti i parametri prescritti nell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/2006.

In dettaglio, dovranno essere condotte le seguenti analisi:

N°	SOSTANZE DA RICERCARE NELLE ACQUE DI FALDA	Valore limite (µ/l)
<b>Metalli</b>		
1	Alluminio	200
2	Antimonio	5
3	Argento	10
4	Arsenico	10
5	Berillio	4
6	Cadmio	5
7	Cobalto	50
8	Cromo totale	50
9	Cromo (VI)	5
10	Ferro	200
11	Mercurio	1
12	Nichel	20
13	Piombo	10
14	Rame	1000
15	Selenio	10
16	Manganese	50
17	Tallio	2
18	Zinco	3000
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>		
19	Boro	1000
20	Cianuri liberi	50
21	Fluoruri	1500
22	Nitriti	500
23	Solfati (mg/L)	250
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>		
24	Benzene	1

25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	para-Xilene	10
<b>POLICLICI AROMATICI</b>		
29	Benzo(a) antracene	0.1
30	Benzo (a) pirene	0.01
31	Benzo (b) fluorantene	0.1
32	Benzo (k,) fluorantene	0.05
33	Benzo (g, h, i) perilene	0.01
34	Crisene	5
35	Dibenzo (a, h) antracene	0.01
36	Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
37	Pirene	50
38	Sommatoria (31, 32, 33, 36 )	0.1
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>		
39	Clorometano	1.5
40	Triclorometano	0.15
41	Cloruro di Vinile	0.5
42	1,2-Dicloroetano	3
43	1,1 Dicloroetilene	0.05
44	Tricloroetilene	1.5
45	Tetracloroetilene	1.1
46	Esaclorobutadiene	0.15
47	Sommatoria organoalogenati	10
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>		
48	1,1 - Dicloroetano	810
49	1,2-Dicloroetilene	60
50	1,2-Dicloropropano	0.15
51	1,1,2 - Tricloroetano	0.2
52	1,2,3 - Tricloropropano	0.001
53	1,1,2,2, - Tetracloroetano	0.05
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>		
54	Tribromometano	0.3
55	1,2-Dibromoetano	0.001
56	Dibromoclorometano	0.13
57	Bromodiclorometano	0.17
<b>NITROBENZENI</b>		
58	Nitrobenzene	3.5
59	1,2 - Dinitrobenzene	15
60	1,3 - Dinitrobenzene	3.7
61	Cloronitrobenzeni (ognuno)	0.5
<b>CLOROBENZENI</b>		
62	Monoclorobenzene	40
63	1,2 Diclorobenzene	270
64	1,4 Diclorobenzene	0.5
65	1,2,4 Triclorobenzene	190
66	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	1.8
67	Pentaclorobenzene	5
68	Esaclorobenzene	0.01
<b>FENOLI E CLOROFENOLI</b>		
69	2-clorofenolo	180
70	2,4 Diclorofenolo	110
71	2,4,6 Triclorofenolo	5
72	Pentaclorofenolo	0.5
<b>AMMINE AROMATICHE</b>		
73	Anilina	10

74	Difenilamina	910
75	p-toluidina	0.35
	FITOFARMACI	
76	Alaclor	0.1
77	Aldrin	0.03
78	Atrazina	0.3
79	alfa - esacloroesano	0.1
80	beta - esacloroesano	0.1
81	Gamma - esacloroesano (lindano)	0.1
82	Clordano	0.1
83	DDD, DDT, DDE	0.1
84	Dieldrin	0.03
85	Endrin	0.1
86	Sommatoria fitofarmaci	0.5
DIOSSINE E FURANI		
87	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)	4 x 10-6
	ALTRE SOSTANZE	
88	PCB	0.01
89	Acrilammide	0.1
90	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
91	Acido para - ftalico	37000
92	Amianto (fibre A > 10 mm) (*)	da definire

Tabella 6-1: Parametri prescritti nell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/2006

## 7 COMPONENTE AMBIENTE MARINO

Data la tipologia di intervento, l'ambiente marino è sicuramente quello maggiormente soggetto a rischio di interferenze.

Pertanto è stato redatto un apposito approfondimento della società Biosurvey Srl i cui esiti sono riportati nel documento:

- PMA.02 - "Integrazione del Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per gli aspetti di biodiversità marina", Byosurvey srl (Rep. Scientifico Prof. S. Calvo), dicembre 2022

Allegato al presente Sia e al quale si rimanda.

Di seguito se ne riportano le indicazioni principali che interessano tre differenti matrici afferenti a tale ambiente:

- la colonna d'acqua,
- le biocenosi presenti ed in particolare:
  - la prateria di P. oceanica,
  - il macrozoobenthos,
- i sedimenti.

### 7.1 Stazioni di monitoraggio

in relazione alle caratteristiche ambientali dell'area e alle dimensioni dell'opera, ai fini della predisposizione del PMA sono state selezionate quattro stazioni di misura e prelievo di variabili fisiche, chimiche, biologiche e microbiologiche (Figura 7-1 e Tabella 7-1).



