

AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA
OLBIA - GOLFO ARANCI - PORTO TORRES



OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO:

HUB PORTUALE DI PORTO TORRES

PROLUNGAMENTO DELL'ANTEMURALE DI PONENTE E

RESECAZIONE BANCHINA ALTI FONDALI 1° E 2° STRALCIO

DATI	
Aggiornamento	Cod. Cliente
1° Dicembre 2016	

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

Raggruppamento Temporaneo di Progettisti

sales



SEACON
Ing. Lucio Abbadessa

DMS GEOTECHNICAL ENGINEERING

INTERPROGETTI

Ing. Marco Pittori

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

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ARIA E CLIMA	5
2.1. Premessa.....	5
2.2. Quadro climatico a scala locale.....	5
2.3. Lo stato attuale della qualità dell'aria	9
2.4. Inquadramento normativo	12
2.5. Previsione degli effetti attesi durante la fase di realizzazione degli interventi – misure di mitigazione	16
3. ACQUA	21
3.1. Acque marine.....	21
3.1.1. Premessa	21
3.1.2. Esposizione geografica.....	21
3.1.3. Studio anemologico	21
3.1.4. Analisi delle variazioni del livello del mare	22
3.1.5. Caratterizzazione del clima ondoso al largo.....	23
3.1.6. Eventi estremi di moto ondoso.....	24
3.1.7. Caratterizzazione del clima ondoso sottocosta	25
3.1.8. Agitazione interna	26
3.1.9. Tendenze evolutive dei litorali prossimi al porto	32
3.1.10. Aspetti qualitativi.....	33
3.1.11. Ricambio idrico del bacino	36
3.2. Acque superficiali.....	37
3.2.1. Aspetti qualitativi.....	37
3.3. Acque sotterranee e aspetti idrogeologici.....	40
3.3.1. Aspetti qualitativi.....	40
3.4. Effetti degli interventi previsti dal progetto	42
3.4.1. Premessa	42
3.4.2. Fase di costruzione.....	42
3.4.3. Fase di esercizio	44
3.5. Misure mitigatrici	46
4. SUOLO E SOTTOSUOLO	48
4.1. Inquadramento territoriale	48
4.2. Inquadramento geologico regionale	48
4.3. Assetto geologico locale	50
4.3.1. Caratteristiche geomorfologiche	50
4.3.2. Caratteristiche geologiche locali.....	50
4.4. Geologia dell'area di intervento - Aspetti di geotecnica	54
4.5. Sismicità dell'area	59
4.5.1. Inquadramento sismo-tettonico.....	59
4.5.2. Classificazione sismica	61
4.6. Piano di Assetto Idrogeologico.....	61
4.7. Qualità dei sedimenti.....	63

4.8.	Usa del suolo	67
4.9.	Effetti degli interventi previsti dal progetto	67
4.10.	Premessa.....	67
4.11.	Fase di costruzione - Fabbisogno inerti.....	68
4.11.1.	Interventi previsti – Impatti sul litorale	69
4.12.	Misure mitigatrici	69
5.	FLORA E FAUNA	71
5.1.	Ambiti di studio.....	71
5.2.	Potenziati interferenza con aree protette e strumenti di pianificazione della tutela.....	71
5.3.	Caratterizzazione del comparto naturalistico	73
5.3.1.	Area vasta	73
5.3.2.	Area di studio.....	76
5.4.	Effetti degli interventi previsti dal progetto	77
5.5.	Premessa.....	77
5.5.1.	Impatti a carico degli Habitat costieri.....	78
5.5.2.	Impatti a carico del Plancton	79
5.5.3.	Impatti a carico dell'ittiofauna.....	79
5.5.4.	Impatti a carico dei mammiferi	80
5.5.5.	Impatti a carico della Posidonia Oceanica.....	81
6.	RUMORE E VIBRAZIONI.....	83
6.1.	Premessa e approccio metodologico	83
6.2.	La normativa di riferimento sull'inquinamento acustico.....	84
6.2.1.	D.P.C.M. 1 marzo 1991	84
6.2.2.	Legge Quadro sul Rumore, n. 447/95	87
6.2.3.	D.P.C.M. 14 novembre 1997.....	88
6.2.4.	D.P.R. 142/2004	90
6.2.5.	D.Lgs. 4 settembre 2002 n.262 e s.m.i.....	93
6.3.	La normativa di riferimento sull'inquinamento da vibrazioni.....	95
6.3.1.	Norma I.S.O. 2631-2.....	95
6.3.2.	Norma U.N.I. 9614	97
6.3.3.	Norma U.N.I. 9916.....	99
6.4.	Le caratteristiche fisiche del rumore e delle vibrazioni.....	101
6.4.1.	Rumore.....	101
6.4.2.	Vibrazioni.....	103
6.4.2.1.	Valutazione qualitativa degli impatti da vibrazione	104
6.5.	Valutazione quantitativa degli impatti da rumore	105
6.5.1.	Interventi portuali previsti	105
6.5.2.	Caratterizzazione dell'area.....	106
6.5.2.1.	Bozza definitiva di classificazione acustica	106
6.5.3.	Valutazione degli impatti	108
6.5.3.1.	Caratterizzazione delle sorgenti sonore relative al progetto	110
6.5.3.2.	Il modello di simulazione adottato	112
6.5.3.3.	Risultati ottenuti dalle simulazioni	113

7.	POPOLAZIONE, SALUTE PUBBLICA.....	116
7.1.	Premessa.....	116
7.2.	Caratterizzazione dello stato attuale dell'ambiente.....	116
7.3.	Effetti degli interventi previsti dal progetto.....	122
8.	PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE.....	124
9.	ALLEGATI.....	125
9.1.	Elaborati grafici	125
9.2.	Appendici	125

1. PREMESSA

I contenuti del presente “Quadro di Riferimento Ambientale” fanno riferimento alla caratterizzazione dell'ambiente costiero interessato dall'intervento in progetto e la compatibilità ambientale delle opere stesse.

Per la caratterizzazione si è fatto riferimento tanto alla documentazione bibliografica esistente che, per gli elementi di maggiore significatività ambientale,

- agli studi specialistici condotti nelle fasi progettuali;
- ai risultati di specifiche campagne di ricerca condotte in sito.

L'analisi ambientale è stata condotta seguendo un percorso mirato al raggiungimento dei seguenti principali obiettivi:

- individuazione degli aspetti ambientali e delle componenti interessate a qualsiasi titolo dell'opera in progetto;
- ricerca delle misure da proporre per favorire l'inserimento dell'intervento proposto;
- definizione dei necessari interventi di mitigazione e/o compensazione ambientale.

Si tratta di un lavoro effettuato in più fasi che permette, una volta individuati i “bersagli” ambientali dell'opera, relativamente alle fasi di cantiere e di esercizio, di stabilire le misure necessarie a mitigare gli impatti previsti.

2. ARIA E CLIMA

2.1. Premessa

Il presente studio è stato redatto allo scopo di determinare gli effetti indotti nei confronti della componente ambientale "Atmosfera" durante la fase di cantiere per la realizzazione del proposto intervento.

Vista, infatti, la tipologia delle opere, non si prevede un aumento dei traffici marittimi e quindi non si attendono impatti aggiuntivi durante l'esercizio della nuova infrastruttura portuale.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi operative:

- caratterizzazione meteorologica a scala locale;
- inquadramento normativo;
- ricognizione in loco per l'individuazione dei ricettori attualmente presenti;
- stima degli effetti indotti durante la fase di cantiere; la realizzazione delle opere non comporta un aumento del traffico navale e pertanto non si attendono impatti aggiuntivi per la fase di esercizio.

2.2. Quadro climatico a scala locale

La Sardegna ha un clima essenzialmente mediterraneo; gli influssi del mare si avvertono pressoché ovunque nell'isola, anche se, come è naturale, si indeboliscono col procedere verso l'interno.

La temperatura media annua è fortemente influenzata, oltre che dalla latitudine e dalle condizioni di insularità, dall'orografia (*Raimondi et al.*, 1995). I valori medi sono compresi tra le isoterme 11°C delle aree interne dell'isola e 17°C delle aree costiere (*Raimondi et al.*, 1995), con minimi a gennaio-febbraio e massimi a luglio-agosto (*Arrigoni*, 1968).

Le precipitazioni variano nel tempo e nello spazio (la cima più elevata raggiunge i 1.834 m s.l.m.), con un regime caratterizzato comunque da un massimo invernale al quale si giunge dopo abbondanti precipitazioni autunnali (*Arrigoni*, 1968). Durante i mesi estivi le piogge sono quasi assenti.

Valori inferiori ai 500 mm l'anno si registrano unicamente in alcune fasce nella parte meridionale dell'isola, mentre nelle aree collinari interne piovono generalmente da 700 a 900 mm l'anno. Tali valori vengono superati solo in corrispondenza delle cime più elevate, nelle aree montane interne (*Raimondi et al.*, 1995). Il regime di umidità dei suoli è quasi dappertutto di tipo xerico (*Raimondi et al.*, 1995).

Il territorio nei dintorni di Porto Torres rispecchia questo assetto climatologico, come dimostrato dai dati raccolti nel 2010 dalla Boa ISPRA di Porto Torres, la cui ubicazione è mostrata nella seguente figura:

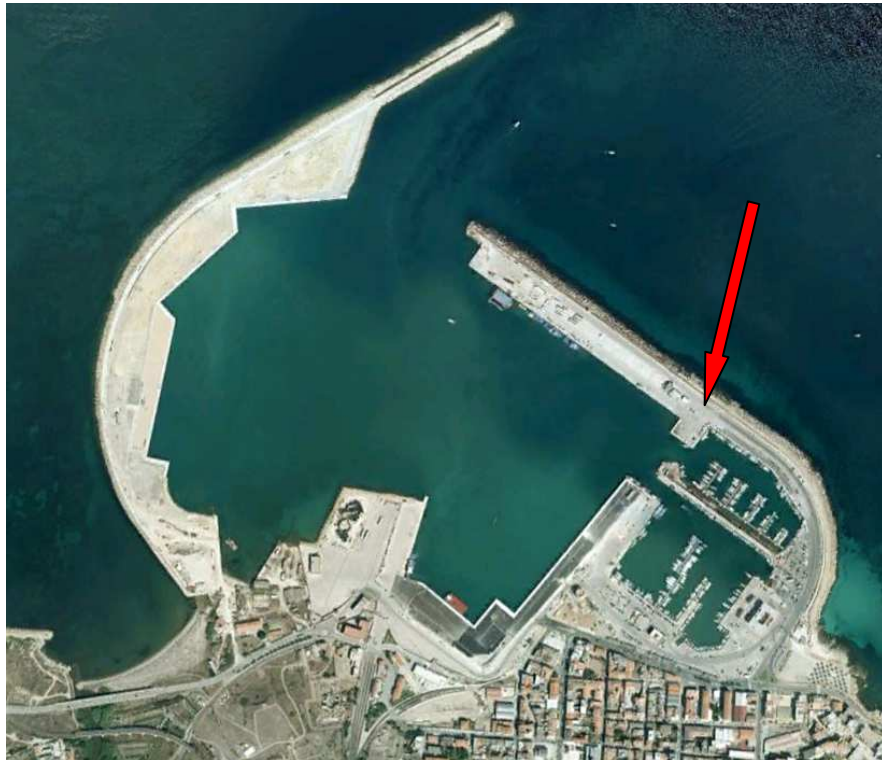
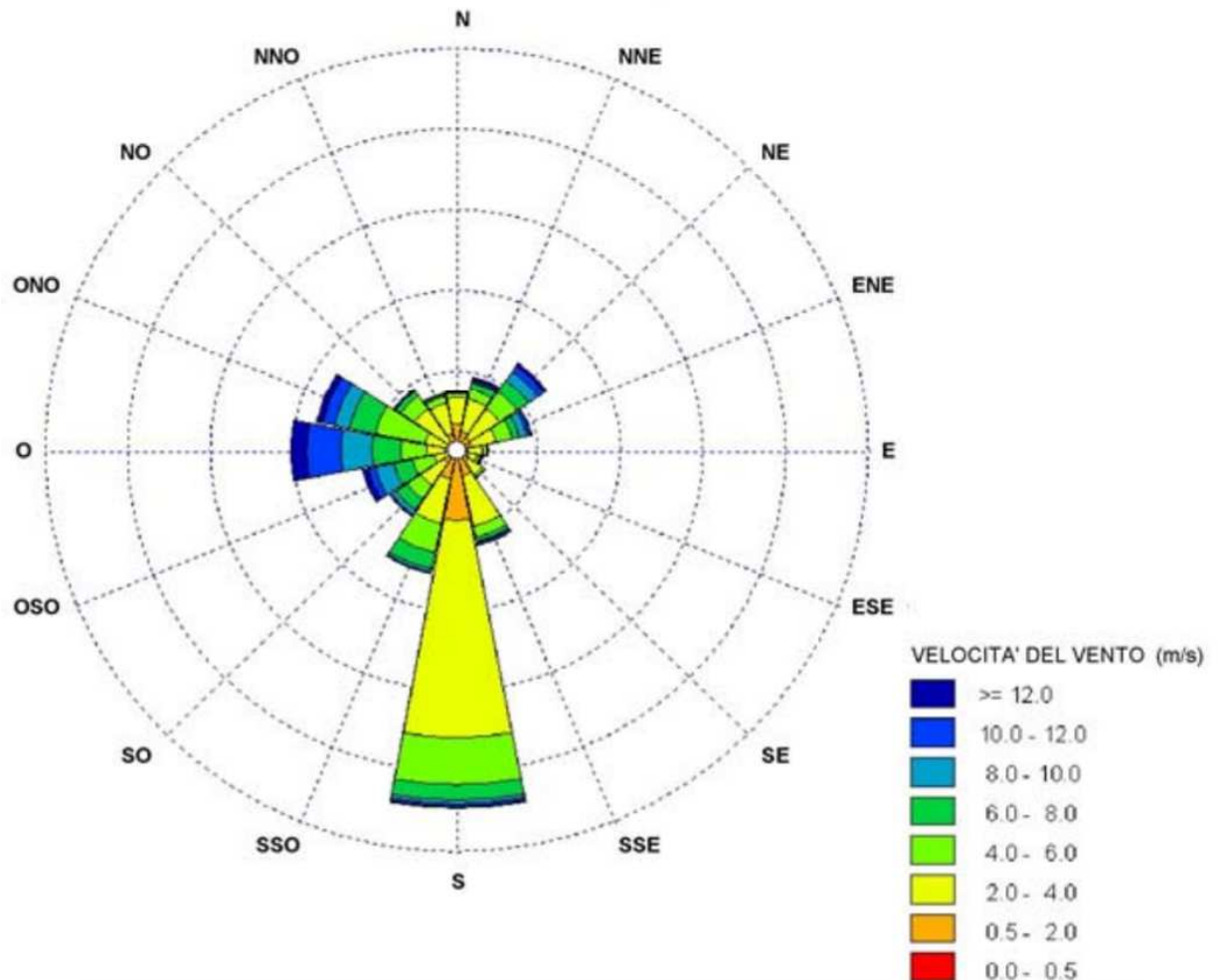


Figura 2.1: ubicazione della boa mareografica ISPRA di Porto Torres

Di seguito si presenta la rosa dei venti derivante dall'elaborazione dei dati registrati per il 2010:

ISPRA - Boa Porto Torres (Gennaio - Dicembre 2010)



Come si nota, anche dalla tabella, il vento più frequente nell'anno (22,14 %) risulta essere quello con provenienza da Sud con velocità media pari a 3,01 m/s (classe di stabilità atmosferica B).

Direzione Vento	Frequenza (%)	Velocità Vettoriale Media (m/s)	Direzione Vettoriale Media
N	3.84	2.26	0° 58' 47"
NNE	4.97	3.74	25° 0' 36"
NE	6.95	4.98	44° 4' 47"
ENE	4.85	4.33	65° 32' 59"
E	2.03	2.69	89° 31' 48"
ESE	1.56	2.41	112° 23' 24"
SE	2.00	2.20	136° 25' 11"
SSE	5.74	2.85	159° 8' 23"
S	22.14	3.01	179° 44' 24"
SSO	7.92	3.66	201° 23' 23"
SO	4.84	4.17	225° 7' 47"
OSO	5.97	6.43	248° 3' 36"
O	9.95	7.75	271° 18' 36"
ONO	8.52	5.80	290° 38' 23"
NO	4.66	3.60	313° 45' 35"
NNO	3.96	2.83	337° 7' 47"
Calma (%)	1.39		
Totale letture	7862		

Per quanto riguarda la frequenza delle classi di stabilità atmosferica per il 2010, si rimanda alla seguente tabella che evidenzia come la classe più frequente sia la D

DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE (%) MENSILI DELLE CLASSI DI STABILITA' STAZIONE MAREOGRAFICA PORTO TORRES ANNO 2010							
MESE	classi di stabilità (%)						TOTALE
	A	B	C	D	E	F	
GENNAIO	0.00	0.68	4.68	57.65	10.16	11.76	84.93
FEBBRAIO	0.00	3.42	4.91	52.40	9.47	6.51	76.71
MARZO	0.57	7.31	8.90	44.18	8.22	15.75	84.93
APRILE	1.37	13.36	13.24	24.09	10.27	19.86	82.19
MAGGIO	3.31	13.47	10.39	33.11	11.53	13.13	84.93
GIUGNO	4.00	15.53	13.36	26.14	7.76	15.41	82.19
LUGLIO	5.02	20.89	8.68	25.00	11.42	13.93	84.93
AGOSTO	1.94	15.30	13.81	24.54	11.99	17.35	84.93
SETTEMBRE	0.23	12.56	10.73	31.39	13.81	13.47	82.19
OTTOBRE	0.00	8.68	8.79	41.32	11.30	14.84	84.93
NOVEMBRE	0.00	3.08	7.19	50.23	9.02	12.67	82.19
DICEMBRE	0.00	2.97	9.25	47.95	13.70	11.07	84.93
TOTALE	16.44	117.24	113.93	457.99	128.65	165.75	1000.00

La boa mareografica ISPRA non fornisce dati relativi agli altri parametri meteo-climatici (temperatura, piovosità) e pertanto si è considerata anche la stazione meteo 502 Asinara ed in particolare i dati registrati nel periodo 1961 – 1976, la cui ubicazione è mostrata nella seguente figura e che risulta distante circa 30 km in linea d'aria dall'area di intervento:

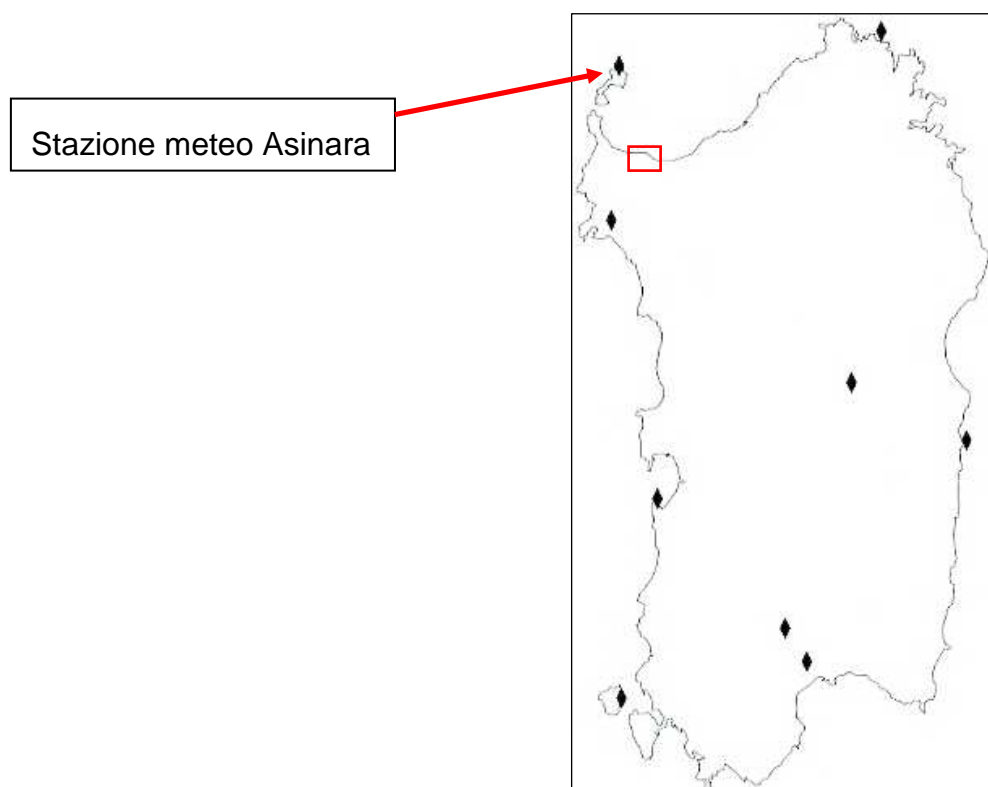


Figura 2.2: ubicazione della stazione meteo “Asinara” rispetto all’area di intervento (rettangolo rosso)

I dati registrati evidenziano una temperatura massima media mensile pari a 25,8 °C per il mese di agosto (il più caldo) e 12,9 °C per il mese di gennaio (il più freddo).

Le minime medie si attestano invece sui 20,8 °C (agosto) ed i 9,1 °C (gennaio).

Per quanto riguarda invece la precipitazione totale media mensile, i dati evidenziano una precipitazione massima pari a 82,4 mm per il mese di novembre. Il mese meno piovoso risulta essere invece luglio con una media pari a soli 1,8 mm di pioggia.

2.3. Lo stato attuale della qualità dell’aria

La “Relazione annuale sulla qualità dell’aria in Sardegna per l’anno 2013”, redatta dalla Regione Sardegna e dell’ARPA Sardegna nel Maggio del 2014, ha permesso di caratterizzare lo stato della qualità dell’aria per il territorio vicino all’area di intervento.

L'area di Porto Torres è monitorata da quattro centraline:

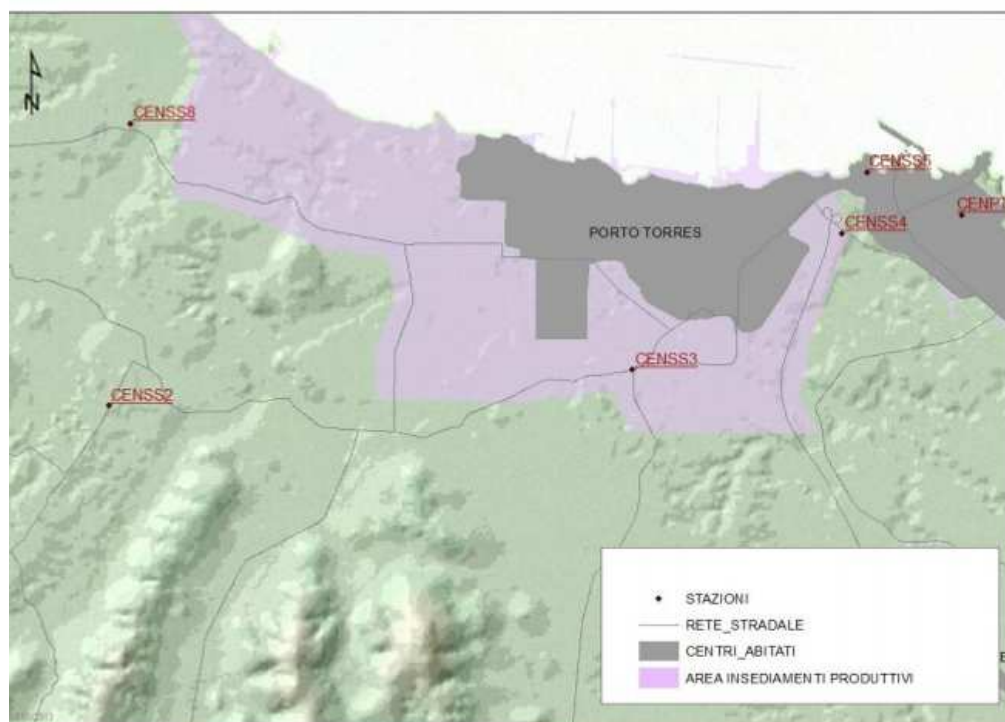


Figura 2.3: ubicazione delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria

Zona	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2,5
Porto Torres	CENPT1	100	94	-		89	95	98	92	99
	CENSS2	-	-	-	-	86	90	97	90	-
	CENSS3	-	93	-	-	87	94	99	92	-
	CENSS4	-	-	-	-	94	-	98	93	-
	CENSS5	-	-	-	-	-	-	-	93	-
	CENSS8	-	-	-	-	-	-	-	91	-

Tabella 2-1: elenco delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria nei pressi dell'area di intervento e relative indicazioni sugli inquinanti monitorati e sulle percentuali di funzionamento della strumentazione.

La seguente tabella mostra poi i superamenti registrati presso le varie centraline:

Zona	Stazione	C6H6	CO	NO2			O3			PM10		SO2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU/IT
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	27
				18					25	35		24		3	
Porto Torres	CENPT1								18	4					
	CENSS2	-	-						36						-
	CENSS3	-							11						-
	CENSS4	-	-				-	-	-						-
	CENSS5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-
	CENSS8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-

Figura 2.4: riepilogo dei superamenti rilevati per l'area di Porto Torres

Considerando i 3 inquinanti principali CO, NO₂ e PM10, si nota come solo per il PM10 si sono registrati 4 superamenti sui 35 consentiti per quanto riguarda il limite sulle 24 ore pari a 50 µg/m³.

Va però tenuto in conto che la centralina CENPT1 può ritenersi rappresentativa per la zona centrale dell'abitato di Porto Torres.

La centralina più vicina al sito di progetto è la CENSS5, che registra però solo SO₂.

Nella centralina CENSS4, distante circa 1,7 km dal sito di progetto, registra anche il NO₂.

Il monossido di carbonio (CO) è misurato dalla stazione CENSS3, a sud dell'area industriale; la massima media oraria di otto ore è di 0,8 mg/m³ è decisamente molto bassa (il limite di legge è pari a 10 mg/m³ sulla massima media mobile di otto ore).

Per quanto riguarda il biossido di azoto, misurato nelle stazioni CENSS2 e CENSS3, le medie annue variano tra 3 µg/m³ (CENSS2) e 9 µg/m³ (CENSS3), mentre le massime medie orarie tra 28 µg/m³ (CENSS2) e 85 µg/m³ (CENSS4); i valori si mantengono distanti dai limiti di legge.

Il PM10 presenta una media annuale che varia tra 14 µg/ m³ (CENSS2) e 23 µg/ m³ (CENPT1) e una massima media giornaliera tra 38 µg/ m³ (CENSS4) e 63 µg/ m³ (CENPT1).

In definitiva nell'area di Porto Torres si registra, per quanto si può dedurre dai dati forniti dalla rete, una concentrazione entro la norma per tutti gli inquinanti monitorati in contrasto con quanto ricostruito mediante modellazione nell'ambito del Piano di Risarcimento della Qualità dell'Aria (vedi Quadro di Riferimento Programmatico).

Come si evince dal suddetto Piano, a Porto Torres si riscontrano delle criticità relativamente a SO₂, NO₂ e PM₁₀; va tuttavia precisato che le ricostruzioni fatte dal Piano si riferiscono all'anno 2001, quando ancora era in attività il polo industriale.

2.4. Inquadramento normativo

Il 15 settembre 2010 è stato pubblicato, sul S.O. n° 217 alla Gazzetta Ufficiale n° 216, il Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155, sulla qualità dell'aria. Fino a tale data ha continuato a trovare applicazione il precedente quadro normativo in materia di tutela dall'inquinamento atmosferico, in particolare il D.Lgs. n. 351/1999 e il D.Lgs. n. 152/2007, di attuazione, rispettivamente, delle direttive comunitarie 96/62/CE "*in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente*" e 2004/107 /CE "*concernente l'arsenico, il Cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente*".

Il D.Lgs. n° 155/2010 permette l'attuazione della direttiva 2008/50/CE "*relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*".

Tale decreto ha l'obiettivo di aggiornare il quadro normativo italiano alla luce dello sviluppo delle conoscenze in campo scientifico e sanitario, riunendo in un unico strumento legislativo il *corpus* normativo, la disciplina della qualità dell'aria in relazione a tutte le seguenti sostanze: biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo, PM₁₀, PM_{2,5} e ozono, disciplinate nella direttiva del 2008; oltre ad arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene, di cui alla direttiva del 2004.

Ulteriore scopo del D.Lgs. n. 155/2010 è quello di superare, trovando adeguate soluzioni normative, le criticità emerse in dieci anni di applicazione della legislazione nazionale precedentemente in vigore, con il duplice intento di razionalizzare le attività di valutazione e di gestione della qualità dell'aria, secondo canoni di efficienza, efficacia ed economicità, nonché di responsabilizzare tutti i soggetti coinvolti nell'attuazione delle nuove disposizioni sulla base di un preciso riparto delle competenze tra Stato e regioni, che sono i principali enti coinvolti nell'attuazione di queste norme.

Non vanno, infine, trascurate le ripercussioni di queste norme sulla popolazione. A tale proposito anche la cittadinanza è, in qualche misura, destinataria delle disposizioni del D.Lgs. n. 155/2010. Basti pensare, da un lato, all'innegabile influenza negativa che può avere l'inquinamento atmosferico sulla salute umana e, dall'altro, al rilievo dato alla divulgazione dei dati e all'informazione del pubblico.

Corpus normativo unico per la gestione della qualità dell'aria

L'articolo 1 individua nell'istituzione di un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria la finalità principale del provvedimento. Per ottenere questo scopo, occorre fissare:

- obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;

- individuare metodi uniformi di valutazione della qualità dell'aria, validi sull'intero territorio nazionale;
- raccogliere informazioni per adottare misure efficaci per contrastare l'inquinamento;
- migliorare la qualità dell'aria ambiente, ovvero mantenerla, laddove buona;
- garantire l'informazione del pubblico;
- favorire la cooperazione tra gli Stati membri dell'Unione europea.

Si tratta di obiettivi di breve, medio e lungo periodo che troveranno una graduale realizzazione nel tempo. Tutte le attività previste nel presente decreto legislativo sulla qualità dell'aria sono, infatti, destinate a essere applicate nel corso di più anni, in modo costante e sistematico.

Al fine di garantire il raggiungimento dei propri obiettivi, il decreto legislativo in esame prevede:

- un sistema di valutazione e di gestione della qualità dell'aria che deve rispettare ovunque standard qualitativi elevati e omogenei, onde assicurare un approccio uniforme su tutto il territorio nazionale e che le stesse situazioni di inquinamento siano valutate e gestite in modo analogo;
- un sistema di acquisizione, di trasmissione e di messa a disposizione dei dati e delle informazioni relative alla valutazione della qualità dell'aria ambiente organizzato in modo da rispondere alle esigenze di tempestività della conoscenza da parte di tutte le amministrazioni interessate e del pubblico;
- un sistema di misurazioni e di tecniche di valutazione basato su procedure funzionali alle sopra elencate finalità, secondo canoni di efficienza, efficacia ed economicità.

Negli articoli 3 e 4, viene ripreso il concetto di zonizzazione dell'intero territorio nazionale, già previsto dalla normativa previgente. La suddivisione del territorio nazionale che, per la disciplina contenuta nel D.Lgs. n. 155/2010, costituisce il presupposto per organizzare la valutazione della qualità dell'aria, è affidata alle regioni (e alle province autonome). Ciascuna regione elabora un progetto di zonizzazione e lo trasmette al Ministero dell'Ambiente che, coadiuvato dall'ISPRA, ne valuta la conformità alle norme del decreto legislativo. Tra i compiti del Ministero competente vi è anche quello di tenere conto della coerenza dei progetti di zonizzazione pervenuti da tutte le regioni. Nella classificazione del territorio, devono essere individuati, in primo luogo, gli agglomerati (coincidenti con un'area urbana o un insieme di aree urbane con una determinata densità abitativa) e poi le altre zone, da identificare preferibilmente con i confini amministrativi degli enti locali.

La zonizzazione del territorio deve essere esaminata con cadenza almeno quinquennale, mentre un primo riesame delle zonizzazioni in atto alla data di entrata in vigore del presente decreto va fatta entro quattro mesi dall'entrata in vigore del decreto. Le

regioni (e le province) hanno dunque tempo fino a gennaio 2011 per ottemperare a questo primo adempimento.

La valutazione della qualità dell'aria e le relative misurazioni devono essere effettuate per ciascuna sostanza inquinante contemplata nel D.Lgs. n. 155/2010, e sono basate su reti di stazioni di misura soggette alla gestione e al controllo pubblico, sotto la diretta responsabilità di regioni e province autonome, o delle agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, appositamente delegate dagli enti competenti. Il decreto in esame mira a razionalizzare le reti di misurazione esistenti, il che comporta la rimozione e/o la ricollocazione delle stazioni non conformi ai vigenti requisiti di ubicazione e l'eliminazione delle stazioni superflue ai fini del nuovo provvedimento.

Tra le novità di sicuro rilievo del D.Lgs. n. 155/2010, va segnalato l'obbligo di rilevazione delle polveri sottilissime, le $PM_{2,5}$ previsto all'articolo 6, comma 1, lettera a) e nell' Allegato VI, per quanto concerne la regolamentazione dei siti di campionamento di questa specifica tipologia di particolato. La rilevazione delle polveri sottilissime integra e va ad aggiungersi alla rilevazione delle PM_{10} .

L'articolo 9 si occupa delle azioni da intraprendere nell'ipotesi di superamento dei valori e dei livelli degli inquinanti contemplati nel decreto. In Caso di superamento dei valori limite le regioni devono adottare appositi piani per agire sulle principali sorgenti di emissione e raggiungere, in tal modo, i valori limite; per i valori obiettivo [Allegato XIII], le regioni adottano misure - che non comportino costi sproporzionati - che agiscano sulle sorgenti di emissione.

Infine, per il superamento dei livelli critici [Sub-Allegato XI], le regioni devono adottare misure necessarie ad agire sulle principali sorgenti di emissione.

In caso di superamento dei valori limite o dei valori obiettivo per più inquinanti, devono invece essere adottati piani integrati.

Il concetto di costi sproporzionati compare più volte nel provvedimento in esame e compariva anche nella legislazione precedentemente in vigore. La ragione sta nel fatto che, date le caratteristiche e la natura degli inquinanti che possono essere presenti nell'aria, eliminarli o ridurli può comportare costi difficilmente sostenibili, a cui potrebbero aggiungersi risultati non sempre del tutto soddisfacenti. La legislazione in materia prescrive, pertanto, che gli Stati siano obbligati a ridurre o eliminare gli inquinanti atmosferici; purché le relative spese necessarie non vadano a gravare eccessivamente sulle casse degli enti pubblici.

In merito alle soglie di allarme, per evitare il rischio del loro superamento, dovranno essere, adottati, sempre ad opera di regioni o province, piani d'azione a breve termine, disciplinati dall'articolo 10.

Per dare attuazione a tutte le tipologie di piani per la qualità dell'aria previsti nel decreto, l'articolo 11 individua ulteriori prescrizioni che questi documenti possono contenere. Si tratta delle decisioni - note già da tempo alla popolazione, in particolare ai residenti nei grandi centri urbani - di limitazione alla circolazione dei veicoli a motore, direttamente adottate dai sindaci all'uopo delegati dalle regioni, a cui possono essere

affiancate altre prescrizioni a tutela delle fasce più sensibili della popolazione, come anziani e bambini, o anche provvedimenti volti a regolamentare la localizzazione degli insediamenti produttivi.

Tra i compiti delle regioni va, infine, ricordata la redazione dell'inventario delle proprie emissioni, da predisporre ogni tre anni, per la prima volta con riferimento ai dati relativi al 2010. Questa incombenza, ai sensi dell'articolo 22, è posta anche a carico dello Stato, che provvederà a elaborare l'inventario nazionale con il supporto tecnico dell'ISPRA.

Oltre agli inventari delle emissioni, alle regioni e allo Stato è imposto l'obbligo di elaborare propri scenari energetici e dei livelli delle attività produttive' con riferimento alle principali attività responsabili dell'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera, nonché, ai più rilevanti fattori che determinano la crescita economica dei diversi settori produttivi, quali energia, trasporti, riscaldamento civile e agricoltura.

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, 10 mg/m³	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
Biossido di Azoto (NO₂)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, 200 µg/m³	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
Particolato (PM₁₀)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, 50 µg/m³	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, 40 µg/m³	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI

Figura 2.5: Valori limite degli inquinanti simulati nel presente studio

2.5. Previsione degli effetti attesi durante la fase di realizzazione degli interventi – misure di mitigazione

Il presente studio è stato redatto allo scopo di stimare gli effetti indotti nei confronti della componente ambientale «Atmosfera» dalle previste aree di cantiere e dei percorsi/rotte dei mezzi d'opera in corrispondenza dell'ambito territoriale interessato.

La realizzazione delle opere è finalizzata unicamente a garantire una maggiore sicurezza e navigabilità durante tutti i giorni dell'anno e non comporta, quindi, un conseguenziale aumento del traffico navale.

Gli impatti principali sono, pertanto, attesi solo durante la fase di cantiere.

L'organizzazione dei cantieri, l'ubicazione delle aree di lavorazione, i tracciati dei percorsi dei mezzi d'opera, ecc. sono stati desunti dagli elaborati di progetto ai quali si rimanda per approfondimenti.

Con riferimento al crono-programma dei lavori e all'organizzazione delle fasi di lavorazioni, si è individuata la fase di cantiere che comporta le criticità maggiori, ossia:

- la maggiore contemporaneità di lavorazioni significative nelle aree di cantiere a terra e in mare;
- Il maggior numero di viaggi/giorno di mezzi d'opera lungo la viabilità esistente.

In particolare nel "giorno critico" si potranno attendersi i seguenti mezzi contemporaneamente in azione:

- n° 2 Motobette
- n° 1 Pontone
- n° 2 Rimorchiatori
- n° 1 Piattaforma con escavatore idraulico
- n° 1 Bacino galleggiante per la produzione di cassoni
- n° 15 bilici per il trasporto di inerti (4 viaggi al giorno per ciascun bilico)
- n° 1 betoniera per il trasporto di cls preconfezionato (4 viaggi al giorno)
- n° 1 centrale di produzione cls per i cassoni

Sulla base del suddetto "giorno critico", della durata del cantiere, dell'ubicazione delle aree di lavorazione, ecc. sono stati valutati gli impatti e proposte le eventuali misure di mitigazione.

Le uniche aree residenziali presenti nell'ambito di studio fanno riferimento alle abitazioni fronte mare del centro della città, lungo Via del mare – Lungomare Balai.

Per valutare il tempo di esecuzione dei singoli interventi è stato studiato dai progettisti un programma accurato dei lavori tenendo conto dei tempi di predisposizione del cantiere, di approvvigionamento dei materiali, di esecuzione delle strutture, ecc.

La realizzazione delle opere previste si completerà in circa 24 mesi ed avverrà in 3 differenti aree di lavorazione (vedi anche “Carta della cantierizzazione” allegata al Quadro di Riferimento Progettuale):

- Diga foranea del porto industriale
- Molo di ponente,
- Banchina Alti Fondali.

La maggior parte dei lavori previsti si svolgeranno a mare e richiederanno aree di cantiere a terra, lungo le banchine esistenti, all'interno dell'area di pertinenza dell'Autorità Portuale.

Con riferimento anche alla relazione di cantierizzazione allegata al progetto, si evince che i principali impatti attesi a carico della componente atmosfera, sono connessi a:

- emissioni di gas di scarico (NO₂, PM₁₀ e CO) dai mezzi d'opera, prevalentemente su terra (poiché più vicini ai ricettori) ed in modo secondario in mare;
- produzione di polveri e particelle solide in sospensione dovute alle attività di:
 - traffico di mezzi e macchinari
 - operazioni di scavo e riempimento
 - processi di trasporto/carico/scarico
 - deposito materiali.

L'impatto indotto dall'emissione delle polveri è dovuto principalmente ai movimenti di materiali lapidei; durante la fase di preparazione del sito e di realizzazione delle opere, il cantiere a terra produrrà fanghiglia nel periodo invernale e polveri in quello estivo, che potranno riversarsi sulle aree vicine in funzione delle condizioni di ventosità. Tale impatto è difficilmente quantificabile, in ogni caso, comunque, è possibile sostenere che si tratti di un disagio temporaneo legato alla durata del cantiere ed anche contenuto, considerata la posizione dei cantieri operativi a terra ubicati in prossimità delle attuali banchine e quindi lontani dal centro abitato.

Le fasi di approvvigionamento materiali contribuiscono alle emissioni in atmosfera di inquinanti legati ai transiti dei mezzi d'opera.

Il processo di approvvigionamento del materiale, data la quantità e varietà di materiali necessari alla realizzazione dell'opera (scogli, pietrame scapolo, tout venant, sabbie ed inerti per cls) può considerarsi sostanzialmente parallelo all'intera attività del cantiere.

Per la stima del numero di mezzi transitanti giornalmente si considera quindi la totalità del materiale da approvvigionare (vedi Tabella 4-2). e si ipotizza che tale materiale venga approvvigionato fino almeno al 17° mese di lavorazione.

Da quanto comunicato dai progettisti, stimati i volumi di materiale da approvvigionare e considerati i giorni di lavorazione, si prevedono circa 60 viaggi/giorno di automezzi (bilici), nel giorno critico e in media 28 viaggi/giorno per la durata delle fasi approvvigionamento.

I previsti 60 viaggi/giorno di automezzi, ossia 7-8 camion/ora si aggiungono al traffico attuale transitante sulla viabilità esistente.

I mezzi d'opera provenienti dall'interno (ossia dalle cave di approvvigionamento) potranno utilizzare la SS 131 come asse di penetrazione fino a Porto Torres e in coincidenza della rotonda urbana prendere Via Amerigo Vespucci in direzione del porto civile o del porto industriale, a seconda del cantiere di destinazione.



Considerati gli attuali modesti carichi di traffico e l'assenza di ricettori civili lungo la viabilità utilizzata non si prevedono impatti significativi dovuti al transito dei mezzi d'opera.

Per quanto riguarda le emissioni dei mezzi d'opera nei cantieri a mare, si deve considerare che sono ubicati a distanza maggiori del chilometro (cantiere operativo in Banchina Alti Fondali) e che i venti prevalenti soffiano da Sud, spostando verso mare i gas inquinanti.

Nei confronti delle emissioni in atmosfera oltre a quanto detto, il progetto prevede le seguenti misure mitigative:

- utilizzo di mezzi moderni ed efficienti a ridotte emissioni. I mezzi che vengono proposti sono tutti di recente costruzione e quindi conformi alle recenti normative antinquinamento;
- ottimizzazione e riduzione del numero di viaggi per il trasporto di materiali. A tal riguardo la scelta di aumentare l'altezza dei cassoni al fine di aumentare i volumi per il riutilizzo dei materiali consente di ridurre le quantità di materiali da approvvigionare da cava, tale miglioria porta ad una sostanziale riduzione dei viaggi e quindi delle emissioni inquinanti;
- cantiere di impianto di prefabbricazione dei cassoni dotato di impianto per la produzione di calcestruzzi con conseguente eliminazione dei trasporti dei calcestruzzi tramite autobetoniere;
- pavimentazione in conglomerato bituminoso del tratto di strada (oggi costituita da una semplice pista in terra) che va dal cantiere base alla testa del Molo di Ponente con la realizzazione di una base in conglomerato bituminoso prima dell'inizio delle lavorazioni e poi con la realizzazione del binder alla fine dei lavori a ripristino della viabilità. Il primo intervento consente di limitare fortemente la produzione e il diffondersi di polveri. Il secondo (la realizzazione del binder) consente di lasciare all'amministrazione una buona viabilità per raggiungere il prolungamento del Molo di Ponente;
- umidificazione periodica dei cumuli di materiale inerte e delle piste di cantiere in modo da ridurre il diffondersi delle polveri;
- copertura degli scarrabili in modo da ridurre la dispersione delle polveri lungo il percorso dei mezzi al fuori del cantiere;
- installazione di due impianti per il lavaggio delle ruote dei mezzi sia nel cantiere base che nel cantiere operativo in modo da non sporcare la viabilità locale al di fuori del cantiere.