Figura 7-1: Rappresentazione grafica e localizzazione delle 4 stazioni di monitoraggio e dell'area potenzialmente interferita dal prolungamento del molo foraneo del porto dell'Arenella

In particolare, al fine di valutare il potenziale impatto del prolungamento del molo foraneo del porto dell'Arenella, sono state selezionate le stesse le stazioni (St\_1\_IMP, St\_2\_IMP, St\_3\_IMP) che sono state oggetto di una indagine finalizzata a caratterizzare e qualificare la prateria di P. oceanica presente nei fondali tra le aree portuali di Arenella e Acquisanta; invece la stazione di controllo (St\_4\_CTR) è stata individuata su un fondale colonizzato da una prateria di P. oceanica su matte a circa 4 km a nord dal porto dell'Arenella, tra la ex discarica di Vergine Maria e P.ta di Priola (Figura 7-1).

Tabella 7-1: Coordinate delle stazioni di misura e prelievo

Stazione	Profondità	Latitudine	Longitudine	Coordinate UTM 33 S	
St_1_IMP	12,0	38° 08'51.02"N	13°22'28.20"E	357567.13 m E	4223429.55 m N
St_2_IMP	12,6	38° 08'48.36"N	13°22'27.22"E	357542.99 m E	4223348.24 m N
St_3_IMP	14,0	38°0 8'44.36"N	13°22'26.57"E	357524.18 m E	4223225.36 m N
St_4_CTR	13,0	38°11'16.88"N	13°22'10.95"E	357226.39 m E	4227932.80 m N
St_5_IMP	4,0	38°09'07.07"N	13°22'33.04"E	357693.68 m E	4223922.22 m N

### 7.2 Monitoraggio della colonna d'acqua

Con la finalità di monitorare lo stato del corpo idrico potenzialmente interessato dalle attività connesse al prolungamento del molo foraneo del Porto Dell'Arenella, saranno effettuate misure lungo un profilo verticale mediante sonda multiparametrica dei principali parametri fisico chimici e biologici, misure di trasparenza al disco di Secchi e prelievo di campioni di acqua per le analisi di laboratorio nelle quattro stazioni riportate in Figura 7-1 e Tabella 7-1.

In ogni stazione saranno effettuate le seguenti misure e prelievi:

- Misure *in situ* dei principali parametri fisico-chimici (temperatura, pH, conducibilità, salinità, O.D., Eh, torbidità), biologici (clorofilla "a") lungo la colonna d'acqua.
- Misure di trasparenza al disco di Secchi.
- Prelievo di campioni sub-superficiali per la misura in laboratorio dell'azoto minerale disciolto (N-NO3 + N-NO2 + N-NH3), dei Solidi Sospesi Totali (SST), del fosforo totale e dell'azoto totale.
- Prelievo di campioni sub-superficiali per la stima dei principali parametri igienico-sanitari (Escherichia coli, Enterococchi intestinali e Coliformi totali).
- Prelievo di campioni sub-superficiali per analisi di Idrocarburi C>12, MTBE (Metil-t-butil etere), TBT (Tributilstagno), Metalli pesanti e Idrocarburi Policiclici Aromatici.

La Tabella 7-2 riporta i parametri da misurare e analizzare nella colonna d'acqua.

Tabella 7-2: Parametri relativi alla colonna d'acqua da misurare in campo e analizzare in laboratorio

Set parametri nelle acque	
Parametro	Determinazione
Temperatura	in campo
pH	in campo
Salinità	in campo
Conducibilità	in campo
Ossigeno disciolto [mg/l]	in campo
Ossigeno disciolto [%]	in campo
Potenziale Redox	in campo
Torbidità	in campo
Trasparenza disco Secchi	in campo
Clorofilla-a	in campo/laboratorio
Solidi Sospesi Totali	in laboratorio
Nitriti	in laboratorio
Nitrati	in laboratorio
Azoto ammoniacale	in laboratorio
Azoto totale	in laboratorio
Fosforo totale	in laboratorio
Idrocarburi C>12	in laboratorio
MTBE (Metil-t-butil etere)	in laboratorio
TBT (Tributilstagno)	in laboratorio
METALLI	
Antimonio	in laboratorio
Manganese	in laboratorio
Cobalto	in laboratorio
Tallio	in laboratorio
Vanadio	in laboratorio
Arsenico	in laboratorio
Cadmio	in laboratorio
Cromo Totale	in laboratorio
Mercurio e composti	in laboratorio
Nichel	in laboratorio
Piombo	in laboratorio
Rame	in laboratorio
Zinco	in laboratorio
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	
Naphthalene	in laboratorio
Acenaphthylene	in laboratorio
Acenaphthene	in laboratorio
Fluorene	in laboratorio
Phenanthrene	in laboratorio
Anthracene	in laboratorio
Fluoranthene	in laboratorio
Pyrene	in laboratorio
Benz[a]anthracene	in laboratorio
Chrysene	in laboratorio
Benzo[b]fluoranthene	in laboratorio
Benzo[k]fluoranthene	in laboratorio
Benzo[e]pyrene	in laboratorio
Benzo[a]pyrene	in laboratorio
Dibenzo[a,l]pyrene	in laboratorio
Dibenzo[a,e]pyrene	in laboratorio
Dibenzo[a,i]pyrene	in laboratorio
Indeno[1,2,3-cd]pyrene	in laboratorio
Dibenz[a,h]anthracene	in laboratorio
Dibenzo[a,h]pyrene	in laboratorio
Benzo[ghi]perylene	in laboratorio
Sommatoria	in laboratorio