Il progetto inoltre, al termine delle fasi di lavorazione, prevede importanti misure di mitigazione/compensazione e in particolare:

- l'installazione di pannelli solari in grado di coprire il fabbisogno di corrente elettrica assorbita dal sistema di illuminazione proposto.

- l'impianto di 100 piante di essenze locali (diam. max 15cm) che permettono di compensare in parte la produzione di CO2 generata dalla costruzione delle opere in progetto da impiantare in zone indicate dall'amministrazione..

3. ACQUA

3.1. Acque marine

3.1.1. Premessa

Per un corretto dimensionamento delle opere volte a contenere la penetrazione del moto ondoso all'interno del porto, sono stati effettuati numerosi studi finalizzati a definire le caratteristiche meteorologiche e l'andamento delle correnti e del moto ondoso nell'area.

Nei paragrafi seguenti si riportano le conclusioni relative agli studi specialistici già condotti in sede di progettazione preliminare per l'Adeguamento Tecnico Funzionale del PRP vigente, che prevede – come detto - le opere del presente progetto definitivo a meno del nuovo Molo di Levante.

3.1.2. Esposizione geografica

L'analisi dell'esposizione geografica di una stazione di misura del moto ondoso o di un sito costiero si basa sulla determinazione dei *fetch* geografici ed efficaci.

Per *fetch* si intende la lunghezza della porzione di mare sulla quale può avvenire la generazione del moto ondoso ad opera dell'azione esercitata dal vento. In bacini semichiusi di estensione limitata, l'individuazione dei *fetch* può essere eseguita facendo ricorso al concetto di "fetch geografico" che indica la distanza geografica tra il punto di interesse e la terra più vicina in relazione ad una prefissata direzione.

I valori più elevati della lunghezza del fetch geografico si hanno secondo le direzioni che riguardano la costa francese (circa 310°N) e la costa tirrenica italiana (circa 60°N) per le quali la lunghezza del fetch geografico risulta rispettivamente pari a circa

3.1.3. Studio anemologico

La conoscenza del "clima anemologico" locale, cioè della distribuzione di frequenza della velocità e direzione del vento, è di grande importanza in quanto influenza in maniera determinante la scelta della ubicazione e configurazione planimetrica di un porto con particolare riguardo all'orientamento dell'imboccatura.

Inoltre la conoscenza della forza del vento è necessaria per il dimensionamento delle strutture di accosto e per il calcolo degli effetti sulle variazioni del livello marino sotto-costa.

Per una attenta analisi del regime dei venti sono stati acquisiti ed analizzati i dati delle stazioni anemometriche di Alghero (A.M. 520: periodo da gennaio 1951 a dicembre 1977 – quota: 23 m s.l.m.), Asinara (A.M. 502: periodo da gennaio 1951 a marzo 1975 – quota: 115 m s.l.m.), Guardia Vecchia (A.M.506: periodo da gennaio 1951 a dicembre 1973 – quota: 158 m s.l.m.) .

Per le stazioni più simili come esposizione a Porto Torres (Asinara e Guardia Vecchia) i venti locali prevalenti (più frequenti e più intensi) si dispongono secondo l'asse Est - Ovest.

Si nota inoltre che i venti più intensi (con la velocità del vento maggiore di 25 nodi) hanno una frequenza dell'ordine del 15-18% (circa 65 giorni l'anno).

Il porto in esame è collocato in prossimità del golfo dell'Asinara e il regime dei venti locali risente dei forti venti di maestrale provenienti dalla valle del Rodano (Francia) e dai venti provenienti dalle bocche di Bonifacio.

3.1.4. Analisi delle variazioni del livello del mare

La conoscenza delle massime variazioni quasi-statiche del livello marino, dovute a cause diverse (principalmente marea astronomica e "meteorologica"), è necessaria per la corretta progettazione delle quote da assegnare alle opere ed ai fondali di progetto.

Nel zona del Mar Mediterraneo le escursioni del livello del mare sono di fatto modeste; per la stima della componente oscillatoria della marea astronomica le ampiezze ed i tempi di marea sono prevedibili per alcuni porti principali italiani in base alle "Tavole di Marea", pubblicate annualmente dall'Ufficio Idrografico della Marina Militare; per il caso in esame si possono utilizzare i dati forniti per il porto di Porto Torres .

Nei periodi sizigiali si verificano i massimi dislivelli positivi e negativi che raggiungono valori di circa +0.17 m e -0.15 m rispettivamente in alta e in bassa marea rispetto al livello medio marino (massimo dislivello pari a circa 0.32 m). Nelle fasi di quadratura l'escursione è limitata al massimo a ± 0.12 m s.l.m..

Per la definizione della marea meteorologica si distinguono:

- sovrалzo ed abbassamento barico (legati al passaggio dei cicloni ed anticicloni)
- sovrалzo di vento

Infine si devono considerare le variazioni a lungo termine dovute a fenomeni di Eustatismo.

In definitiva è possibile calcolare il massimo sovrалzo lungo riva sommando tutti i diversi contributi di oscillazione del livello marino ma considerando che in generale non si verifica la piena concomitanza per i sovrалzi di carattere meteorologico ed astronomico. Si può cautelativamente assumere una riduzione del 75% per il sovrалzo massimo di carattere meteorologico ed astronomico; in definitiva, a fronte di un sovrалzo massimo assoluto pari a circa 0.56 m (0.17 + 0.35 + 0.04); il massimo livello marino da assumere per la progettazione delle opere può essere posto pari a + 0.50 m sopra il medio mare.

Il minimo abbassamento del livello marino è pari alla somma dell'oscillazione di marea (15 cm) e dell'abbassamento barico (27 cm), ed è uguale a circa 42 cm; anche in questo caso si può ammettere un abbattimento del 25% dell'oscillazione massima,

pertanto il minimo livello da assumere per la progettazione delle opere è pari a 0.32 m sotto il medio mare ($0.42 \times 0.75 = 0.32$ m).

3.1.5. Caratterizzazione del clima ondoso al largo

Per la definizione del clima di moto ondoso e dell'onda di progetto, non essendo presenti all'interno del golfo dell'Asinara delle boe ondometriche (ad eccezione di quella di Fiume Santo, gestita dall'ENEL e parzialmente utilizzabile sia perché non direzionale e sia a causa del breve tempo di funzionamento 1984 - 1986) si è fatto riferimento alla ricostruzione ("hindcasting") del moto ondoso da parte del centro meteorologico europeo (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF), corretto dell'errore sistematico, presente in questi tipo di modello, con i dati misurati dalla boa ondometrica direzionale di Alghero, della Rete Ondometrica Nazionale gestita dall'ISPRA.

L'analisi del clima di moto ondoso consiste nel suddividere gli eventi di moto ondoso in base al valore dell'altezza d'onda significativa ed alla direzione di provenienza al fine di individuare la frequenza di accadimento di ogni singola classe di eventi.

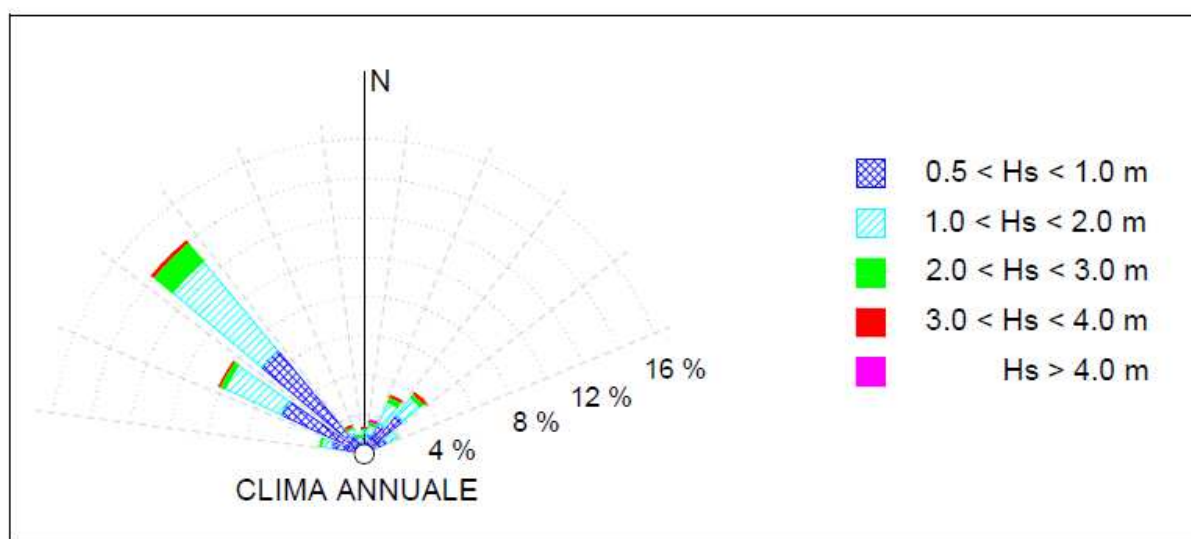


Figura 3.1: Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso al largo di Porto Torres

Dall'analisi dei risultati si evince che al largo di Porto Torres gli stati di mare caratterizzati da altezze d'onda più elevate provengono dal settore di traversia nord-est (350-70°N). In particolare emergono le seguenti caratteristiche del clima d'onda annuale:

1. la percentuale degli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 0,5 m è pari a circa il 46%, in accordo con i valori registrati dalla boa di Fiume Santo;

2. gli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 0,5 m provengono per il 62% dal settore 280-350°N, per il 30% dal settore 350-70°N e per il rimanente 8% dalle altre direzioni;
3. gli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 0,5 m e provenienti dai settori 280-350°N e 350-70°N hanno rispettivamente altezza d'onda inferiore a 2,0 m per il 92% e per il 93% dei casi;
4. nel settore di traversia 350-70°N, in due casi, si sono verificate altezze d'onda superiori a 4,0 m, mentre nel settore 280-350°N le massime onde sono risultate pari a 3.8 m.

A seguito di una elaborazione statistica della serie di eventi di moto ondoso, ricostruita al largo di Porto Torres è stato possibile definire le altezze d'onda significative associate a vari tempi di ritorno, applicando la metodologia P.O.T definita da "Goda" ed utilizzando le comuni formulazioni di regolarizzazione statistica (Gumbel e Weibull).

3.1.6. Eventi estremi di moto ondoso

Al fine di individuare la frequenza di accadimento di ogni singola classe di eventi, è stata effettuata una classificazione degli eventi di moto ondoso in base al valore dell'altezza d'onda significativa e del periodo.

Sulla base di metodi statistici che hanno preso in esame il valore massimo di altezza d'onda che si verifica nell'ambito di una singola mareggiata della serie storica, sono stati selezionati gli "eventi di picco". L'omogeneità dei dati di solito viene assicurata raggruppando gli stessi dati in eventi caratterizzati da una simile genesi meteorologica. Ciò normalmente si traduce nel separare i valori massimi di altezze d'onda registrati in distinti settori di provenienza degli stati di mare.

Nel diagramma polare riportato di seguito, per ciascuna mareggiata individuata, sono stati riportati i valori di altezza d'onda significativa registrati al colmo dell'evento. L'analisi del diagramma permette di dividere il settore di traversia in due settori rispettivamente di nord-ovest (280-350 °N) e di nord-est (350-70 °N).

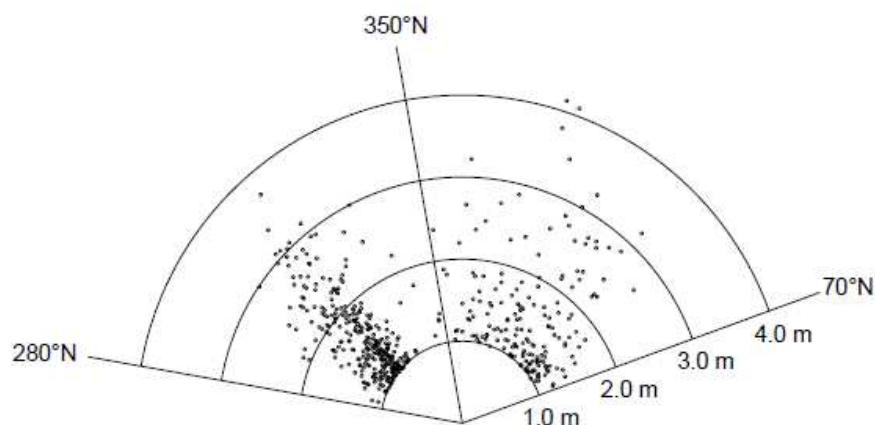


Figura 3.2: Diagramma polare delle mareggiate con altezza d'onda al colmo superiore a 1.0 metri

Gli stati di mare caratterizzati da una altezza d'onda significativa (H_s) superiore alla soglia individuata sono stati quindi oggetto di una elaborazione statistica al fine di ricavare, mediante una regolarizzazione degli eventi estremi secondo funzioni probabilistiche, le caratteristiche del moto ondoso da associare ad assegnati tempi di ritorno (o probabilità di occorrenza).

Settore Nord Ovest

Tr Anni	GUMBEL		WEI(.75)		WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	3.35	0.25	3.34	0.41	3.44	0.48	3.45	0.41	3.45	0.27
10	3.54	0.31	3.56	0.54	3.67	0.63	3.65	0.53	3.62	0.33
25	3.79	0.40	3.87	0.74	3.99	0.86	3.92	0.70	3.85	0.42
50	3.98	0.47	4.11	0.90	4.24	1.06	4.11	0.85	4.01	0.50
100	4.17	0.55	4.35	1.08	4.49	1.28	4.31	1.01	4.17	0.58

Settore Nord Est

Tr Anni	GUMBEL		WEI(.75)		WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	3.78	0.27	3.82	0.53	3.92	0.61	3.86	0.46	3.82	0.30
10	4.03	0.33	4.14	0.68	4.23	0.79	4.11	0.57	4.03	0.36
25	4.35	0.41	4.57	0.90	4.63	1.05	4.42	0.74	4.28	0.45
50	4.59	0.48	4.91	1.08	4.95	1.28	4.65	0.89	4.47	0.53
100	4.84	0.55	5.25	1.27	5.27	1.52	4.88	1.04	4.65	0.61

Tabella 3-1: Valori dell'altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno e delle diverse leggi di regressione

3.1.7. Caratterizzazione del clima ondoso sottocosta

Per definire le condizioni di moto ondoso in prossimità delle opere è stato eseguito uno studio di propagazione del moto ondoso da largo a riva. A tal fine è stato neces-

sario in primo luogo scegliere il modello numerico più appropriato per lo studio in questione.

La serie di dati ondametrici inizialmente trasposta dal punto di griglia ECMWF al largo di Porto Torres è stata riportata sotto costa utilizzando il modello numerico di propagazione spettrale MEROPE.

La prima fase dello studio della rifrazione ha richiesto la digitalizzazione dei valori di profondità ricavati da carte nautiche con la costruzione di un adeguato reticolo batimetrico.

Al fine di ottenere un quadro completo del regime di moto ondoso sottocosta, che caratterizza la porzione di falcata costiera di interesse, è stata condotta l'applicazione del modello ad un punto di rifrazione posto di fronte a Porto Torres su un fondale di 15 m, posto in prossimità dell'imboccatura portuale.

Dall'analisi dei risultati si evince che al largo di Porto Torres gli stati di mare più frequenti e caratterizzati da altezze d'onda più elevate provengono dal settore di traversia nord-est (350-70°N). In particolare emergono le seguenti caratteristiche del clima d'onda annuale:

1. la percentuale degli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda superiore a 0,5 m è pari a circa il 15%;
2. gli eventi caratterizzati da un'altezza d'onda significativa superiore a 2,0 m per il 0.6% (2 giorni all'anno);
3. le massime onde sono risultate pari a 3.49 m e in soli 4 casi si sono verificate altezze d'onda superiori a 3,0.

3.1.8. Agitazione interna

Lo studio è stato condotto (ai sensi del D.M. 14/4/1998) applicando il modello matematico agli elementi finiti denominato SMS (Surfacewater Modeling System), che risolve le equazioni non lineari per le acque basse (non linear shallow water equations).

Sono stati esaminati gli scenari che prevedono come forzanti di moto ondoso gli eventi rappresentativi sia delle condizioni di operatività ordinaria, raggiungibili qualche volta nel corso dell'anno ($H=1\text{m}, T=5\text{s}$; $H=2.5\text{m}, T=7\text{s}$; $H=4.0\text{m}, T=8.5\text{s}$), sia delle condizioni più rare e gravose associate a tempeste con tempo di ritorno decennale e cinquantennale ($H=4.3\text{m}, T=9.0\text{s}$; $H=4.5\text{m}, T=9.0\text{s}$).

Tale studio è stato condotto con l'obiettivo di fornire indicazioni oggettive sulla validità e funzionalità della nuova imboccatura portuale proposta dall'Adeguamento Tecnico Funzionale in relazione alle condizioni di sicurezza delle imbarcazioni sia in fase di stazionamento che durante le manovre di ingresso ed uscita dal porto.

In particolare sono stati messi a confronto, per tre diversi schemi portuali scelti per il Porto Civico di Porto Torres, che rappresentano rispettivamente lo stato attuale, la

configurazione di Piano Regolatore Portuale vigente e la configurazione proposta dal presente Adeguamento Tecnico Funzionale, i valori del campo d'onda riflesso ed i livelli di agitazione ondosa residua all'interno del porto civico.

Dall'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione del modello, si evidenzia come in generale il moto ondoso incidente propagandosi all'interno dello specchio portuale viene rapidamente attenuato per effetti di diffrazione e riflessione parziale causati dalle opere che delimitano il bacino stesso.

La riduzione del livello di agitazione ondosa all'interno del bacino portuale ed in particolare in corrispondenza delle banchine interne del Molo di Levante migliorano progressivamente passando dalla configurazione di Piano Regolatore a quella di Adeguamento Tecnico Funzionale.

La scala di rappresentazione dei valori dell'altezza d'onda (m) mostra come le nuove opere previste per il Porto Civico siano tali da garantire per tutti gli scenari di moto ondoso simulati, livelli di agitazione ondosa residua pienamente accettabili in relazione alle condizioni di sicurezza delle navi e delle imbarcazioni sia durante lo stazionamento sia durante le manovre di ingresso e uscita dal porto.

Il dominio di calcolo è stato limitato da una linea semicircolare che rappresenta le condizioni in mare aperto, sufficientemente distante dall'area interessata dal nuovo porto civico secondo le configurazioni prese in esame, lungo la quale sono state imposte le seguenti forzanti di moto ondoso.

<i>Altezza d'onda</i>	<i>Periodo</i>	<i>Direzione</i>
$H_i = 1.0 \cdot m$	$T = 5 \cdot s$	$70^\circ N$
$H_i = 4.0 \cdot m$	$T = 8.5 \cdot s$	$20^\circ N - 50^\circ N$
$H_i = 4.3 \cdot m - H_i = 4.5 \cdot m$	$T = 9.0 \cdot s$	$20^\circ N - 50^\circ N$

Figura 3.3: Forzanti di moto ondoso imposte come condizioni al contorno per il modello CGWAVE



Figura 3.4: Configurazione di Adeguamento Tecnico Funzionale: indicazione dei coefficienti di riflessione adottati per le simulazioni effettuate con il modello CGWAVE

Nella tabella di seguito riportata sono indicate le caratteristiche del moto ondoso residuo all'interno del bacino protetto, lungo le banchine interne del Molo di Levante per le tre configurazioni analizzate e per le condizioni di moto ondoso prese in considerazione.

Configurazione	Direzione (°N)	Altezza d'onda (m)	Periodo (s)	Valore massimo dell'altezza d'onda (m)
Stato Attuale	20	4.00	8.50	0.50
	20	4.30	9.00	1.00
	20	4.50	9.00	1.00
	50	4.00	8.50	2.00
	50	4.30	9.00	2.00
	50	4.50	9.00	2.00
	70	1.00	5.00	0.30
P.R.P. Vigente	20	4.00	8.50	1.00
	20	4.30	9.00	1.00
	20	4.50	9.00	1.00
	50	4.00	8.50	1.80

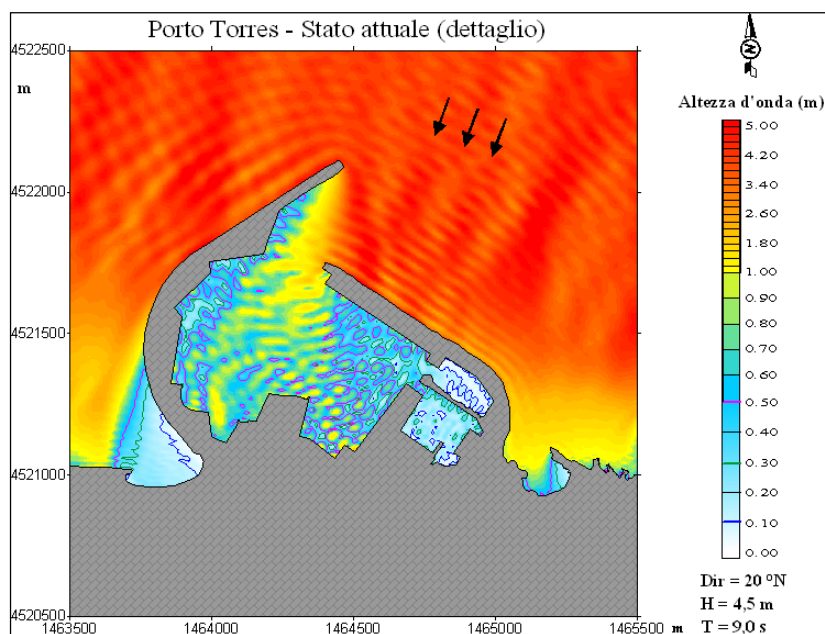
	50	4.30	9.00	1.80
	50	4.50	9.00	1.80
	70	1.00	5.00	0
A.T.F.	20	4.00	8.50	0.20
	20	4.30	9.00	0.30
	20	4.50	9.00	0.30
	50	4.00	8.50	0.50
	50	4.30	9.00	0.80
	50	4.50	9.00	0.90
	70	1.00	5.00	0.30

Tabella 3-2: valori massimi dell'altezza d'onda lungo le banchine di ormeggio

Esaminando in dettaglio i risultati ottenuti dalle diverse simulazioni si nota che, anche nelle condizioni più gravose, le modifiche da apportare alle opere esterne del porto civico di Porto Torres previste nel Piano Regolatore Portuale vigente proposte dal presente Adeguamento Tecnico Funzionale, garantiscono una sensibile riduzione dei livelli di agitazione ondosa residua all'interno del porto stesso con evidenti miglioramenti sulle condizioni di sicurezza sia delle navi che effettuano le manovre di ingresso e di uscita dal porto, sia per quelle che effettuano le manovre di accosto ed ormeggio alle banchine interne del Molo di Levante sia per lo svolgimento delle operazioni di imbarco e di sbarco dei traghetti ormeggiati alle suddette banchine.

In particolare nella configurazione delle opere di difesa di Adeguamento Tecnico Funzionale proposta, nell'area di evoluzione posta all'interno dell'avamposto, per entrambe le direzioni di provenienza dei moti ondosi più intensi (20°N e 50°N), i livelli di agitazione ondosa si riducono di oltre il 50% rispetto alla configurazione di P.R.P., passando da altezze d'onda medie dell'ordine di 2.00÷2.50 m a valori mediamente inferiori ad 1.00 m. Analogamente lungo le banchine interne del Molo di Levante, ed in particolare in corrispondenza della banchina più interna dove si osservano attualmente i valori più elevati di altezza d'onda residua, si realizza una analoga riduzione dei livelli di agitazione ondosa e le altezze d'onda massime passano da valori massimi dell'ordine di 1.00÷1.80 m a valori di 0.20÷0.90 m.

Configurazione attuale



Configurazione di Adeguamento Tecnico Funzionale

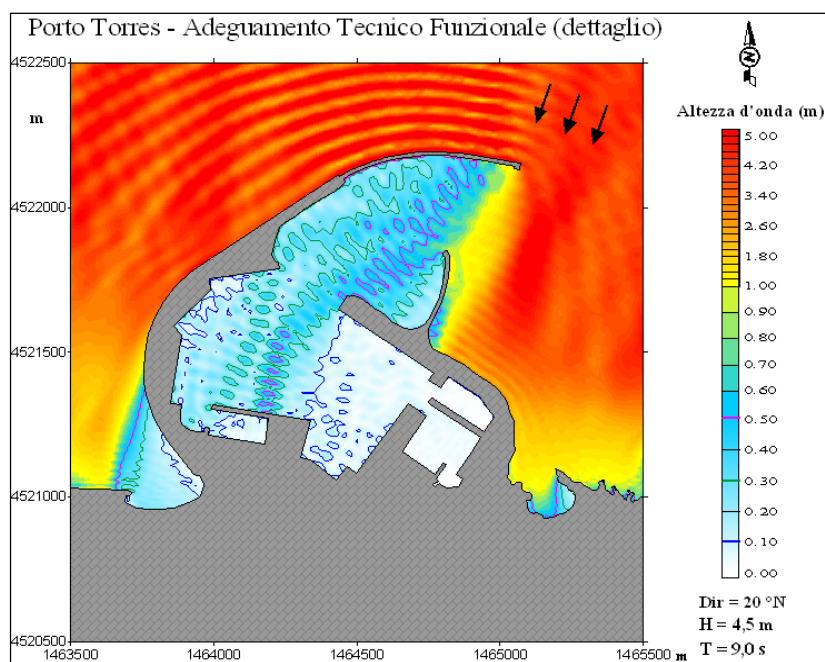
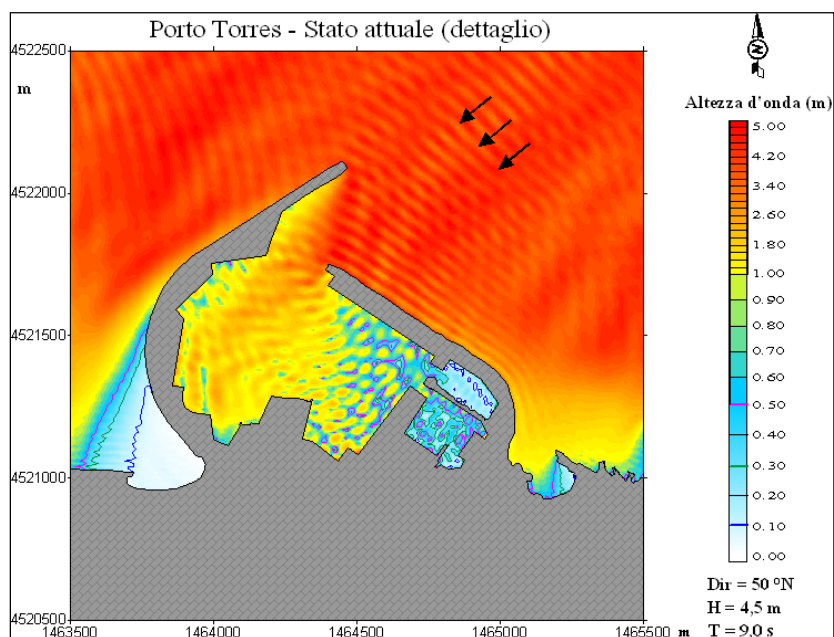


Figura 3.5: Agitazione ondosa interna simulata con il modello CGWAVE (Dir=20°N;H =4.5 m; T=9.0 s)

Configurazione attuale



Configurazione di Adeguamento Tecnico Funzionale

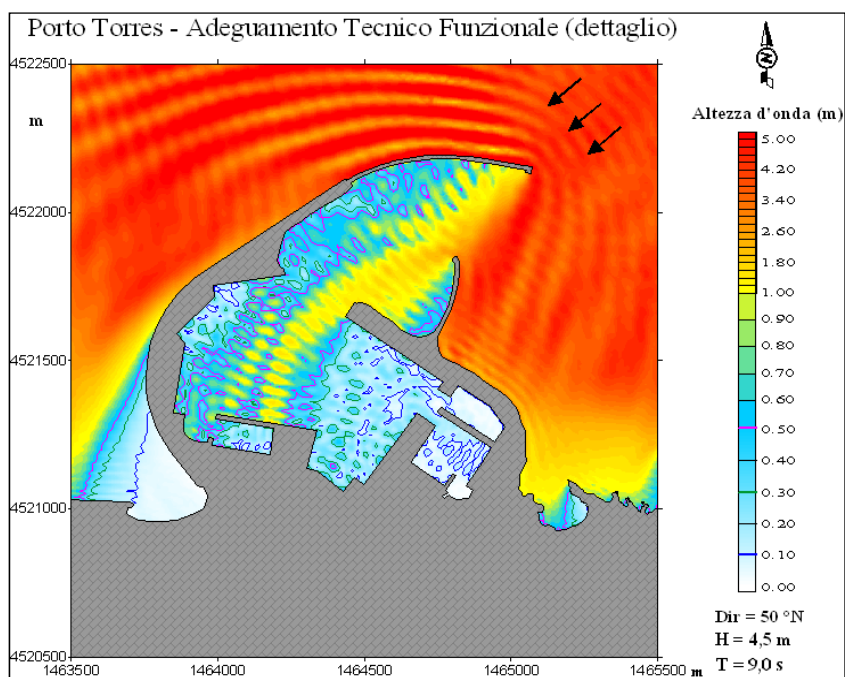


Figura 3.6: Agitazione ondosa interna simulata con il modello CGWAVE (Dir=50°N;H =4.5 m; T=9.0 s)

Per i moti ondosi provenienti dalla direzione 70°N, a causa della minore protezione fornita dal Molo di Ponente, nella configurazione di Adeguamento Tecnico Funzionale risultano livelli di agitazione residua generalmente superiori di quelli corrispondenti alla configurazione di P.R.P. Peraltro, considerato che da tale direzione le caratteristiche del moto ondoso in corrispondenza dell'imboccatura portuale sono decisamente meno gravose che per le altre direzioni (Hs= 1.00 m), i livelli di agitazione ondosa residua all'interno di tutto il bacino portuale, anche nella configurazione di A.T.F., raggiungono valori (30 cm) che non influenzano in alcun modo l'operatività degli attracchi.

Le simulazioni condotte confermano inoltre, nell'attuale configurazione delle opere di difesa del porto, la mancanza di una adeguata protezione dall'ingresso dei moti ondosi provenienti dal settore di traversia analizzato (da 20°N a 70°N).

La configurazione proposta dall'Adeguamento Tecnico Funzionale garantisce una maggiore protezione dalle onde proveniente dall'intero settore di traversia principale (settore di tramontana-levante) riducendo in maniera significativa i valori dell'altezza d'onda residua lungo tutte le banchine e nelle zone destinate all'evoluzione delle imbarcazioni, con notevoli vantaggi sulla sicurezza e sull'operatività del porto.

3.1.9. Tendenze evolutive dei litorali prossimi al porto

Nel presente SIA è stato condotto uno studio teso a valutare in primis le tendenze evolutive dei litorali e quindi i probabili effetti dell'opera su larga scala ed in prossimità del porto attraverso un apposito modello (*QRPe S2 - Studio specialistico 2. Morfodinamica costiera: analisi storica ed aggiornamento del modello di analisi del campo d'onda incidente sul lungomare Balai*).

Per ciò che concerne le tendenze attuali l'analisi storica è stata condotta sui tre tratti costa ad est del porto (non ad ovest essendoci il porto industriale).

1. Sub-unità fisiografica compresa tra il porto civico ed il promontorio di San Gavino – estensione complessiva circa 900 m;
2. Sub-unità fisiografica compresa tra il promontorio di San Gavino e la spiaggia del SIC di Platamona - estensione complessiva circa 3.8 Km
3. Sub-unità fisiografica comprendente la spiaggia del SIC di Platamona - estensione complessiva di circa 10 Km

Il primo tratto, in cui sono presenti pocket beach artificiali, appare stabile e le modellazioni numeriche confermano il dato, anche a seguito del prolungamento del molo. Il secondo tratto è prevalentemente roccioso, pertanto non soggetto a fenomeni erosivi. Per il terzo tratto, la spiaggia del SIC, i risultati hanno manifestato una complessiva stabilità, vi sono stati negli ultimi anni dei fenomeni locali di erosione che complessivamente non hanno alterato l'andamento della linea di costa. Tanto l'analisi storica,

quanto le argomentazioni tecniche, mostrano come non vi siano collegamenti tra i fenomeni a carico del SIC e le opere portuali.

Per tutti i dettagli si rinvia al già citato documento specialistico *QRPe S2*.

3.1.10. Aspetti qualitativi

Tra l'Ottobre del 2006 ed il Dicembre del 2007 è stato effettuato un transetto in mare per valutare la qualità delle acque marino-costiere alla foce del Riu Mannu di Porto Torres ("Monitoraggio corpi idrici D.Lgs. 152/99 e ss.mm. – Relazione periodo ottobre 2006 dicembre 2007" – ARPA Sardegna).

Il transetto è stato orientato in modo perpendicolare alla costa considerando tre stazioni le cui coordinate geografiche sono riportate nella tabella seguente:

ID corpo Idrico	ID Stazione	LOCALITA	Coord X	Coord Y
AM7032	M131SS	Foce del Riu Mannu	1448355,61	4521526,68
AM7032	M132SS	Foce del Riu Mannu	1448361,74	4522033,32
AM7032	M133SS	Foce del Riu Mannu	1448386,31	4524035,91

Tabella 3-3: coordinate geografiche delle stazioni utilizzate per il transetto

Di seguito, l'ubicazione in pianta del transetto.

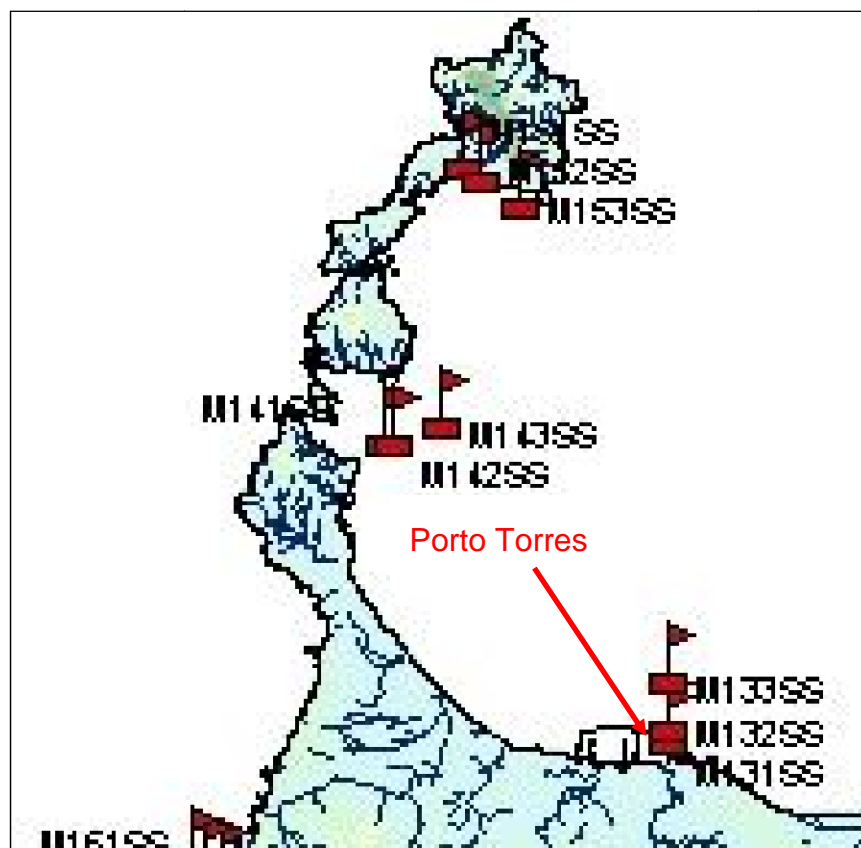


Figura 3.7: Ubicazione del transetto

L'analisi dei dati è stata condotta calcolando l'indice di diversità di Shannon-Weaver (di seguito indicato H'), che ha permesso di osservare le variazioni spazio-temporali della biodiversità fitoplanctonica all'interno del transetto.

L'indice di Shannon-Weaver è un indice utilizzato frequentemente per calcolare la distribuzione delle abbondanze delle specie, definito da $H' = -\sum (n_j/N) \log_2(n_j/N)$, dove n_j è il numero di individui della specie j -esima e N il totale degli individui. Maggiore è il valore dell'indice, maggiore è la diversità.

Di seguito l'immagine che riassume i risultati ottenuti:

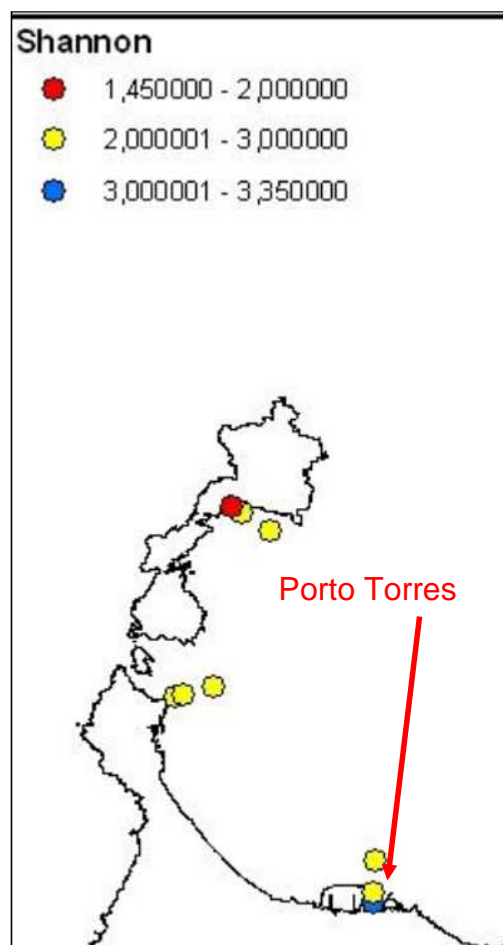


Figura 3.8: indice di Shannon-Weaver

In generali si è evidenziato che è presente un gradiente riguardo lo stato di ossigenazione con valori più elevati nel punto più a terra ma comunque superiore al 80% della percentuale di saturazione. I valori microbiologici inerenti gli Enterococchi sono nell'ordine di 102 di u.f.c./100 ml.

Le maggiori densità fitoplanctoniche si registrano sempre nella stazione più prossima alla costa (intorno a 106 cell/l di media) e decrescono decisamente nella stazione di

chiusura (105 cell/l di media). L'indice di Shannon si mantiene pressoché costante con una media annua, tra le stazioni, di 2.95.

3.1.11. Ricambio idrico del bacino

Il sistema di vivificazione delle acque portuali è attualmente in corso di progettazione (si veda verifica di ottemperanza al Decreto di VIA sul PRP). È viceversa già posto in opera un sistema naturale di ricircolo delle acque tra il bacino turistico e peschereccio consistente in una serie di tubi di ampia sezione che attraversano il molo di separazione. Se ne riporta di seguito indicazione planimetrica e testimonianza fotografica.

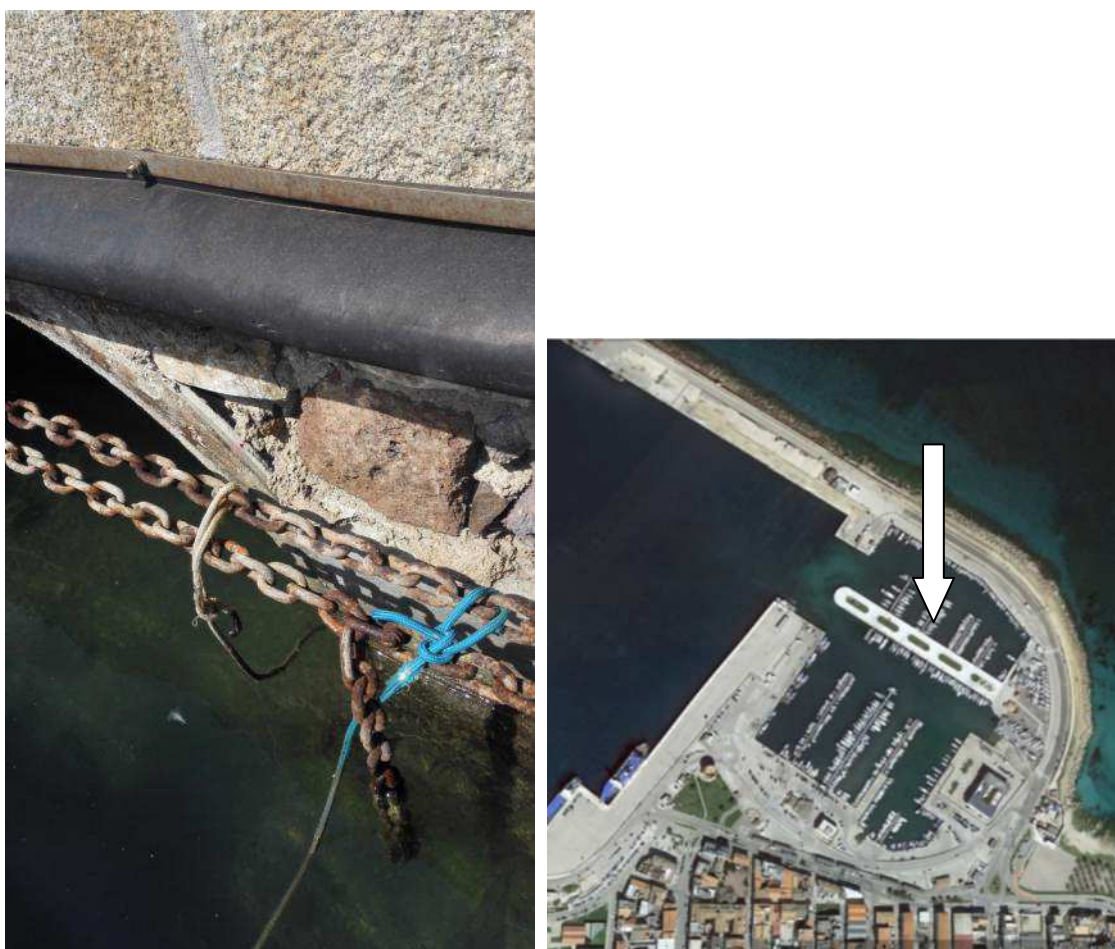


Figura 3.9 tubi di ricircolo presenti sul molo turistico - peschereccio

3.2. Acque superficiali

L'area di intervento ricade nel territorio dell'Unità Idrografica Omogenea (U.I.O.) del Riu Mannu di Porto Torres così come definita nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Sardegna.

Il bacino del Riu Mannu di Porto Torres, si sviluppa in una vasta area della Sardegna nord-occidentale, all'interno dell'area denominata "Fossa Sarda", quest'ultima è stata interessata in diversi periodi da ripetute trasgressioni e regressioni marine e da numerose manifestazioni vulcaniche.