costiere (Indice Trofico TRIX) e di valutare attraverso un Indice di Torbidità (TRBIX) il contributo delle biomasse e del particolato minerale alla trasparenza dell'acqua (Vollenweider et al., 1989). In particolare, l'indice TRIX è una combinazione lineare di indicatori ambientali quali il fosforo totale, l'azoto minerale disciolto, la clorofilla "a" e l'ossigeno disciolto che rappresentano fattori nutrizionali, disponibili e/o direttamente espressione di produttività. L'impiego del TRIX, integrando nell'indice più fattori, consente;

- di ridurre la complessità dei sistemi marini costieri;
- di conseguire un giudizio più oggettivo delle condizioni trofiche dei corpi idrici esaminati;
- di discriminare tra differenti situazioni spazio-temporali, rendendo possibile un confronto quantitativo.

L'Indice Trofico TRIX si calcola con la seguente formula:

$$TRIX = \frac{\log_{10}(Chl \cdot |100 - O_2\%| \cdot N \cdot P) + a}{b}$$

dove:

Cha (mg/m3) = clorofilla "a"

O.D. (%) = [100 - O.D.%] (espresso in valore assoluto come deviazione dalla saturazione)

N (mg/m3) = Azoto minerale disciolto (N-NO3 + N-NO2 + N-NH3)

P (mg/m3) = Fosforo totale

a = 1,5

b = 1,2

I valori di tale indice discriminano 4 classi e risultano compresi tra 0 (oligotrofia) e 10 (eutrofia) secondo Vollenweider et al. (1989), sebbene vada rilevato che nella maggioranza dei casi i valori vanno tra 2 e 8, come peraltro prevede il D. Lgs. 152/99. Nella Tabella 6-3 sono riportate la classificazione e le condizioni delle acque marine costiere in base alla scala trofica secondo Vollenweider et al. (1989) e secondo il D.Lgs. n.152 dell'11 maggio 1999.

Al fine di qualificare sotto l'aspetto trofico l'ambiente marino saranno utilizzati degli indici, ottenuti da una combinazione lineare di fattori, che consentono di ordinare in classi di trofia le acque

SCALA TROFICA	STATO	CONDIZIONI
2-4	Elevato	Acque scarsamente produttive Livello di trofia basso Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di ipossie/anossie
4-5	Buono	Acque moderatamente produttive Livello di trofia medio Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie
5-6	Mediocre	Acque molto produttive Livello di trofia elevato Scarsa trasparenza delle acque Anomali colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie Stato di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
6-8	Scadente	Acque fortemente produttive Livello di trofia molto elevato Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie Morte di organismi Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura

Classe	TRIX	Trofia
1	0-3,9	Bassa
2	4-4,8	Media
3	4,9-5,6	Elevata
4	5,7-10	Molto elevata

Secondo Vollenweider et al. (1989)

Classe	TRIX	Stato
1	2 - 4	ELEVATO
2	4 - 5	BUONO
3	5 - 6	MEDIOCRE
4	6 - 8	SCADENTE

Secondo il D.Lgs. 152/99

Tabella 7-3: Classificazione delle acque marine costiere in base all'Indice trofico TRIX (Allegato 1 – D. Lgs. 152/99).

La qualità dell'ecosistema marino sarà ulteriormente valutata attraverso un apposito Indice di Torbidità (TRBIX = Turbidity Index) elaborato da Vollenweider et al. (1989). È noto che la trasparenza negli ecosistemi acquatici è la risultante di almeno tre componenti che determinano l'attenuazione della intensità luminosa lungo il gradiente di profondità ed i processi di "scattering":

- le sostanze organiche disciolte come ad esempio gli acidi umici;
- la biomassa;
- la torbidità dovuta al particolato minerale.

Si può assumere che, eccetto particolari situazioni, le sostanze organiche disciolte non contribuiscono, a breve scala temporale, alla variabilità della trasparenza delle acque marine; questa è pertanto determinata essenzialmente dalla biomassa fitoplanctonica e dal particolato inorganico minerale in sospensione.

Se l'assorbimento della luce lungo la colonna d'acqua è dovuto principalmente alla biomassa, allora le acque, a qualsiasi grado di trasparenza, sono "biomasse sature"; per cui esiste una relazione tra la trasparenza espressa come profondità di Disco Secchi e il massimo possibile della biomassa.

Se è presente una torbidità di carattere minerale allora le acque possono essere "biomasse sature" e le concentrazioni di queste biomasse sono al di sotto di questo potenziale.