A seguito dei movimenti che hanno dato origine alla "Fossa Sarda", questo territorio è stato invaso dal mare e ricoperto da imponenti coltri sedimentarie dalla cui emersione si è originato un esteso altopiano.

L'area nel quale si sviluppa il corso d'acqua è caratterizzata da una serie di colline di media altezza, da falsipiani e tavolati modellati nei sedimenti calcarei di età miocenica.

In alcuni punti i calcari poggiano sulle vulcaniti oligo-mioceniche costituite da Rioliti, Riodaciti, Daciti.

Nella parte Nord-Ovest del bacino sono presenti dei depositi carbonatici di piattaforma costituiti da calcari e dolomie e calcari dolomitici di età Trias-medio-Cretaceo superiore.

L'U.I.O. del Mannu di Porto Torres ha un'estensione di circa 1238,69 Km². Il bacino principale, che prende il nome dal fiume principale, si estende nell'entroterra per circa 670 km². È caratterizzato da un'intensa idrografia dovuta alle varie tipologie rocciose attraversate. Il Riu Mannu e i suoi emissari hanno un andamento lineare, ortogonale alla linea di costa; esso ha origine nella zona comunale di Cheremule e Bessude. I principali affluenti del Rio Mannu sono: in destra, il Rio Bidighinzu, il Rio Mascari e il Rio di Ottava; in sinistra il Rio Minore e il Rio Ertas.

3.2.1. Aspetti qualitativi

Il Riu Mannu di Porto Torres risulta essere monitorato da 4 stazioni, come descritto dalla seguente tabella:

LOCALITA	CODICE PRECEDENTE	ID_STAZ	CORPO IDRICO	BACINO	AREA (Km ²)
Ponte Tattaresu	11a01	02110103	Fiume Temo	Temo	840
Ponte Mannu	11p02	02110102	Fiume Temo	Temo	
Ponte Mamuntanas	12a01	01910102	Rio Serra	Rio Barca	354
Las Concias*	12p01	01910101	Rio Barca	Rio Barca	
Su Mattone*	12p02	01910103	Rio Su Mattone	Rio Barca	
Piani Li Colti	14p01	01820102	Rio Mannu di P. Torres	Rio Mannu di P. Torres	671
Ponte Colombo*	14p01-bis	01820101	Rio Mannu di P. Torres	Rio Mannu di P. Torres	
San Salvatore	14p02	01820103	Rio Mannu di P. Torres	Rio Mannu di P. Torres	
Funtana Sa Fiqu Chia	14p03	01820104	Rio Mannu di P. Torres	Rio Mannu di P. Torres	

Il monitoraggio effettuato nel 2007 ha fornito i seguenti risultati:

LOCALITA	Cod.	ID_STAZ	IBE				IBE 2007	LIM 2007	SECA 2007
			I Trim.	II Trim.	III Trim.	IV Trim.			
Ponte Tattaresu	11a01	02110103	9.6	10.0			9.80	310	II
Ponte Mannu	11p02	02110102	11.0	10.0	10.6	9.0	10.15	130	III
Ponte Mamuntanas	12a01	01910102	9.6	10.0	9.0	6.0	8.65	230	III
Las Concias*	12p01	01910101						160	III
Su Mattone*	12p02	01910103						270	II
Piani Li Colti	14p01	01820102						65	IV
Ponte Colombo*	14p01-	01820101						60	IV
San Salvatore	14p02	01820103			4.0	4.0	4.00	50	V
Funtana Sa Fiqu Chia	14p03	01820104	9.0	8.0	9.0	9.0	8.75	155	III

LEGENDA:

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
IBE	≥ 10	8 - 9	6 - 7	4 - 5	1 - 2 - 3
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Sulla stazione di chiusura, 14P01-bis – Ponte Colombo, quella più vicina all'area di intervento, non viene effettuata l'analisi dei macroinvertebrati.

l'IBE non è in grado di fornire informazioni per la stazione 14p01 - Piano Li Colti, a valle dei maggiori impianti di depurazione (Ottava – Funtana Veglina) e soggetta a forti pressioni di tipo antropico (sia industriale, sia agricolo). Non è stato possibile infatti eseguire i campionamenti a causa sia dell'elevata profondità, sia per la turbolenza dell'acqua, condizioni che perdurano per buona parte dell'anno.

La stazione 14p02 – San Salvatore presenta bassi valori dell'IBE per entrambi i campionamenti del 2007, supportati dall'analisi dei parametri chimico-fisici e microbiologici che mettono in evidenza un elevato carico organico.

La stazione denominata 14p03 – Funtana Sa Figù Chia evidenzia, nei valori raggiunti, l'assenza delle forti pressioni a cui sono sottoposti i due punti di campionamento, anche in questo caso il valore dell'IBE descrive, in entrambi gli anni, uno stato di qualità dell'ambiente migliore di quello fornito dai macrodescrittori. L'andamento dei macroinvertebrati risulta infatti stabile stagionalmente, collocando la porzione del corpo idrico in esame all'interno di un range di sufficienza.

E' stato possibile campionare la stazione con le richieste previste per tutto il 2007. Da un'analisi generale dei LIM si riscontra la classe III per il punto 14P03, la classe IV per il punto 14P01, la classe V per il punto 14P02.

E. coli risulta presente con valori molto variabili che vanno, ad esempio su 14P02, dai 590.000 u.f.c./100 ml osservati a Novembre 2006 fino a 20 u.f.c./100 ml di Giugno 2007. Il picco di *E. coli* su 14P01-bis è pari a 340.000 u.f.c./100 ml a Febbraio 2007 e su 14P02 è di 600.000 u.f.c./100 ml a Giugno 2007. I valori risultano al massimo nell'ordine delle centinaia su 14P03, stazione a monte del bacino.

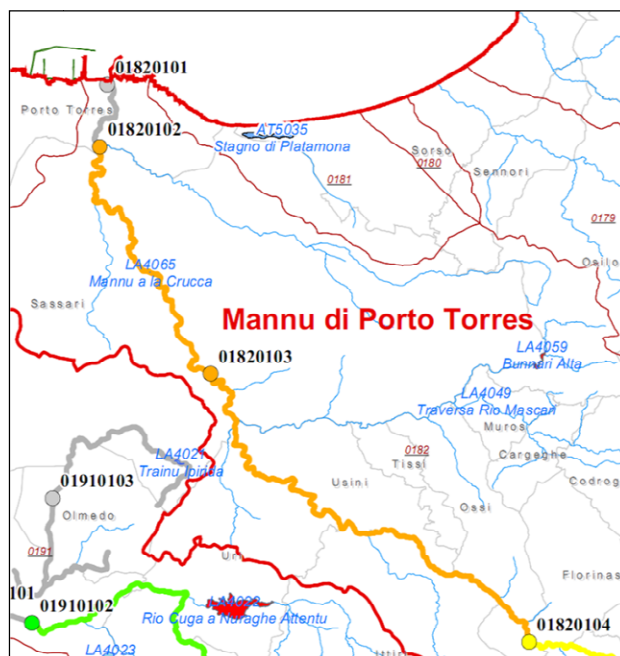


Figura 3.10: ubicazione delle stazioni di monitoraggio del Riu Mannu di Porto Torres

3.3. Acque sotterranee e aspetti idrogeologici

L'area di studio è caratterizzata da un assetto idrogeologico dettato dalla litologia prevalente che si rinviene nell'area: in maggioranza una litologia detritico-carbonatica Oligo-miocenica che si rinviene in tutto il Sassarese.

L'unità idrogeologica è quella detritico-carbonatica oligo-miocenica inferiore costituita da conglomerati, arenarie, marne, tufiti, calcari di ambiente marino con permeabilità complessiva medio-alta per porosità e subordinatamente per fessurazione e/o carsismo (calcari); localmente mediobassa in corrispondenza dei termini marnosi e vulcanici. Sono poi presenti anche conglomerati e arenarie con matrice generalmente argillosa, siltiti e argille, con locali intercalazioni di tufi e di calcari selciosi di ambiente continentale con permeabilità per porosità bassa.

A tale unità idrogeologica è associato il corpo idrico denominato "detritico-carbonatico oligo-miocenico di Porto Torres" che ha un'estensione di circa 16,6 km².

3.3.1. Aspetti qualitativi

L'area di intervento ricade nel territorio attribuito all'acquifero detritico-carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese, come mostrato nel seguente stralcio tratto dalla tavola 4c – Acquiferi sedimentari terziari alla scala 1:250.000 del Piano di Tutela delle Acque – Piano Stralcio di Settore del Piano di Bacino:

Classe	Descrizione
Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche.
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione.
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti.
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in

3.4. Effetti degli interventi previsti dal progetto

3.4.1. Premessa

Di seguito sono analizzati gli impatti associati al proposto intervento, sia nella fase di realizzazione sia in quella di esercizio, nei confronti degli aspetti legati all'ambiente idrico.

Sommariamente, per quel che riguarda le acque marine, si ritiene che i maggiori impatti siano connessi alle attività portuali e quindi sia ai rischi di sversamenti sia all'insieme di operazioni che potrebbero determinare un peggioramento delle caratteristiche qualitative delle acque.

E' evidente, tuttavia che, essendo tale intervento un "ampliamento" di un porto già esistente, le alterazioni prevedibili s'inseriranno in un ambiente in parte alterato.

Gli impatti in fase di costruzione sono principalmente riconducibili alle operazioni necessarie per la realizzazione degli interventi in progetto che determineranno un'alterazione delle caratteristiche qualitative delle acque.

Per la trattazione di alcuni aspetti relativi alla realizzazione delle principali opere, si rimanda anche ai paragrafi relativi agli impatti riferiti alla componente "suolo".

3.4.2. Fase di costruzione

Dall'analisi delle caratteristiche degli interventi in progetto ed in seguito alla caratterizzazione dell'ambiente effettuata, si può prevedere che gli unici impatti si registreranno nei confronti delle acque marine, durante la fase lavorazione (salpamenti, demolizioni, messa in opera dei cassoni, ecc.) e di escavo.

Nei confronti delle acque superficiali non sono prevedibili impatti.

Le principali interferenze saranno dovute proprio alla tipologia degli interventi proposti, che prevedono la rimozione dello strato superficiale per la posa dei cassoni, salpamenti, ecc. e il dragaggio di un volume complessivo non superiore a 18.000 m³.

Relativamente allo smaltimento dei fanghi provenienti dai dragaggi, si procederà alla caratterizzazione ambientale degli stessi prima di definire il sito idoneo. Le attività pregresse svolte in porto e il confinamento fisico (rappresentato dall'esistente Molo di Ponente) con l'adiacente porto industriale, lasciano presupporre un sostanziale rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione.

Inoltre, come detto al par. 4.7, precedenti caratterizzazioni eseguite su sedimenti all'interno del porto (Banchina Segni – Dogana), hanno dimostrato il sostanziale rispetto dei limiti di legge.

Tuttavia, l'asportazione del materiale dai fondali significa movimentare inquinanti presenti nel sedimento (sia pure in ridotte quantità). L'attività di escavo, crea un disturbo e una risospensione di fango che cambiano la chimica dell'ambiente circostante, portando ad una potenziale reintroduzione delle sostanze inquinanti in acqua.

Inoltre, gli impatti principali nei confronti delle acque marine sono connessi alle fasi di escavazione dei fondali e relativo aumento del materiale in sospensione, che determina una riduzione della trasparenza delle acque.

Durante le operazioni escavo, inoltre si formano delle buche o solchi sul fondale marino per effetto dell'aspirazione e del trascinarsi del materiale e l'acqua e gli inerti in eccesso vengono ributtati in mare, con la conseguente formazione di pennacchi torbidi lungo tutta la colonna d'acqua.

La produzione e relativa dispersione di sedimenti fini, oltre che dalle attività di dragaggio, sarà determinata anche dalle operazioni di posa in opera di massi, da getti subacquei di calcestruzzo e da tutte le operazioni di lavoro in mare.

I principali fattori impatti, legati alle fasi di realizzazione degli interventi sono attribuibili a:

- Impatto Fisico-Biologico. La rimozione del substrato operata dalle draghe, provoca la distruzione dell'infauna e dell'epifauna e la formazione dei solchi e dei buchi durante le operazioni di dragaggio, anche limitato, determina un cambiamento sostanziale nella struttura del fondo marino. In genere l'entità del danno dipende dalla natura, dall'entità e dalla durata delle operazioni di dragaggio, dal tipo di sedimento che viene rimosso e dalla quantità di stress che una comunità presente, vegetativa o animale, riesce a sopportare.
- Impatto chimico. L'attività di dragaggio e movimentazione di sedimenti protratta nel tempo, crea un'alterazione delle caratteristiche fisiche dell'acqua (aumento della torbidità) ed una re-introduzione di sostanze inquinanti nella colonna d'acqua.

Allo scopo di mitigare l'impatto delle attività di lavorazione sulle acque marine, il progetto prevede di utilizzare sistemi di panne mobili galleggianti, dotate di appendice

zavorrata regolabile ancorata sul fondo, in grado di garantire il confinamento su fondali di vari livelli.

Inoltre, i massi di idonea categoria, prima di essere posati in mare per la formazione dello strato filtro e della mantellata, saranno lavati presso le stesse cave di prelievo.

3.4.3. Fase di esercizio

Nei confronti delle acque marine, l'esercizio di un porto può determinare un forte impatto dovuto all'insieme delle operazioni che si svolgono al suo interno.

Nel caso specifico, tuttavia, gli interventi sono finalizzati unicamente ad aumentare la sicurezza del porto, prevedendo l'ampliamento di un avamposto in adiacenza ad uno scalo portuale esistente le cui caratteristiche ambientali risultano quindi già alterate.

Il progetto in esame non comporta l'aumento dei transiti navali.

Per quanto detto, quindi, gli impatti previsti a seguito della realizzazione delle opere sono della stessa natura e magnitudo degli attuali impatti in corso, legati alla normale funzione di un porto.

Il traffico marittimo è tra le cause fondamentali dell'inquinamento marino all'interno del bacino portuale, dove, a causa della ridotta diluizione operata dall'acqua di mare si possono registrare delle concentrazioni di inquinanti estremamente elevate.

Si individuano tre fattori di inquinamento idrico che schematicamente è possibile suddividere in classi, a seconda della loro provenienza:

- Sostanze organiche, nutrienti e microbiotiche contenute nelle acque reflue scaricate a mare;
- Inquinanti chimici derivanti dalle attività nautiche; fra questi, si citano i carburanti (contenenti metalli pesanti ed idrocarburi) utilizzati dalle imbarcazioni;
- Microinquinanti metallici e gli idrocarburi presenti nelle sostanze adoperate per le operazioni di manutenzione dei natanti; le sostanze tossiche contenute nelle vernici antisalsedine utilizzate per il rimessaggio degli scafi; i detergenti sversati a mare a seguito di lavaggio delle imbarcazioni;
- Residui galleggianti costituiti prevalentemente da sostanze plastiche, lentamente biodegradabili, nonché da oli e grassi rilasciati in mare dagli utenti della struttura portuale.

Il rilascio di suddetti inquinanti all'interno del bacino portuale dà luogo a diverse conseguenze:

- lo sversamento dei composti dell'azoto e del fosforo, può causare lo sviluppo di manifestazioni di eutrofizzazione, con conseguente deficit dell'ossigeno disciolto e, quindi, l'alterazione degli equilibri naturali dell'ecosistema;

- la putrefazione delle sostanze organiche sversate in mare o delle alghe comporta lo sviluppo di esalazioni maleodoranti, che arrecano considerevoli disturbi agli utenti delle strutture portuali;
- gli idrocarburi ed i metalli pesanti scaricati nello specchio d'acqua del porto possono essere assimilati dalle piante e dagli organismi animali viventi nell'ambiente portuale, con il rischio della loro introduzione nella catena alimentare;
- la presenza di residui galleggianti, oli, grassi, sostanze detergenti, oltre ad essere di per se dannose, ostacola il passaggio della luce attraverso la superficie dello specchio d'acqua ed inoltre, incide sull'estetica dell'area, deturpando la naturalità dei luoghi.

Altro pericolo per le acque dei bacini portuali può essere rappresentato dai possibili sversamenti accidentali di idrocarburi, quali combustibili e lubrificanti. Questi sversamenti creano la formazione di film sottili di sostanze, che limitano l'ossigenazione delle acque in quegli ambienti aventi già uno scarso ricambio idrico ed un livello alquanto basso di ossigeno disciolto per la presenza di sostanze organiche biodegradabili.

Relativamente all'inquinamento prodotto dallo scarico dei reflui di altra origine (servizi igienici centralizzati o aree antropizzate circostanti), la capacità di autodepurazione del mare richiede diluizioni molto elevate, che si possono realizzare a grande distanza dalla costa, mentre nelle zone vicine alla costa, in caso di sversamento dei liquami, possono verificarsi fenomeni di diversa natura. Difatti i liquami apportano sostanze quali i sali di azoto ed il fosforo che sono nutrienti ottimali per il fitoplancton e per le alghe. L'iper nutrizione di questi organismi genera un'iperproduzione e successivamente la loro morte con conseguenti processi di putrefazione e provoca relative anossie di fondo e talvolta anche dell'intero corpo d'acqua.

Per i suddetti motivi si devono escludere assolutamente sversamenti di questo tipo in un bacino d'ormeggio a meno di guasti gravi alle reti fognanti realizzate per l'allontanamento e la depurazione delle stesse.

L'inquinamento causato dal traffico marittimo si risente anche esternamente al limite della struttura portuale vera e propria, sia a causa del transito dei natanti che per la diffusione degli inquinanti verso l'esterno del bacino protetto, attraverso l'imboccatura. Infatti, pur essendo molto elevato il potere diluente del mare aperto, la presenza di sostanze inquinanti può gravemente compromettere talune attività che si svolgono nelle aree limitrofe all'area portuale, quali la pesca e la balneazione.

Come detto, nel caso in questione, l'opera da realizzarsi è un ampliamento di un'infrastruttura portuale esistente e le modificazioni, saranno comunque comprese entro un ambito generale già alterato e interessato da strutture portuali (oltre al porto civico si ricorda la presenza di quello industriale a breve distanza).

3.5. Misure mitigatrici

Per quanto riguarda la fase di realizzazione degli interventi in progetto, le misure di mitigazione degli impatti sono riportate in parte anche nei paragrafi relativi alla componente "suolo".

Durante la fase di cantiere si potranno avere impatti negativi, per quanto temporanei, a carico delle acque marine.

Di seguito si ricordano alcuni degli aspetti principali, relativi alle operazioni di lavorazioni subacquee che, come visto, rappresenta una delle azioni di progetto a maggior impatto nei confronti della componente in esame e nei confronti della quale bisognerà adottare modalità che minimizzino l'impatto sull'ambiente, come di seguito riportato:

- Utilizzazione di tecnologie di lavorazione atte contenere il rilascio di porzioni pulverulente di sedimento in mare.
- Attivazione di un sistema di sorveglianza continua delle lavorazioni e della qualità dei materiali.
- Concentrazione temporale dei lavori che comportano movimentazione di sedimento e quindi delle operazioni di dragaggio per ridurre al minimo gli impatti sui fondali.
- L'eventuale formazione di pennacchi torbidi durante le fasi di cantiere saranno contenuti mediante l'utilizzo di panne poste a cinturazione della zona in corso di lavorazione.

Per quanto riguarda la fase di esercizio del porto, non si prevedono sostanziali modifiche rispetto all'attuale. Tuttavia, in termini generali, l'inquinamento prodotto dalle imbarcazioni si potrà contrastare ricorrendo ad un apposito regolamento d'uso del porto che dovrebbe prevedere precise norme per:

- la raccolta e lo smaltimento dei rifiuti solidi,
- lo svuotamento delle "casse nere" delle imbarcazioni;
- impedire tassativamente lo scarico dei reflui e delle acque contenenti detersivi o sostanze inquinanti in genere da parte dei natanti nello specchio d'acqua del porto.

Il progetto si caratterizza per precise scelte finalizzate a limitare il rischio di inquinamento.

Gli effetti di eventuali perdite accidentali di idrocarburi (oli, combustibili, etc.) potrebbero essere contenuti predisponendo, per la specifica area, panne galleggianti di tipo assorbente per idrocarburi.

In caso di inquinamento, pertanto, si procede a circoscrivere l'area in modo da evitare la dispersione della sostanza con barriere galleggianti. Quindi l'idrocarburo viene intercettato con l'utilizzo dei materiali assorbenti sopradetti in grado di trattenere il combustibile e rilasciare l'acqua.

Al fine di verificare lo stato ambientale del porto, oltre ad una continua vigilanza sulle attività svolte dagli utenti è utile prevedere il monitoraggio sistematico, annuale o semestrale, delle acque del bacino e dei fanghi del fondale prevedendo analisi chimiche, fisiche e microbiologiche tese soprattutto a conoscere le concentrazioni dei principali inquinanti (metalli pesanti, indicatori microbiologici, idrocarburi, BOD, COD) e i loro effetti (temperatura, ossigeno disciolto).

Tale monitoraggio costante consente di individuare eventuali anomali incrementi degli elementi inquinanti e conseguentemente studiare le cause ed i metodi di abbattimento.

4. SUOLO E SOTTOSUOLO

4.1. Inquadramento territoriale

L'area di intervento ricade nel dominio territoriale proprio del porto civico di Porto Torres, a Nord-Ovest di Sassari.

Le maggiori infrastrutture presenti sono senza dubbio il porto civico già nominato e quello industriale, subito ad Ovest del primo.

L'area di intervento è collegata agli altri centri principali della Provincia di Sassari da una rete stradale basata essenzialmente sulla SP 81, la SP 25, la SP 56 e la SS 131 ad Est e dalla SP 34, la SP 42 e la SP 57 ad Ovest.

Inoltre dista pochi km dalla SS 291 che costituisce l'arteria stradale fondamentale per tutta la Sardegna Nord-Occidentale.

Porto Torres è inoltre servita dalla linea ferroviaria "Porto Torres – Sassari" che di fatto la collega alla restante rete ferroviaria sarda.