È stata ricavata una semplice relazione tra clorofilla e trasparenza sotto condizioni di saturazione ottica in termini di clorofilla "a":

$$TRSP(p) = 30/CHL^a \cdot a^{(0,7)}$$

Range di variabilità:

Clorofilla da 0,2 a 300 mg/m<sup>3</sup>

Trasparenza da 48 a 0,3 m

La relazione Torbidità/Clorofilla (TRBR = Turbidity Ratio) è definita dal rapporto tra la trasparenza potenziale (TRSP(p)) e la trasparenza attuale (TRSP(a)) misurata con disco di Secchi:

$$TRBR = TRSP(p) / TRSP(a)$$

L'Indice di Torbidità (TRBIX) è calcolato come logaritmo in base 2 del TRBR

$$TRBIX = \text{Log}_2 (TRBR)$$

I valori ottenibili dal calcolo del TRBIX ed i relativi giudizi sintetici sono di schematizzati seguito:

TRBIX = 0 le acque sono otticamente biosaturate riguardo la clorofilla

TRBIX = 1 il contributo della clorofilla e del particolato inorganico risulta equivalente

TRBIX = 2 la clorofilla contribuisce per 1/4

TRBIX = 3 la clorofilla contribuisce per 1/8

TRBIX = 4 la clorofilla contribuisce per 1/16

### 7.3 Monitoraggio della prateria di *P. oceanica*

Il monitoraggio sulla prateria di *P. oceanica* sarà svolto nelle quattro stazioni riportate in Figura 7-1 e Tabella . La strategia di monitoraggio proposta si sviluppa a partire e in coerenza con le indicazioni di cui alle "Specifiche per il piano di monitoraggio relativo alle praterie di *P. oceanica*" (ICRAM -APAT), e tiene conto della più recente e qualificata letteratura scientifica sul tema. In particolare, nelle stazioni di *P. oceanica* il campionamento prevede di seguire una metodologia gerarchica secondo lo schema riportato in Figura 7-2.

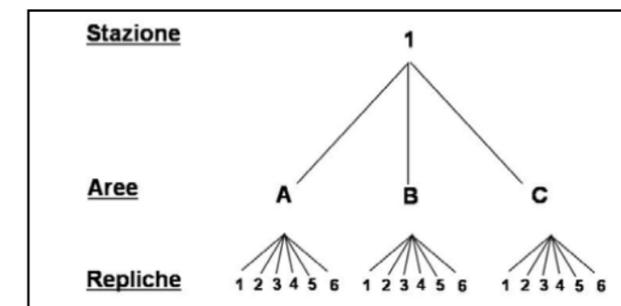


Figura 7-2: Schema di una strategia di campionamento gerarchica

La strategia di campionamento gerarchica consente di avere una confidenza statistica elevata e di ridurre la probabilità di includere errori di interpretazione dei dati dovuti alla variabilità naturale della prateria.

In particolare, la strategia prevista per ciascuna delle stazioni, include per ogni stazione la definizione di 3 aree di circa 400 m<sup>2</sup> secondo lo schema riportato in Figura 7-3.

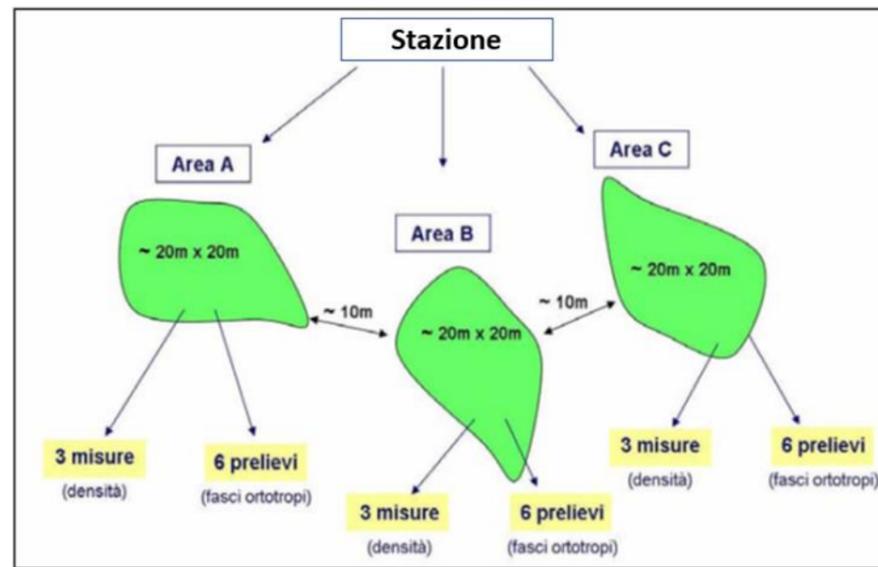


Figura 7-3: Strategia di campionamento gerarchica, proposta per il monitoraggio di *P. oceanica*

In ciascuna delle aree riportate, al fine di uniformare le metodiche di campionamento e di analisi dei dati il piano di campionamento, si segue lo schema descritto in Figura 7-2 dove, per ogni stazione, saranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità;
- repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

Le repliche all'interno di ogni area saranno effettuate a distanza di almeno 1,0m – 1,5m l'una dall'altra. In totale, quindi, in corrispondenza di ciascuna stazione saranno effettuate 9 misure di densità e prelevati 18 fasci ortotropi.