Il territorio risulta prevalentemente pianeggiante, tanto da far appena percepire la parte terminale della valle scavata dal Riu Mannu che sfocia subito ad Ovest del Porto Civico.

Il naturale assetto territoriale è interrotto sia dall'attività agricola che caratterizza l'area, sia dai confini del centro abitato di Porto Torres che dell'area industriale, tanto che praticamente l'unica vegetazione naturale rimasta è quella ripariale legata ai corsi d'acqua e ai loro alvei che localmente riesce ancora a formare limitate coperture.

4.2. Inquadramento geologico regionale

La Nurra è una regione pianeggiante che costituisce un alto strutturale delimitato verso Est dal semigraben miocenico del Bacino di Porto Torres.

I depositi miocenici del semi-graben trasgrediscono, con rapporto di onlap, questo alto strutturale nel quale i terreni più antichi affiorano progressivamente verso ovest. La trasgressione si realizza al di sopra di vulcaniti oligo-aquitane e, talvolta, direttamente sopra le coperture carbonatiche mesozoiche, ad Ovest delle quali, sulla costa, affiora il basamento metamorfico varisco.

Verso sud la regione confina con il Mejlugu: un'area caratterizzata da plateaux ignimbritici miocenici variamente incisi. Ad ovest la Nurra è delimitata dal bacino balearico ed a nord dal Golfo dell'Asinara. Il settore è caratterizzato dall'affioramento di litologie mesozoiche che ricoprono il basamento metamorfico paleozoico, affiorante nell'area centrale e settentrionale della regione. In relazione ai litotipi affioranti è possibile suddividere la regione della Nurra in tre distinti settori:

- settore occidentale, ove affiorano i prodotti del metamorfismo paleozoico;
- settore orientale, caratterizzato da limitati affioramenti di vulcaniti oligomioceniche e dal complesso sedimentario miocenico;

- settore centro-meridionale, con litologie sedimentarie mesozoiche, di ambiente marino e continentale.

Nel settore centro-meridionale gli affioramenti di litologie della serie mesozoica testimoniano l'alternarsi di condizioni deposizionali molto eterogenee che hanno portato alla formazione di serie continentali, marine, lagunari ed evaporitiche.

La base della successione mesozoica è costituita da arenarie e conglomerati d'ambiente continentale del Trias inferiore, cui si succedono depositi lagunari e marini del trias medio, con prevalenza di dolomie, calcari e marne, con spessori di alcune centinaia di metri.

La successione triassica si chiude con depositi di dolomie, calcari, marne, argille ed ammassi di gesso; l'ambiente di deposizione passa, pertanto, da condizioni marine verso un ambiente continentale lagunare-evaporitico.

Nel Giurassico ha inizio un'attività deposizionale, di ambiente schiettamente marino, che ha portato all'accumulo di una potente serie sedimentaria con spessore massimo di circa 600 m, dove prevalgono i litotipi calcareo-dolomitici. La serie termina con facies lagunare, con calcari e marne, e neritica, con calcari compatti.

Nel Cretaceo si succedono periodi di deposizione sedimentaria marina ad altri continentali associati, inoltre, a parziale erosione della serie precedentemente deposta.

La serie cretacea ha uno spessore di circa 180 m ed è costituita da calcari, marne e calcari-marnosi.

Strutturalmente l'area è caratterizzata da lineazioni tettoniche, con direzione prevalenti NNW-SSE e NE-SW, che hanno causato lo smembramento del basamento mesozoico in diversi nuclei dando origine ad una struttura con horst e graben. La presenza di tali lineazioni è meglio evidenziata laddove si trovano a contatto termini non sequenziali della serie mesozoica. Il basamento cristallino è ricoperto da depositi detritici, d'ambiente prevalentemente continentale, presenti per lo più in corrispondenze delle zone interessate dallo sviluppo del reticolato idrografico e al piede dei maggiori rilievi. I sedimenti continentali, quaternari e recenti, sono granulometricamente molto eterogenei in dipendenza dell'energia deposizionale che ha originato il deposito, con consistenza molto variabile.

In prossimità della linea di costa si rinvengono depositi marini, sabbioso-arenacei e ciottolosi.

4.3. Assetto geologico locale

4.3.1. Caratteristiche geomorfologiche

La morfologia locale è stata condizionata dalla natura delle litologie sedimentarie meozoiche, rappresentate in prevalenza da calcari e calcari dolomitici, interessate dalla successiva fase tettonica distensiva plio-quadernaria.

Le rocce calcaree, in particolare, formano dei rilievi arrotondati che si stagliano sulla pianura circostante. Talora, la natura calcarea delle litologie costituenti il substrato ha favorito anche l'evoluzione di processi carsici di modesta entità, come testimonia la presenza di piccole doline e cavità, piuttosto diffuse nel settore di Porto Torres.

L'elemento più importante del reticolo idrografico è rappresentato dal Riu Mannu, che scorre subito ad Ovest dell'area di intervento, sfociando nel Golfo dell'Asinara.

La morfologia costiera è caratterizzata, nei pressi dell'abitato, da modeste pareti rocciose sub-verticali e da spiagge di estensione variabile ai lati dello stesso.

Nell'area industriale la morfologia è dominata da forme essenzialmente di origine antropica; in particolare, essa è rappresentata da numerose opere di urbanizzazione destinate all'insediamento abitativo ed industriale.

Una considerevole modificazione dell'assetto fisiografico naturale riguarda la morfologia costiera, date le consistenti trasformazioni connesse con la presenza dell'importante porto commerciale ed industriale che ha determinato la rettifica e la colmata di ampi tratti litoranei, nonché la costruzione di banchine e pontili d'attracco.

L'impatto antropico maggiore è comunque legato all'insediamento dell'area industriale ed alle strutture connesse, le quali occupano realmente una considerevole porzione di territorio, sia lungo il perimetro costiero che verso l'interno.

4.3.2. Caratteristiche geologiche locali

Dal Foglio n° 179 "Porto Torres" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 è possibile descrivere l'assetto geologico nei pressi dell'area di intervento.



Figura 4.1: stralcio tratto dal Foglio n° 179 “Porto Torres” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000. Nel rettangolo blu, l’area di intervento

L’area è caratterizzata sia da formazioni marine sia da formazioni continentali.

Formazioni marine:

- M_{2c}: calcari grossolani di detrito organico e calcari sabbiosi a molluschi, echinodermi, ecc... Conglomerati, anche grossolani, della trasgressione mediomiocenica (Miocene – Elveziano);
- Q_{2p}: panchina sabbioso ciottolosa con fauna tirreniana (Pleistocene – Tirreniano).

Formazioni continentali:

- q_{2e}: sabbioni a granuli silicei, spesso ben cementati, a stratificazione incrociata, afossiliferi (Pleistocene – depositi eolico post-tirreniani);
- q₃: alluvioni fluviali recenti ed attuali (Olocene).

La sezione geologica permette di evidenziare l’assetto geologico sotterraneo nei pressi dell’area di intervento:

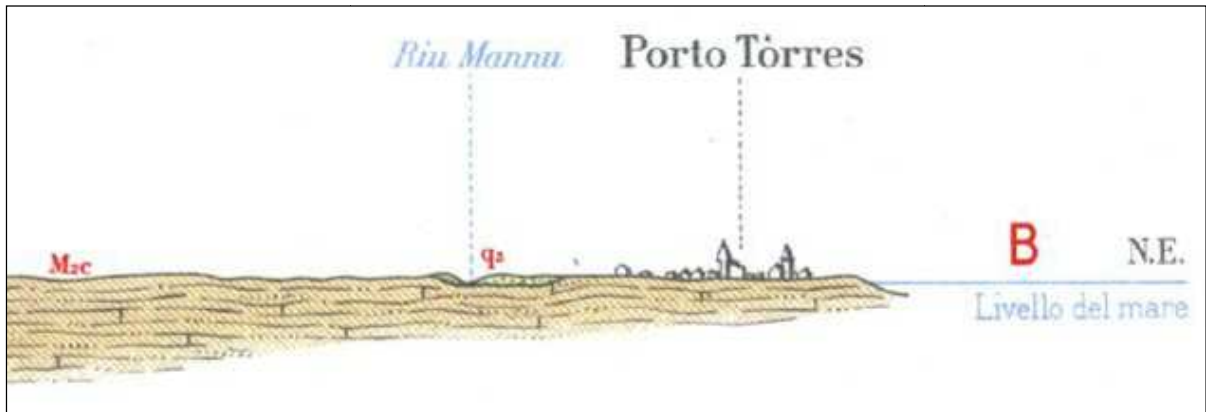


Figura 4.2: stralcio tratto dalla sezione geologica del Foglio n° 179 “Porto Torres” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000

Per un dettaglio maggiore ai fini del presente lavoro, si è fatto riferimento alla Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000, che definisce, in maniera particolareggiata i litotipi presenti nell’area di interesse, già utilizzata per la definizione delle caratteristiche geologiche del Nuovo PRP di Porto Torres.

Dallo stralcio di seguito riportato si osserva che in gran parte della zona urbana, di fronte al porto civico e alla sinistra del Riu Mannu, dalla sua foce, lungo la S.P. 34 fino a coprire la porzione sud della zona industriale, si rinvengono terreni appartenenti alla FORMAZIONE DI MORES (**RESa**: Calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune a gasteropodi, ostreidi ed echi-nidi ("Calcari inferiori" Auct.). Ambiente litorale. BURDIGALIANO SUP.).

Nella maggior parte dei casi tale litofacies non si rinviene in affioramento, come è facile intuire, per la forte antropizzazione del territorio. Laddove l’ambiente urbano e le sovrapposizioni di infrastrutture antropiche hanno obliterato il substrato lapideo, gli elementi di copertura costituiti da riporto antropico hanno spessori variabili fino a 3 metri, costituiti da elementi lapidei e da laterizi, oltre che da terreni più fini.

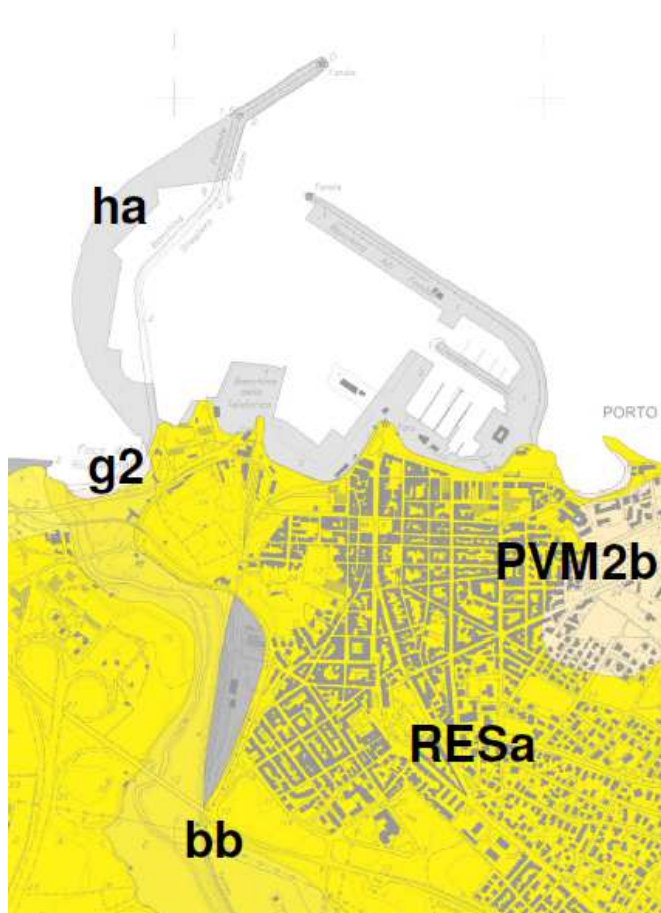


Figura 4.3: stralcio tratto dalla Carta Geologica di base della Regione Sardegna alla scala 1:25.000

La rimanente porzione di territorio in esame è interessata da depositi Quaternari. Si tratta di depositi alluvionali sciolti olocenici e attuali, prevalentemente ciottolosi, localizzati negli alvei o nelle anse dei corsi d'acqua principali. Non hanno mai spessori significativi. Nella carta geologica questi depositi vengono associati a depositi alluvionali antichi, probabilmente di età pleistocenica. La presenza di una elevata componente ciottoloso - arenacea vulcanica ha favorito l'alterazione di questi depositi alluvionali che spesso si distinguono malamente dalla coltre detritica eluvio-colluviale presente nei fondovalle. Non si hanno dati puntuali e particolareggiati per definire lo spessore del complesso alluvionale, ma è probabile che esso, soprattutto in prossimità delle aste fluviali principali possa essere di 4-5 metri.

I sedimenti quaternari comprendono, nell'area inquadrata, a partire dai più antichi, sabbie, argille più o meno cementate che costituiscono le alluvioni antiche autoctone del Plio-Pleistocene, mentre le formazioni più recenti, dell' Olocene, formano i depositi alluvionali ghiaioso - sabbiosi e limo-argillosi dei corsi d'acqua principali e i depositi sabbiosi delle spiagge e delle dune sabbiose.

In particolare, ad est del centro abitato si rinvencono Depositi Pleistocenici dell'area continentale (**PVM2b** - Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali. PLEISTOCENE SUP.)

Nella zona ad ovest del Porto Civico si hanno Depositi Olocenici dell'area continentale di ambiente transizionale – Sedimenti litorali (**g2** - Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE).

Infine, lungo il corso del Rio Mannu si registra la presenza di depositi alluvionali (**bb** - Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE).

4.4. Geologia dell'area di intervento - Aspetti di geotecnica

Nell'area d'interesse sono state eseguite diverse campagne di indagine, di seguito elencate:

- Campagna indagine 2014, eseguita dalla Sarda Sondaggi S.r.l. in corrispondenza dell'area interessata dalla futura ubicazione del tratto di banchina per il prolungamento dell'Antemurale di Ponente;
- Campagna indagine 2014, eseguita dalla Sarda Sondaggi S.r.l. in corrispondenza della Banchina Alti Fondale esistente;
- Campagna indagine 2009, eseguita da SI.GE.S.r.l. di Cagliari lungo il futuro sviluppo del Nuovo Molo di Levante per la realizzazione dell'avamposto;
- Campagne indagine dal 1987 al 2004, nell'area portuale del Porto Commerciale (area non direttamente interessata dalla realizzazione delle opere).

L'ubicazione delle verticali di esplorazione è riportata nelle figure che seguono.

Nella campagna del 2014, eseguita nell'area del futuro tratto di banchina per il prolungamento dell'Antemurale di Ponente, sono stati eseguiti 4 sondaggi (SMP1-SMP4) a carotaggio continuo, 4 pozzetti geognostici e 16 prove asta-punta per la verifica dello spessore della coltre detritica. Durante le perforazioni sono stati prelevati dei campioni oggetto di prove in laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche (analisi granulometriche, prove di taglio diretto e prove di compressione monoassiale). Nella documentazione a base di gara sono disponibili i certificati delle prove di laboratorio e le fotografie dei 4 sondaggi.

Nella campagna del 2014, eseguita nella banchina Alti Fondali, sono stati eseguiti 3 sondaggi (S1-S3) a carotaggio continuo. Nel foro di sondaggio S3, per il quale si dispone del report stratigrafico e delle fotografie delle cassette catalogatrici, sono state eseguite un totale di 5 prove penetrometriche dinamiche standard, SPT.

Nella campagna del 2009, eseguita lungo il futuro sviluppo del Nuovo Molo di Levante per la realizzazione dell'avamposto, sono stati eseguiti 7 sondaggi (Sm1-Sm5, Sm7 e Sm9) a carotaggio continuo. Nella documentazione a base di gara sono disponibili i

rapporti stratigrafici con le fotografie dei 7 sondaggi e i rapporti di prove di laboratorio di compressione monoassiale eseguite su carote di roccia prelevate in sondaggi non chiaramente identificabili.

Nelle campagne svolte dal 1987 al 2004 nell'area portuale del Porto Commerciale, sono stati eseguiti numerosi sondaggi, sia a terra sia a mare. Nella documentazione a base di gara sono disponibili solamente i rapporti stratigrafici dei sondaggi eseguiti nel 2004.

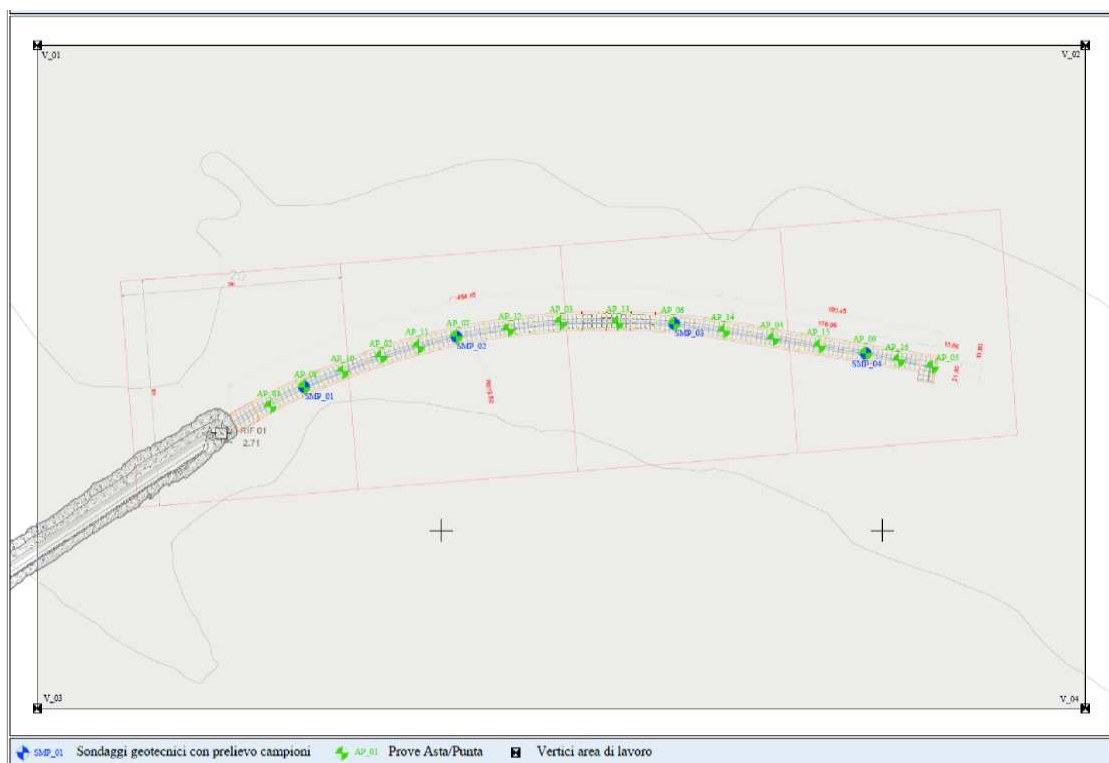


Figura 4.4: Ubicazione indagini Prolungamento antemurale di Ponente

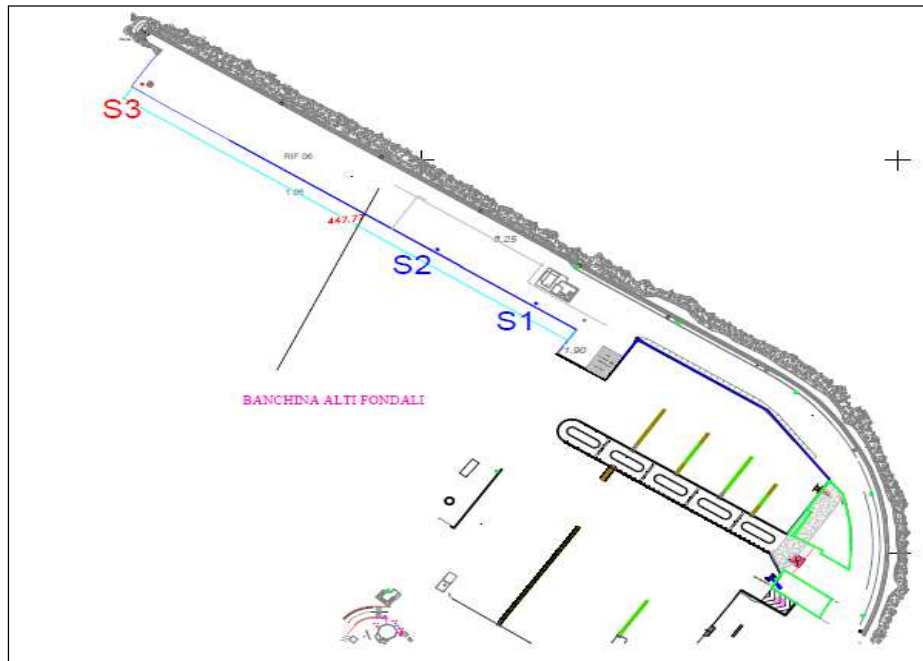


Figura 4.5: Ubicazione indagini Banchina Alti Fondali

La ricostruzione stratigrafica delle aree interessate dal prolungamento dell'Antemurale di Ponente e dalla resecazione della Banchina Alti Fondali è stata effettuata facendo riferimento in maniera specifica ai risultati dei sondaggi delle campagne di indagine del 2014, eseguite direttamente in corrispondenza dello sviluppo delle opere; i risultati disponibili relativi alle altre campagne di indagine sono stati considerati ai fini dell'inquadramento geotecnico generale dell'area portuale.

Dall'esame dei profili stratigrafici, nelle diverse verticali indagate si riconosce la presenza di un basamento lapideo costituito da calcareniti, sul quale poggiano i depositi detritici di copertura, di natura prevalentemente sabbiosa; lo spessore di tali litotipi risulta fortemente variabile in relazione all'ubicazione della zona di indagine.

In particolare, nell'area del prolungamento dell'Antemurale di Ponente si riconoscono le unità geotecniche di seguito elencate:

- Depositi detritici sabbiosi (DS); si tratta di sabbie, da medie a grossolane, con presenza di ghiaia, conchiglie e resti algali, di spessore medio pari a 0.40 m;
- Substrato calcarenitico (SC); si tratta dell'unità litoide delle calcareniti.

Nella zona della banchina Alti Fondali oggetto di resecazione, l'analisi del sondaggio S3 del 2014, rileva la presenza di:

- Materiale di banchina (MB); si tratta del corpo e dello strato di fondazione della banchina, costituito da una massicciata con massi e blocchi ed elementi poligenici, fino a 15 m dal piano banchina posto a quota +2 m slm;

- Depositi detritici sabbiosi (DS); si tratta delle sabbie già presenti in corrispondenza dell'Antemurale di Ponente; si presentano da fini a medie, di colore grigio scuro e con consistenza medio-bassa, con livelletti limoso-argillosi fino a 25 m dal piano banchina, per poi passare a sabbie con ciottoli in matrice limoso-argillosa alla base.

La determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalla realizzazione delle opere si basa sulla interpretazione delle prove in sito e delle prove di laboratorio relative alle campagne di indagine del 2014.

Depositi detritici sabbiosi (ds)

Le analisi granulometriche eseguite su due campioni ricostituiti prelevando terreno dai sondaggi SMP01 e SMP02, relativi alla campagna indagine del 2014 per il prolungamento dell'Antemurale di Ponente, rilevano che il litotipo è composto principalmente da sabbia, con una percentuale superiore al 50%, mentre la frazione argillosa e ghiaiosa si rinviene con percentuali rispettivamente fino al 20% e al 30%.

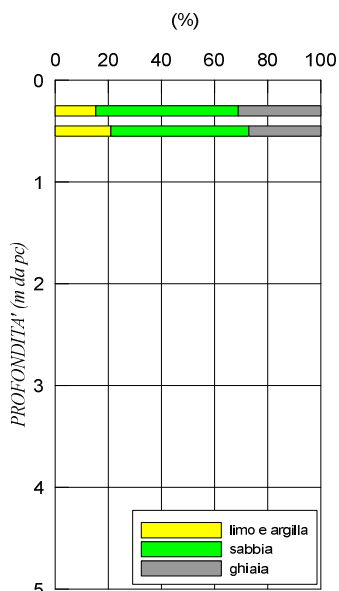


Figura 4.6: Litotipo DS, composizione granulometrica

Nella figura seguente sono riportate in grafico le principali caratteristiche meccaniche del litotipo DS desumibili dalle prove penetrometriche in sito SPT eseguite durante la perforazione del sondaggio S3 relativo alla campagna di indagine sul del 2014 nella banchina Alti Fondali.

Le prove sono state eseguite a profondità comprese tra -14.0 e -23.5 m slm, restituendo generalmente valori di NSPT compresi tra 3 e 30 (il valore maggiore si registra per la prova eseguita a -23.5 m slm, in corrispondenza dello strato di sabbia media con ciottoli intercettato a fondo foro). La densità relativa risulta quindi compresa

tra 0.2 ne 0.55 (Skempton, 1986) e angoli di resistenza al taglio tra 30° e 36°, ottenuti mediante la correlazione di Schmertmann (1978).

Il modulo di Young, stimato mediante la correlazione di Denver, risulta variabile tra 9 e 22 MPa.

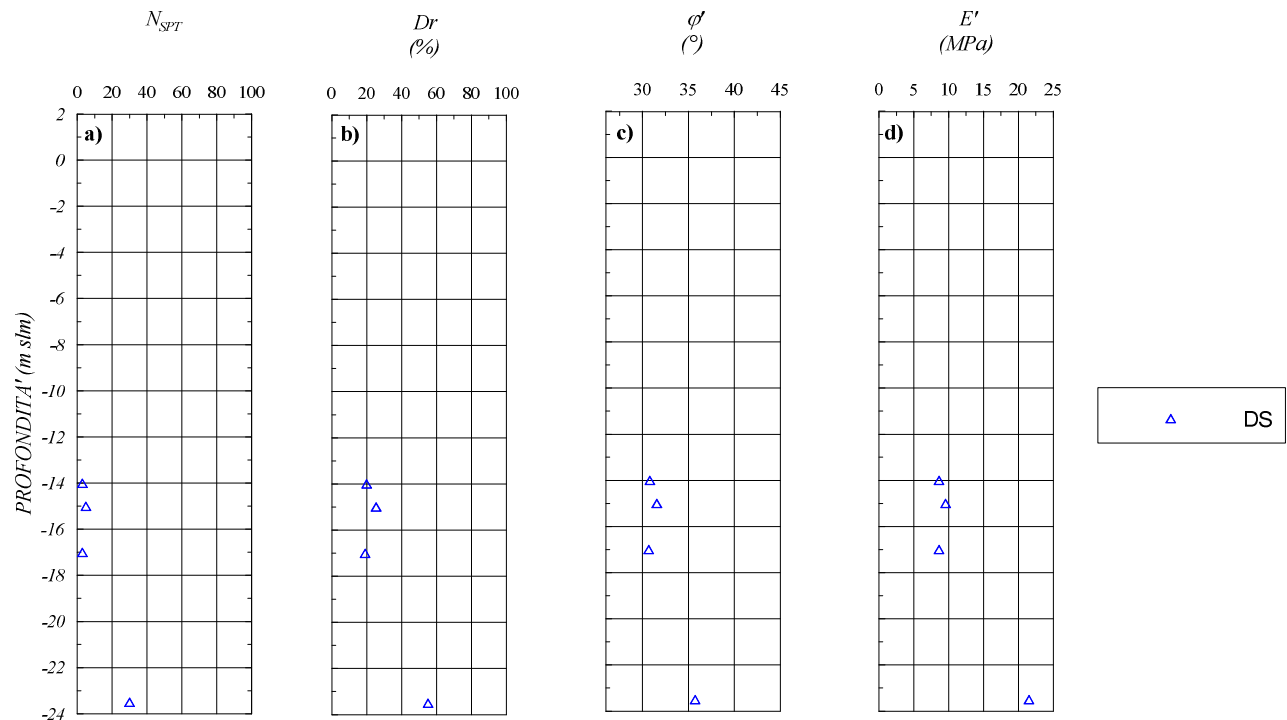


Figura 4.7: Litotipo DS, caratteristiche meccaniche di resistenza e rigidezza

Substrato calcarenitico (sc)

Per la caratterizzazione geomeccanica del substrato calcarenitico sono disponibili prove di resistenza a compressione uniassiale (\square ci) ottenuta su campioni di roccia intatta.

La prova eseguita sul sondaggio SMP02 della campagna di indagine del 2014 per il prolungamento dell'Antemurale del Molo di Ponente restituisce un valore di resistenza a compressione pari a 2.48 MPa. Il peso di volume della carota su cui è stata eseguita la prova è pari a 20.4 kN/m³.

Dai risultati della caratterizzazione geotecnica, presentati nei paragrafi precedenti, sono state desunte, per ciascuna unità litostratigrafica, le caratteristiche fisico-meccaniche (valori caratteristici) dei litotipi interessati dalla realizzazione delle opere.

Per il litotipo dei depositi sabbiosi (DS) sono stati assunti valori del peso di volume, γ , tipici di questi materiali.

Per il litotipo SC sono stati assunti i parametri di resistenza del progetto a base gara; per i parametri di rigidità si è fatto riferimento a valori di letteratura per la medesima litologia.

Per il materiale costituente lo scanno di imbasamento dei cassoni (IM), la scogliera di protezione del piede lato mare dei cassoni (SP) e il riempimento del cassone (RC) sono stati assunti valori tipici dei parametri geotecnici.

Per il materiale costituente la banchina (MB) sono stati assunti, ai fini delle verifiche, valori cautelativi dei parametri geotecnici.

Si rimanda alla successiva fase progettuale la caratterizzazione di dettaglio dei litotipi presenti mediante opportuna campagna di indagine geognostica integrativa.

Litotipo	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (MPa)
Materiale di banchina - MB	19	0	30	20
Depositi detritici sabbiosi - DS	18	0	30	10
Substrato calcarenitico - SC	20	100	35	400
Scanno di imbasamento - IM	19	0	40	-
Scogliera di protezione - SP	19	0	40	-
Riempimento del cassone - RC	17	0	25	-

Tabella 4-1: Sintesi caratterizzazione geotecnica dei litotipi

4.5. Sismicità dell'area

4.5.1. Inquadramento sismo-tettonico

L'assetto strutturale della regione riflette eventi deformativi di età cenozoica ed in minor misura mesozoica. La tettonica varisica ha importanza solo nel settore della Nurra occidentale, in cui affiora il basamento metamorfico paleozoico, che comunque riveste un'importanza secondaria rispetto alle coperture.

Tettonica Varisica

L'orogenesi varisica determina la strutturazione del basamento che è caratterizzato da una tettonica polifase. La prima fase deformativa è caratterizzata da grandi pieghe isoclinali coricate con vergenza SW. A tali pieghe sinmetamorfiche è legata la principale scistosità del basamento. Alla prima fase seguono altre fasi formative che si sviluppano nuove scistosità che traspongono la precedente. Tutto il basamento è strutturato in una grande sinforme di scistosità con immersione assiale verso Est.

Il piegamento in sinforme è riferibile alla fase F3 (Carosi et al. 2002), mentre l'immersione assiale verso Est potrebbe essere riferita al tilting di età miocenica.

Da un punto di vista idrogeologico questo assetto strutturale controlla l'andamento del drenaggio che è centrifugo rispetto alla costa.

Tettonica Mesozoica

La tettonica mesozoica è stata individuata dagli studi per la prospezione della bauxite (Oggiano et al. 1987; Combes 1993):

- movimenti tettonici in regime distensivo, ai quali è legata l'emersione della piattaforma carbonatica. Sono riferiti all'Albiano, anche sulla base di correlazioni con i movimenti tettonici della Provenza (movimenti bedouliani) e sono caratterizzati da faglie normali che, con direzione ENE, hanno riattivato discontinuità tardo-varisiche del basamento;
- Tali faglie hanno sollevato il settore nord-occidentale della piattaforma carbonatica attualmente affiorante, causandovi, nel Cretacico medio, l'elisione erosiva dei depositi del Giurassico superiore e del Cretacico inferiore. In questo modo la successione carbonatica mesozoica ha iniziato a presentare spessori via via decrescenti verso NW, fino dalla fase emersiva mesocretacica;
- tettonica a carattere transpressivo, caratterizzata da faglie trascorrenti sinistre con associate pieghe blande a direzione NNW e faglie normali orientate NE. La faglia più importante, legata a tale tettonica, è la faglia di Su Zumaru-Mamuntanas. Questa decorre da Nalvonazzos di Uri sino ad oltre Mamuntanas ed è responsabile del sollevamento della piattaforma carbonatica posta a SE, che probabilmente è rimasta emersa anche durante il Cretacico superiore; infatti a sud di tale faglia non si trovano mai sedimenti trasgressivi di tale epoca;
- fase tettonica del Cretacico terminale, responsabile dell'emersione di tutta la piattaforma mesozoica. Le strutture riferibili a tale tettonica non sono ben identificate.

Tettonica Cenozoica

Fase tettonica post-cretacico superiore e pre-ignimbriti. Tra il cretaceo superiore ed il Miocene medio devono essersi sviluppate diverse fasi tettoniche che tradizionalmente vengono riferite alla fase Pirenaica (Cherchi & Tremolieres 1984). Le pieghe principali, generate da tale tettonica, hanno direzione assiale N50 e ammettono un raccorciamento N140 che è differente da quello riferito alla fase pirenaica nella Sardegna SW (Barca & Costamagna 1997; Carmignani et al. 2004).

Non essendoci marker stratigrafici che possano vincolarla, sia inferiormente che superiormente, tale tettonica, oltre che alla fase pirenaica, potrebbe essere attribuita al Cretacico superiore o anche all'Oligocene-Aquitano. In quest'ultimo caso, sarebbe riferibile alla collisione appenninica che ha generato importanti faglie trascorrenti sinistre con associate fasce transpressive nella Sardegna orientale e bacini transtensivi nella Sardegna centro-settentrionale.

Fase tettonica distensiva, legata all'apertura burdigaliana del Bacino Balearico deducibile dall'immersione orientale sia delle strutture planari e lineari del basamento, che dall'immersione assiale a NE delle pieghe che interessano le coperture fra il Rio d'Astimini e Monte Nurra. L'interferenza delle deformazioni fragili, legate a tale tettonica, con le pieghe della tettonica precedente realizza geometrie che hanno un controllo fondamentale sulla circolazione idrica sotterranea.

Fase tettonica del Pliocene. Tale tettonica è responsabile del sollevamento recente della regione e si manifesta con faglie dirette e sollevamenti in blocco. Tali faglie hanno spesso andamento meridiano, ma possono riattivare faglie precedenti con differenti direzioni, generando depressioni ad andamento NS ed ENE all'interno delle quali si conservano vulcaniti mioceniche e depositi clastici del Miocene superiore.

4.5.2. Classificazione sismica

Tutto il territorio sardo è inserito in Zona Sismica 4, la meno pericolosa (O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 e smi).

4.6. Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino unico della Regione Sardegna, approvato con delibera della Giunta Regionale n.22/46 del 2003, costituisce lo strumento che, attraverso l'individuazione delle linee generali di assetto idraulico ed idrogeologico del territorio, disciplina le azioni riguardanti la difesa idrogeologica e la pianificazione in genere del territorio.

Il PAI è costituito dai seguenti elaborati:

- relazione generale e linee guida allegate, in cui sono presentate le informazioni disponibili, le metodologie di formazione e le definizioni tecniche impiegate nel piano;
- cartografia delle aree a pericolosità idrogeologica e di rischio idrogeologico costituite da:
 - perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica molto elevata (Hi 4), elevata (Hi 3), media (Hi 2) e moderata (Hi 1);
 - perimetrazione delle aree a pericolosità da frana molto elevata (Hg 4), elevata (Hg 3), media (Hg 2) e moderata (Hg 1);
 - perimetrazione delle aree a rischio idraulico molto elevato (Ri 4), elevato (Ri 3), medio (Ri 2) e moderato (Ri 1);

- perimetrazione delle aree a rischio da frana molto elevato (Rg 4), elevato (Rg 3), medio (Rg 2) e moderato (Rg 1);
- tavole degli elementi a rischio (E);
- schede degli interventi per ciascun sottobacino oggetto del piano;
- norme tecniche di attuazione (N.T.A.) contenenti al titolo III la disciplina degli interventi nelle aree a pericolosità idrogeologica.

Il bacino di appartenenza dell'area di inserimento dell'impianto di progetto è il sub bacino 3 - Coghinas – Mannu - Temo.

Il Sub Bacino si estende per 5402 Km (circa il 23% del territorio regionale). In esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione. Tra i corsi d'acqua principali vi è il Rio Mannu che sfocia tra il porto industriale e il porto civico.

Per quanto concerne l'area di studio, essa risulta esterna alle aree perimetrare.

In prossimità delle aree di intervento si registra la perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica nell'area della foce del Rio Mannu, come illustrato nelle figure di seguito riportate (come da adeguamento al PAI del PRGC per le aree a rischio piena e aree inondabili approvate con Delibera C.C. n°87 del 28.11.2006).

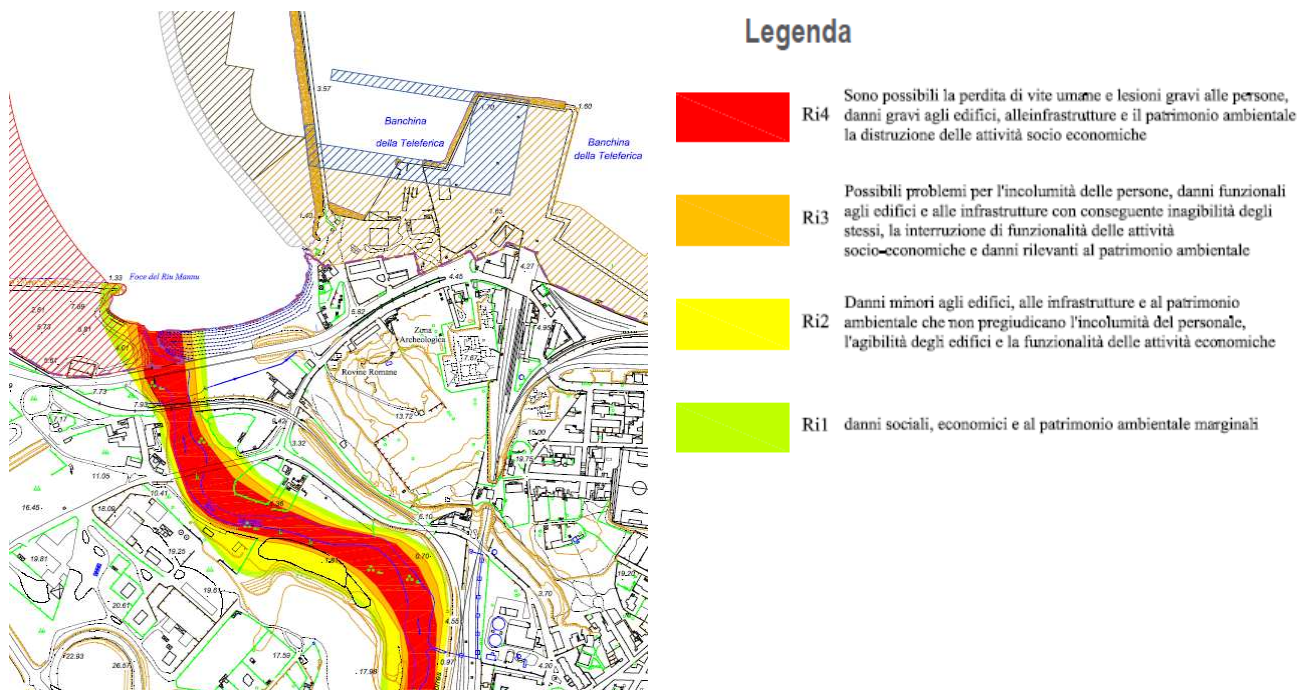


Figura 4.8: stralcio tratto dalla Carta della Aree a rischio piena (PAI)

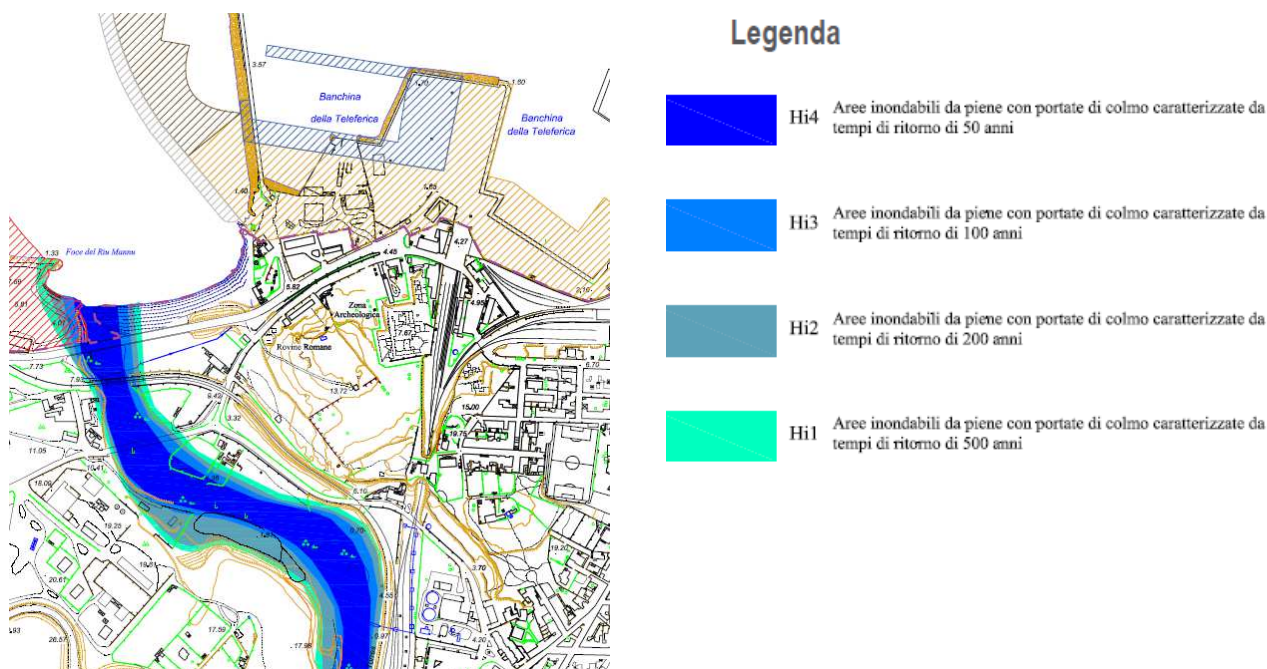


Figura 4.9: stralcio tratto dalla Carta della Aree inondabili (PAI)

Per quanto attiene alle perimetrazioni della pericolosità geomorfologica, l'area in studio risulta non perimetrata. La cartografia ufficiale del Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna include, per quanto attiene il pericolo da frana, una porzione a est dell'area di Porto Torres.