### 7.3.1 Descrittori strutturali

In ogni stazione, oltre alle misure e i prelievi di cui sopra, saranno effettuate delle stime relative a:

- Ricoprimento della prateria;
- Tipologia del substrato;
- Continuità della prateria;
- Percentuale di copertura a *matte* morta;
- Percentuale di copertura di specie algali autoctone e alloctone appartenenti al genere *Caulerpa*;
- Percentuale di copertura di *Cymodocea nodosa*.

Parametro	AREA A	AREA B	AREA C
Continuità della prateria	<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua	<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua	<input type="checkbox"/> Continua <input type="checkbox"/> Discontinua
Ricoprimento % <i>matte</i> morta			
Ricoprimento % <i>P. oceanica</i> viva			
Ricoprimento % <i>Caulerpa cylindracea</i>			
Ricoprimento % <i>Cymodocea nodosa</i>			
Tipo di substrato	<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> <i>Matte</i>	<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> <i>Matte</i>	<input type="checkbox"/> Roccia <input type="checkbox"/> Sabbia <input type="checkbox"/> <i>Matte</i>
Fonti di disturbo evidenti	<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza	<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza	<input type="checkbox"/> Presenza <input type="checkbox"/> Assenza
Composizione prateria	<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista	<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista	<input type="checkbox"/> Pura <input type="checkbox"/> Mista
Presenza alghe alloctone	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe	<input type="checkbox"/> <i>C. cylindracea</i> <input type="checkbox"/> <i>C. taxifolia</i> <input type="checkbox"/> Entrambe
Densità dei fasci fogliari Numero fasci / quadrato 50*50			

Osservazioni:

La stima della densità sarà effettuata mediante conta in situ dei fascicoli fogliari in quadrati di 50 cm di lato all'interno della prateria di *P. oceanica*. Tale conta sarà replicata 9 volte per stazione ed i risultati saranno estrapolati ad 1 m<sup>2</sup> (Panayotidis et al., 1981).

Tra i criteri di classificazione basati sulla densità e riportati in letteratura, sarà utilizzato sia quello indicato da Giraud (1977) che quello proposto da Pergent et al. (1995); quest'ultimo tiene conto della variazione della densità lungo il gradiente batimetrico.

### 7.3.2 Fenologia

L'analisi della biometria fogliare permetterà di ottenere i seguenti parametri di base:

- lunghezza base;
- lunghezza totale;
- lunghezza tessuto bruno;
- larghezza tessuto bruno;
- foglie con apici erosi;
- numero di foglie adulte, intermedie e giovanili.

Dai parametri di base saranno derivati i seguenti indicatori e indici:

- numero medio di foglie per fascio;
- fenomeni di necrosi (annerimenti, marciumi, ecc.) e grazing sulla lamina fogliare, stimandone l'ampiezza per poi rapportarla alla superficie fogliare;
- indice fogliare (L.A.I - Leaf Area Index) ovvero la superficie fogliare fotosinteticamente attiva espressa in metri quadri di superficie fogliare funzionale (viva) presenti in un metro quadro di prateria;
- coefficiente 'A' (percentuale di apici rotti sul numero totale di foglie, indice di stress idrodinamico)
- Altezza della prateria derivata della foglia più lunga.

### 7.3.3 Indici ecologici

Sulla base dei dati e delle informazioni acquisite sono stati calcolati i seguenti indici ecologici:

- 1) L'Indice PREI che valuta lo Stato Ecologico attraverso il Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) ai sensi del D.M. 260/2010

La metodologia PREI per il calcolo dell'EQB (Elementi di Qualità Biologica) di *P. oceanica* verrà valutata in tutte le stazioni esaminate. Tale indice include il calcolo di cinque descrittori:

- la densità della prateria (fasci \* m<sup>-2</sup>);
- la superficie fogliare fascio, (cm<sup>2</sup> \* fascio<sup>-1</sup>);
- il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg \* fascio<sup>-1</sup>) e la biomassa fogliare fascio (mg \* fascio<sup>-1</sup>);
- la profondità del limite inferiore;
- la tipologia del limite inferiore.

La densità della prateria, la superficie fogliare fascio ed il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati normalmente alla profondità standard di -15 m, su substrato sabbia o matte; nel caso specifico delle praterie oggetto d'indagine del presente rapporto, si localizzano principalmente su substrato misto (matte e sabbia) e presentano un limite inferiore netto su sabbia alla profondità massima di -20m.

- 2) L'**Indice di Conservazione (I.C.)** che fornisce una misura della quantità di matte morta presente all'interno di una prateria e si calcola e stima secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Moreno et al., 2001, Montefalcone, 2009):

$$I.C. = L/(L+D)$$

dove:

L= % *P. oceanica* viva e D= % matte morta

- 3) L'**Indice di Sostituzione (I.S.)** che quantifica il grado di sostituzione di una prateria invasa da uno dei potenziali sostituti ed è calcolato e stimato secondo la formula e la scala di giudizi di seguito indicata (Montefalcone, 2009):

$$I.S. = Cn/(Po+Cn)$$

dove:

Cn= % *C. nodosa* e Po= % *P. oceanica*

- 4) L'**Indice di Cambiamento di Fase (Phase-Shift Index – P.S.I.)** che considera sinotticamente sia lo stato di conservazione della prateria sia la gerarchia dei sostituti, per identificare e misurare l'intensità del cambiamento di fase che si verifica in un ecosistema a fanerogame (Montefalcone et al., 2007).

Il P.S.I. è calcolato attraverso la formula:

$$PSI = ((D/(P+D) \times 1) + (Cn/(P+Cn) \times 2) + (Cp/(P+Cp) \times 3) + (Ct/(P+Ct) \times 4) + (Cr/(P+Cr) \times 5)) / 6$$

dove D è la percentuale di matte morta, P quella di *P. oceanica* viva, Cn di *Cymodocea nodosa*, Cp di *Caulerpa prolifera*, Ct di *Caulerpa taxifolia* e Cr la percentuale di *Caulerpa cylindracea*.

#### 7.3.4 Comunità epifitica delle foglie

In ogni stazione di *Posidonia* saranno prelevati cinque fasci ortotropi e conservati in acqua di mare e formalina al 4% per le osservazioni in laboratorio.

Per l'analisi quali-quantitativa della comunità epifita delle foglie, si procederà all'osservazione, mediante stereo- e microscopio, delle due foglie esterne di ciascuno dei cinque fasci (Buia et al., 2004). In particolare, sarà esaminata la parte più vecchia (i primi 10 cm a partire dall'apice) della pagina interna delle foglie perché considerata più colonizzata rispetto a quella esterna (Casola

e Scardi, 1989; Alcoverro et al., 2004). I dati relativi alle due foglie di ogni fascio saranno mediati per fornire delle repliche nelle analisi (Balata et al., 2008).

Gli epifiti macroalgali e animali saranno identificati a livello di specie o genere e la loro abbondanza sarà valutata come proiezione ortogonale rispetto alla superficie della foglia. I valori di abbondanza saranno espressi in termini di percentuale di ricoprimento. Il ricoprimento percentuale delle alghe incrostanti sarà misurato dopo la rimozione delle specie erette che si sviluppano sopra di esse.

Gli epifiti macroalgali saranno suddivisi nei seguenti gruppi morfologici: filamentose, incrostanti calcificate, incrostanti non calcificate, corticate erette, fogliose, articolate calcaree) secondo Steneck e Dethier (1994).

#### 7.3.5 Balisage

Al fine di monitorare la dinamica della prateria ed evidenziare nel medio e lungo periodo la presenza di fenomeni regressivi conseguenti alle attività svolte, saranno collocati dei balise vicino ai margini della prateria potenzialmente interessata dal prolungamento del molo foraneo del Porto Dell'Arenella. Nel complesso saranno posizionati 3 balise in ognuna delle tre stazioni considerate potenzialmente impattate (St\_1\_IMP, St\_2\_IMP e St\_3\_IMP). Per ogni balise saranno rilevati i seguenti dati:

- profondità;
- distanza del balise dal limite della prateria;
- tipologia del substrato di impianto (sabbia, matte, roccia);
- verifica dello stato di continuità della prateria;
- stima del ricoprimento della prateria, della matte morta, di *Cymodocea nodosa* e di alghe alloctone.

#### 7.3.6 Fotomosaico del fondale

In corrispondenza dei balise saranno effettuati rilievi fotogrammetrici al fine di ottenere una immagine ad altissima risoluzione, che consentirà di stimare con elevata precisione (Rende et al., 2022) le superfici occupate dalla prateria di *P. oceanica*, nelle fasi ante operam, di cantiere (durante) e di esercizio (post operam).

I fotogrammi ottenuti dal rilievo fotogrammetrico, elaborati con apposito software, generano un mosaico fotografico che potrà consentire di estrarre informazioni sulla evoluzione della distribuzione temporale della prateria di *P. oceanica* in corrispondenza dei balise.

Dal confronto e sovrapposizione di fotomosaici realizzati in momenti temporali differenti sarà possibile con precisione valutare ulteriormente le eventuali variazioni nella distribuzione della prateria di *Posidonia*, correlate ai lavori in corso d'opera e di esercizio del prolungamento del molo foraneo del Porto dell'Arenella (Palermo).

#### 7.4 Monitoraggio del macrozoobenthos

La comunità macrozoobentonica è costituita, per definizione, da animali bentonici - ovvero che vivono sui fondali marini o in prossimità degli stessi - che raggiungono dimensioni maggiori di 1 mm. Nelle aree marine caratterizzate da fondali "mobili" (fondi sedimentari), che sono i più diffusi nella totalità dei mari e degli oceani, il macrozoobenthos rappresenta il comparto biotico - parte dell'intera comunità presente - maggiormente impiegato nell'ambito delle indagini volte a valutare la risposta delle comunità a differenti tipi di impatto ambientale.

Il macrozoobenthos di fondo mobile è generalmente dominato, in termini di abbondanza, da anellidi policheti, seguiti da molluschi bivalvi, crostacei anfipodi e decapodi ed echinodermi di dimensioni superiori a 0,5 mm, o comunque in grado di essere trattenuti da setacci di tali

dimensioni (il limite minimo di 0,5 mm per il macrozoobenthos non è comunque generalizzato ed alcuni autori ritengono più adatto un valore di 1 mm).

Secondo quanto prescritto dalla direttiva 2000/60/CE, recepita con il D.Lgs. 152/06 e attuata tramite il D.M. 260/2010, ai fini della classificazione dello Stato di Qualità Ambientale delle acque marine costiere vengono indagati una serie di elementi biologici, fisico-chimici, chimici e idromorfologici; in particolare uno degli Elementi di Qualità Biologica (EQB) presi in considerazione è rappresentato dai macroinvertebrati bentonici di fondo molle.

Per l'EQB Macroinvertebrati bentonici si applica l'**Indice M-AMBI** (Multimetric-AZTI Marine Biotic Index), che utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata ed è in grado di riassumere la complessità delle comunità di fondo mobile, permettendo una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.

L'M-AMBI (Muxika et al., 2005; 2012) include il calcolo dell'AMBI (Borja et al., 2000), dell'Indice di diversità H' di Shannon-Wiener (1949) ed il numero di specie (S):

$$AMBI = [(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)]/100$$

GI: specie sensibili GII: specie sensibili/tolleranti GIII: specie tolleranti GIV: specie opportuniste (secondo ordine) GV: specie opportuniste (primo ordine)  $s H' = - \sum (pi)(\log_2 pi) i=1$  dove pi = frequenza numerica della specie i-esima rispetto al totale degli individui = ni/N; s = numero totale di specie presenti in ogni stazione

Il valore dell'indice M-AMBI varia tra 0 e 1, e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) richiesto dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE; esso utilizza una lista di riferimento per la suddivisione degli organismi in 5 gruppi ecologici, in relazione a diversi gradi di tolleranza ad un progressivo incremento di stress.

Il valore viene calcolato mediante l'utilizzo di un apposito software (AZTI Marine Biotic Index), che tiene conto della lista specie e del relativo gruppo ecologico di appartenenza.

La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata. Per il calcolo dell'indice è necessario l'utilizzo di un software gratuito (AZTI Marine Biotic Index - New Version AMBI 4.1) da applicarsi con l'ultimo aggiornamento già disponibile della lista delle specie.

Macrotipo	Valori di riferimento			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
3	0,5	4	30	0,81	0,61

Tabella 7-5: Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI (Tab. 4.3.1/b D.M. 260/2010).

In ogni stazione saranno effettuate tre distinte repliche di campionamento, ognuna rappresentata dal prelievo di sedimento dal fondale effettuato in immersione o tramite benna Van Veen - con una superficie di presa di circa 0,1 m<sup>2</sup>.

I campioni prelevati, una volta a bordo, saranno sottoposti a setacciatura per eliminare dagli stessi, per quanto possibile, il sedimento e raccogliere gli organismi animali delle dimensioni superiori a 1 mm. Il materiale rimanente nel setaccio sarà trasferito in appropriati contenitori in plastica, ognuno dei quali provvisto di un'etichetta contenente le informazioni relative al campionamento d'origine (data di prelievo, codice della stazione, numero della replica). All'interno di ognuno di tali contenitori gli organismi, del macrozoobenthos riscontrati nei campioni saranno fissati in soluzione.

## 7.5 Monitoraggio dei sedimenti

Lo studio delle caratteristiche chimiche e fisiche dei sedimenti riveste una notevole importanza nella valutazione della qualità dell'ambiente marino, poiché considerazioni circa l'origine e l'estensione dell'inquinamento di un'area marina possono essere desunte dalla ricerca di contaminanti in questa matrice. I sedimenti, infatti, costituiscono un settore altamente rappresentativo dello stato di contaminazione dell'ambiente marino, in quanto memoria rispetto a fenomeni pregressi e in grado di svolgere un'importante azione come veicolo di trasporto diretto degli inquinanti e come un serbatoio transitorio e/o definitivo degli stessi. Nelle stesse stazioni di misura e controllo del macrozoobenthos e con le medesime modalità di campionamento saranno raccolti campioni di sedimento per analisi dei parametri di seguito riportati in Tabella 7-4.

Tabella 7-4: Parametri fisici e chimici e test di tossicità da analizzare nei sedimenti

Set parametri nei sedimenti		
METALLI		
Arsenico	Mercurio	Rame
Cadmio	Nichel	Vanadio
Cromo Totale	Piombo	Zinco
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)		
Acenaftilene	Benzo(b)fluorantene	Pirene
Benzo(a)antracene	Benzo(k)fluorantene	Dibenzo(a,h)antracene
Fluorantene	Benzo(g,h,i)perilene	Crisene
Naftalene	Acenaftene	Indeno(1,2,3,c-d)pirene
Antracene	Fluorene	Sommatoria IPA
Benzo(a)pirene	Fenantrene	
COMPOSTI ORGANOSTANNICI		
Monobutilstagno (MBT)	Tributilstagno (TrBT)	Stagno Organico Totale
Dibutilstagno (DBT)		
TEST DI TOSSICITA' CON ACARTIA TONSA		
EC20 24h	EC50 24h	
EC20 48h	EC50 48h	
ECOTOSSICITA' CON VIBRIO FISCHERI MICROTOX		
S.T.I.	% effetto Max. conc.	
ALTRO		
Idrocarburi Pesanti C>12	Carbonio Organico	Residuo A 105°C
GRANULOMETRIA		
Ghiaia	Sabbia	Pelite

## 8 MORFODINAMICA E TRASPORTO SOLIDO

La valutazione dei trend evolutivi costieri verrà effettuata mediante il rilievo della linea di costa in corrispondenza degli arenili prossimi al sito di intervento.

Il rilievo dovrà essere effettuato:

- prima dell'inizio delle opere;
- ogni 12 mesi dalla conclusione dei lavori per 5 anni.

Le metodologie di rilievo e di analisi dei dati dovranno avere impostazione tali da privilegiare:

- ✓ l'acquisizione dei dati con la tempistica prevista; in quanto nel monitoraggio delle spiagge e delle opere a mare le variazioni morfologiche possono essere estremamente rapide;
- ✓ l'accuratezza dei dati; piccole variazioni morfologiche implicano lo spostamento di ingenti volumi di sedimenti e errori.
- ✓ operatività dei sistemi di acquisizione; la necessità di avere misure sinottiche su ampie superfici e eventi temporali spesso ristrette (mareggiate).
- ✓ la velocità di elaborazione; è indispensabile poter disporre dei dati e delle loro elaborazioni in tempi estremamente rapidi, utilizzando sistemi di acquisizione che forniscono i dati in tempo brevi.
- ✓ confrontabilità dei dati; i dati devono essere acquisiti con procedure collaudate in modo da avere una validità accettata

Il rilievo va effettuato nelle aree di intervento con la cadenza riportata in precedenza, tramite utilizzo di aeromobili a pilotaggio remoto (Drone).

Il rilievo dovrà essere eseguito mediante operatore SAPR riconosciuto ENAC. Tale rilievo dovrà preferibilmente essere eseguito in contemporaneità con i rilievi marini.

Per quanto concerne l'utilizzo di aeromobili a pilotaggio remoto occorre prevedere un numero adeguato di strisciate alla quota stabilita in modo tale da garantire un'adeguata risoluzione per verificare l'andamento planimetrico della linea di riva.

I parametri da tenere in considerazione sono:

- quota di volo posta a 70 metri, con risoluzione al suolo (pixel) pari a 1,63 cm, (circa 2600 fotogrammi);
- appoggio topografico: per ogni singolo volo devono essere rilevati almeno 5 punti - attraverso l'utilizzo di un sistema GPS geodetico - perfettamente visibili sui fotogrammi (ripresi dalla camera del drone).

Il rilievo della linea di riva di norma va effettuato dopo le mareggiate invernali e prima degli interventi di risistemazione delle spiagge, che precedono la stagione balneare.

La pianificazione dei voli e delle attività a terra (stazioni fisse GPS, e GCP) dovrà garantire risultati correttamente georeferenziati e minimizzazione dell'errore sistematico che dovrà comunque essere compatibile con l'accuratezza del prodotto richiesto (scala 1/500), ovvero con precisione 3D  $\pm$  5 cm.

Le riprese dovranno essere effettuate nelle condizioni più favorevoli rispetto allo specifico sistema di rilievo e ciò con riferimento sia alle condizioni contingenti (atmosferiche e di illuminazione) che alle variabili stagionali. Per le riprese fotografiche oltre all'assenza di nebbie o foschie, si dovranno privilegiare idonee condizioni di illuminazione (le ore a cavallo del mezzogiorno) che minimizzino le ombre e le dominanti di colore.

I sistemi di rilievo nel loro complesso dovranno possedere i requisiti di precisione ed accuratezza, e dovranno essere calibrati e testati in modo tale da garantire il raggiungimento dell'accuratezza prevista per ciascun prodotto. Il modello DTM prodotto dovrà essere in formato raster alla massima risoluzione e derivato dal DSM attraverso il filtraggio della vegetazione sparsa e degli eventuali edifici e prodotto nei formati meglio specificati successivamente.

In occasione della prima campagna di monitoraggio saranno individuati dei capisaldi di inizio dei profili di spiaggia, da posizionare in corrispondenza di strutture fisse e inamovibili e da individuare chiaramente sulla spiaggia o sulla strada litoranea. Le relative monografie, contenenti le coordinate spaziali e la descrizione inequivocabile della posizione dei capisaldi, dovranno essere fornite alla stazione appaltante insieme ai dati del monitoraggio.