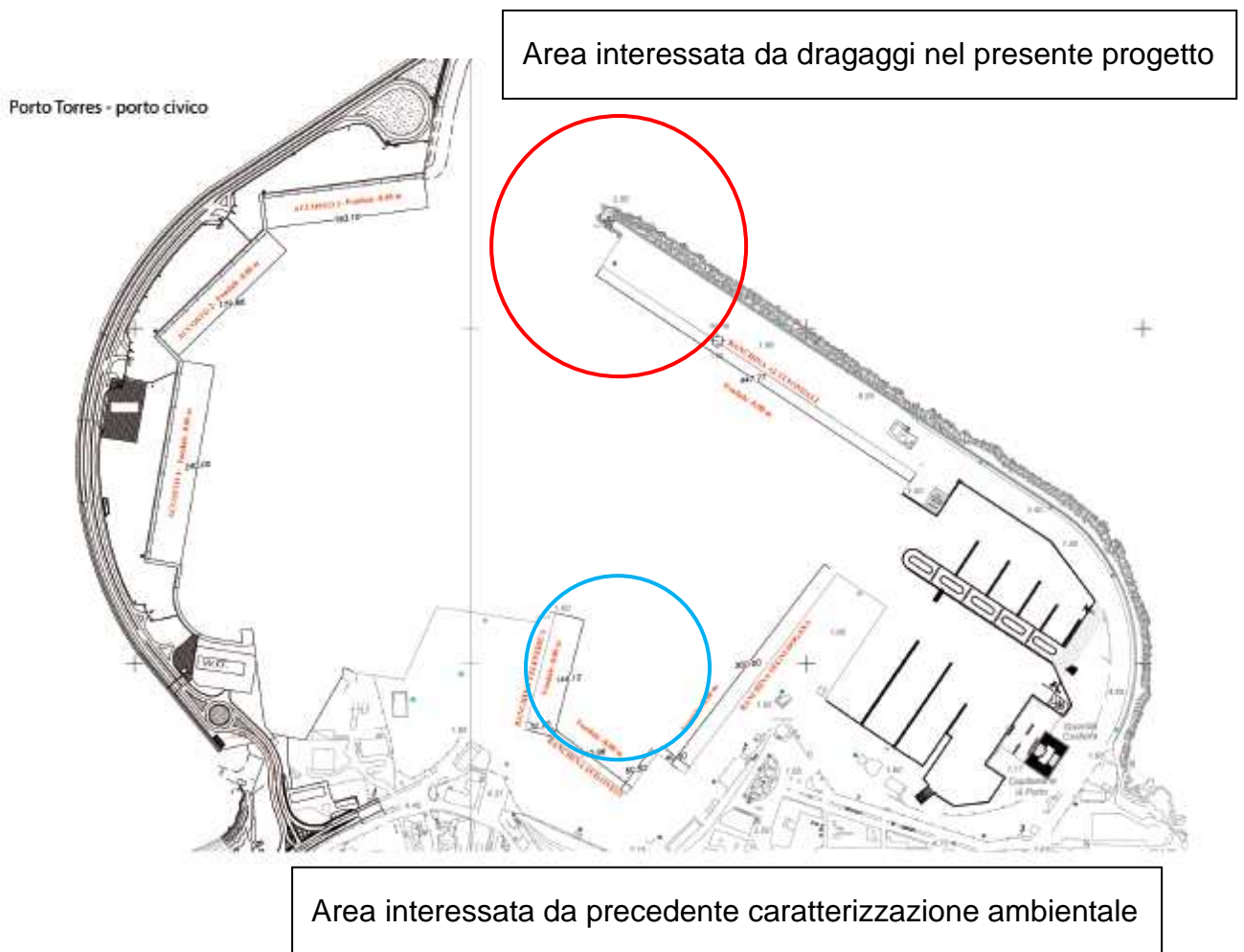
Le perimetrazioni esistenti non hanno influenza diretta e indiretta con le opere in progetto.

4.7. Qualità dei sedimenti

Allo stato attuale non esiste una caratterizzazione ambientale dei sedimenti oggetto di escavo del presente progetto.

Tuttavia precedenti campagne eseguite all'interno del porto restituiscono un quadro confortante circa la qualità dei sedimenti.

Il giorno 13 giugno 2001, il personale appartenente al Presidio Multizonale di Prevenzione dell'Azienda Sanitaria Locale n°1 di Sassari, ha eseguito i campionamenti dei sedimenti del porto di Porto Torres, nell'area interessata dai lavori di riallineamento delle banchine Segni, Dogana e di Sud-Ovest.



Le operazioni di campionamento sono state effettuate dall'impresa Costruzioni Marittime Eredi Giulio Destro di Olbia e sono state sovrintese e dirette da personale sanitario dirigente e tecnico dell'Area Chimico Farmacologica Ambientale del PMP dell'Azienda Usl di Sassari.

Per la caratterizzazione dei campioni di sedimento erano state eseguite le prove elencate successivamente. Le ricerche erano state effettuate sia sugli stessi sedimenti, sia sugli eluati ottenuti da due specifici test di cessione; tali test offrirono una valutazione sulla mobilità di alcune particolari sostanze di rilevanza negativa per l'ambiente.

Indagini chimico fisiche:

- Colore
- Odore
- Presenza concrezioni
- Granulometria

- Umidità
- Peso specifico

Indagini chimiche:

- Nitrati
- Fluoruri
- Solfati
- Cloruri
- Cianuri
- Fosforo totale
- Azoto totale
- Sostanze organiche totali
- Idrocarburi totali
- Mercurio
- Cadmio
- Piombo
- Arsenico
- Rame
- Cromo totale
- Nichel
- Zinco
- Alluminio
- Idrocarburi policiclici aromatici
- Policlorobifenili
- Pesticidi

Il limite di rilevabilità degli elementi analizzati è sempre stato inferiore a 10 volte i predetti limiti.

Di seguito sono riportati gli esiti delle indagini analitiche effettuate su un campione rappresentativo della area (campione 1153/AC) prelevato nella campagna curata dal PMP di Sassari nel giugno 2001.

Parametro	U.M.	Camp. 1153/AC	Camp. 1154/AC	Limite
Fosforo totale	mg P/Kg _{ss}	54	117	-
Azoto Totale	mg N/ Kg _{ss}	899	1300	-
Sostanze organiche totali	mg O ₂ / Kg _{ss}	3846	7110	-
Nitrati	mg/Kg	51,3	770,8	-
Fluoruri	mg/Kg	1,85	2,42	2000
Solfati	mg/Kg	423	794	-
Cloruri	mg/Kg	6753	11680	-
Cianuri	mg CN/Kg _{ss}	< 0,05	< 0,05	100
Idrocarburi totali	mg/Kg _{ss}	< 0,02	< 0,02	
Mercurio	mg/Kg s.s.	0,38	0,36	5
Cadmio	mg/Kg s.s.	0,13	0,12	15
Piombo	mg/Kg s.s.	25,3	27,0	1000
Arsenico	mg/Kg s.s.	8,2	4,5	50
Rame	mg/Kg s.s.	29,0	39,5	600
Cromo tot.	mg/Kg s.s.	26,7	28,1	800
Nichel	mg/Kg s.s.	7,3	8,0	500
Zinco	mg/Kg s.s.	95,2	119,9	1500
Alluminio	mg/Kg s.s.	6300	8200	-
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	mg/Kg s.s.	0,445	0,642	100
Policlorobifenili	mg/Kg s.s.	< 0,01	< 0,01	5
Pesticidi	mg/Kg s.s.	< 0,005	< 0,005	-

Dalle indagini chimiche sui campioni di sedimenti si rilevava che:

- i cloruri, i solfati, l'azoto totale, il fosforo totale e le sostanze organiche sono stati riscontrati in concentrazioni significative. La situazione riscontrata per tali componenti è dovuta per i primi due all'influenza sui sedimenti dell'acqua di mare, che li contiene in particolare concentrazione; mentre per l'azoto, il fosforo e le sostanze organiche è ascrivibile ad apporti antropici, ed al fatto che si tratta di un bacino con una limitata circolazione delle acque; la loro presenza non è comunque di entità rilevante;
- per quanto concerne le considerazioni su nitrati, fluoruri e cianuri, le concentrazioni riscontrate per i primi due anioni sono quelle che possono ritrovarsi normalmen-

te in sedimenti marini di aree portuali; mentre i cianuri sono risultati al di sotto della rilevabilità della metodica impiegata;

- dei metalli ricercati, il mercurio, il cadmio ed il cromo sono in una concentrazione che evidenzia l'influenza antropica; per gli altri metalli, la concentrazione riscontrata è quella che può essere riscontrata normalmente in sedimenti marini di aree portuali;
- per le sostanze chimiche organiche petrolifere e di sintesi ricercate (idrocarburi totali, IPA, PCB e pesticidi), mentre non sono state riscontrate le classi degli idrocarburi petroliferi, dei PCB e dei pesticidi, in quanto risultati al di sotto dei limiti di rilevabilità delle rispettive metodiche; per gli IPA se ne è quantificata la presenza. La loro situazione è da ascrivere in maniera prioritaria ai combustibili usati dai mezzi nautici.

4.8. Uso del suolo

Al fine di definire le caratteristiche ambientali dell'area di intervento si è realizzata la carta dell'Uso del suolo in scala 1:5000 desunte dal progetto CORINE.

Dall'esame della carta si osserva che la maggior parte dell'area risulta interessata da aree residenziali, più o meno dense, e da aree industriali, oltre che dal porto esistente.

Lembi di aree naturali si rinvengono soltanto in prossimità del corso del Rio Mannu. Le rimanenti porzioni sono tutte caratterizzate da uso antropici (infrastrutture stradali e ferroviarie, depositi, aree cimiteriali, prati artificiali ecc).

Lungo la linea di costa sono state cartografate le spiagge con ampiezza superiore ai 25 metri

4.9. Effetti degli interventi previsti dal progetto

4.10. Premessa

Di seguito saranno analizzati gli impatti associati al proposto intervento, sia nella fase di realizzazione sia in quella di esercizio, nei confronti degli aspetti geologici, idrogeologici e geomorfologici dell'area in esame.

Per quel che riguarda gli impatti nella fase di costruzione dell'opera, nei paragrafi che seguono, si riepilogano gli aspetti che maggiormente si sono messi in evidenza negli studi specialistici a corredo della progettazione ed in base alla tipologia ed alla dimensione dei previsti interventi.

Nella fase di esercizio, per quel che riguarda l'aspetto geologico e geomorfologico, non sono configurabili significativi impatti, ad esclusione del rischio di alterazione dei processi di sedimentazione e trasporto lungo la fascia di litorale. E' evidente tuttavia che, essendo tale intervento una sorta di "ampliamento" di un porto già esistente, le modificazioni indotte a tali processi saranno di limitata entità.

Infine, gli aspetti relativi alle possibili alterazioni qualitative dei sedimenti e dei fondali sono trattati all'interno dei paragrafi relativi alla componente "acqua".

4.11. Fase di costruzione - Fabbisogno inerti

Le soluzioni tecniche proposte dal progetto e nel particolare (aumentare le dimensioni dei cassoni, permettono di accrescere i volumi per il riutilizzo dei materiali e contemporaneamente ridurre le quantità dei materiali da approvvigionare da cava.

La soluzione proposta permette di raggiungere gli obiettivi del DECRETO 8 maggio 2003, n. 203 secondo cui il fabbisogno annuale di manufatti e beni nelle amministrazioni pubblica debba essere coperto con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo. Nel caso in esame ben oltre il 60% del fabbisogno totale è coperto dal recupero di materiali provenienti dalle lavorazioni.

Per la realizzazione del progetto in studio si prevede l'impiego del seguente materiale lapideo proveniente da cave, in varie pezzature in dipendenza dell'impiego, come di seguito specificato:

Tipologia	Dimensioni	Quantità di materiale da approvvigionare presso cave di prestito autorizzate (t)
Tout venant		912
Pietrisco calcareo	Pezzatura 30/100 mm	5536
Pietrame	5 – 50 Kg	57370
Massi naturali	1000 – 3000 Kg	312
Massi naturali	3001 – 7.000 Kg	261
Massi naturali	7001 – 10.000 Kg	99.023
Inerti (ghiaia e sabbia) per conglomerati cementizi		78487

Tabella 4-2: Quantitativi di materiale da approvvigionare

Gli impatti collegati alla apertura di nuove cave sul territorio ed allo smaltimento dei materiali di risulta degli scavi e delle demolizioni, costituiscono generalmente una delle più importanti voci nel quadro generale di tutti gli impatti.

Per l'approvvigionamento dei quantitativi di materiali sopra riportati non si prevede l'apertura di nuove cave, ma il ricorso a cave esistenti ed autorizzate.

Nell'arco di pochi chilometri dal sito di progetto sono presenti numerose cave autorizzate e in attività.

4.11.1. Interventi previsti – Impatti sul litorale

Come visto, i risultati delle simulazioni effettuate per il calcolo della penetrazione del moto ondoso, sono stati analizzati anche al fine di valutare eventuali possibili ripercussioni negative sul tratto di costa posto subito ad Est del porto Civico in seguito alla realizzazione degli interventi.

Per tre aree opportunamente definite sono state analizzate e messe a confronto, i livelli di agitazione ondosa ottenuti in seguito all'azione del moto ondoso associato alle condizioni estreme tra la configurazione attuale e quella di PRP 2011 (del tutto confrontabile con il progetto in esame!).

Dal confronto emerge che lungo le spiaggette prospicienti il Lungomare Balai non si riscontrano sensibili variazioni dei livelli di agitazione ondosa dovuti al campo d'onda riflesso dalle nuove opere e pertanto si ritiene che tali spiagge non subiranno rilevanti variazioni dal punto di vista morfodinamico.

4.12. Misure mitigatrici

Come visto nei paragrafi precedenti, gli impatti significativi legati alla realizzazione dell'opera in progetto nei confronti della componente in esame sono legati al solo fabbisogno di materiali per la realizzazione dei manufatti.

Come dettagliato nei paragrafi precedenti, per l'approvvigionamento dei quantitativi di materiali necessari alla realizzazione dei manufatti si ricorrerà a siti di cava esistenti ed autorizzati.

Per la componente analizzata non si prevedono, in definitiva, puntuali interventi di mitigazione, anche in rapporto all'entità delle interferenze attese.

Durante la fase di realizzazione degli interventi sarà posta la massima attenzione al fine di evitare contaminazioni per sversamenti accidentali ad opera dei mezzi e delle attività di cantiere.

Particolare cura, pertanto, è stata posta nella scelta dell'ubicazione dei cantieri e nella conduzione degli stessi, che seguiranno tutte le prescrizioni tecniche vigenti al riguardo. L'adozione di aree impermeabili per la movimentazione dei mezzi meccanici, laddove possibile, e lo stoccaggio di eventuali sostanze inquinanti in settori pavimentati che permettano, in caso di sversamenti accidentali, di intervenire prontamente evitando l'infiltrazione nel sottosuolo mitigano le interferenze attese. Tuttavia questi a-

spetti dovranno essere affrontati, in maggior dettaglio, nelle successive fasi progettuali.

5. FLORA E FAUNA

5.1. Ambiti di studio

Porto Torres è situato sulla parte nord-occidentale delle coste sarde, all'interno del Golfo dell'Asinara in una posizione strategica considerando che è l'unico porto sardo collegato con la Spagna.

Ha un territorio di 10200 ettari, metà dei quali sono costituiti dall'Isola Piana e dall'Asinara, che è sede dell'omonimo parco nazionale; la maggior parte del territorio è caratterizzato dalla seconda pianura sarda della Nurra, fatta eccezione di alcuni colli, il più alto dei quali è Monte Alvaro (342m). Il territorio è attraversato da due fiumi: il primo è il Riu Mannu, che sfocia nelle zone del Ponte Romano ed il secondo è il Fiume Santo, che delimita i confini del comune a ovest.

Nel suo territorio è presente lo stagno di Gennano, situato nella zona industriale di Porto Torres, la più ampia della Sardegna che ha una superficie di 23 km².

Presenta una particolare costa: ad est si estende il litorale di Platamona, mentre lungo la città sono presenti molte scogliere in calcarenite con falesie superiori ai 30m, interrotte soltanto da alcune calette in rena come «Balai», lo «Scogliolungo» e la «Renaredda».

Il sub-distretto in cui ricade quasi completamente la vasta aria di studio in esame nella presente relazione è contraddistinta dalle associazioni termo-mesomediterranea del leccio con *Prasio majoris-Quercetum ilicis* che si sviluppa in condizioni bioclimatiche di tipo termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore.

Sono molto estese le cenosi di sostituzione, rappresentate da comunità arbustive riferibili all'associazione *Clematido cirrhosae-Pistacietum lentisci*. Le cenosi erbacee di sostituzione sono rappresentate da pascoli ovinu della classe *Poetea bulbosae*, da praterie emicriptofitiche della classe *Artemisietea* e da comunità terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*.

5.2. Potenziali interferenza con aree protette e strumenti di pianificazione della tutela

L'analisi della pianificazione della tutela ambientale ha riguardato la presenza sul territorio in esame di siti d'interesse naturalistico quali:

- Parchi nazionali, regionali, riserve, aree protette
- Siti d'Importanza Comunitaria (SIC), definiti ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", così come recepite dal D.P.R. 8 settembre 1997; n. 357 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43 CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche"

- Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), individuate ai sensi della direttiva 79/409/CEE relativa alla protezione dell'avifauna migratoria.

Nel sito interessato dal progetto e nelle zone immediatamente vicine non sono state rinvenute, aree soggette a vincoli di tutela naturalistica di cui alla L. 394/91 e successivi provvedimenti regionali (parchi, riserve naturali, biotopi, ecc.).

Il Parco Nazionale dell'isola dell'Asinara rappresenta il parco vicino e comunque distante circa 20 km dal sito di progetto.

I siti Natura 2000 che insistono sul territorio costiero prospiciente all'opera in progetto sono:

- ITB010082 "Isola dell'Asinara" (Parco Nazionale dell' Asinara)
- ITB010043 "Coste e isolette a nord ovest della Sardegna"
- ITB010002 "Stagno di Pilo e di Casaraccio"
- ITB010003 "Stagno e ginepreto di Platamona"

Essi ricadono tutti ad una distanza considerevole dal sito di progetto, eccezion fatta per il SIC ITB0003 "Stagno e ginepreto di Platamona" all'interno del quale si trova la riserva naturale "Platamona" (Fonte FPR), e la riserva naturale "Stagno di Platamona" (Fonte FPR).

Per il suddetto SIC è stata redatta la Valutazione di Incidenza Ambientale allegata al progetto, dalla quale si evince che l'opera non provocherà cambiamenti fisici dei siti e non danneggerà le risorse naturali e risulta quindi essere fattibile dal punto di vista della compatibilità ambientale.

Tutte le altre aree protette ricadono a distanze considerevoli dal sito pertanto si esclude a priori una potenziale incidenza sia diretta che indiretta su di esse sia per quanto riguarda la fase di cantiere che per la fase di esercizio.

L'ambiente marino è invece interessato dal Santuario per i mammiferi marini, un'area marina protetta internazionale creata ai sensi di un Accordo internazionale tra Francia, Italia e Principato di Monaco per tutelare un vasto tratto di mare costituito da zone marittime situate nelle acque interne e nei mari territoriali della Repubblica francese, della Repubblica italiana e del Principato di Monaco, nonché dalle zone di alto mare adiacenti. Per la sua vasta estensione, per la vincolistica e per l'iter istitutivo, risulta atipica rispetto alle altre aree marine protette italiane.

Il Santuario per i mammiferi marini è stato inoltre inserito nella lista delle Aree specialmente protette di importanza mediterranea (Specialy Protected Areas of Mediterranean Importance - SPAMIs) prevista dal Protocollo sulle aree specialmente protette e la diversità biologica nel Mediterraneo (Protocollo SPA) della Convenzione quadro per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera mediterranea (Convenzione di Barcellona).

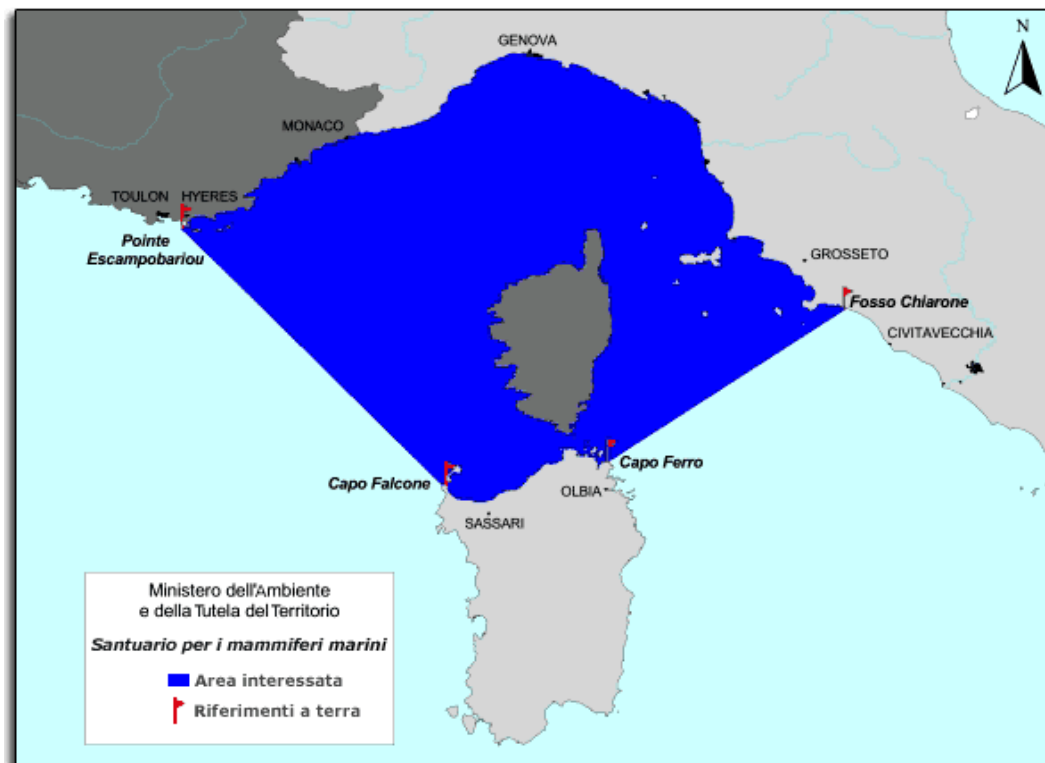


Figura 5.1: Santuario per i mammiferi marini (Fonte: Ministero dell’Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare)

La zona del Santuario è caratterizzata dalla presenza di specie marine protette di interesse conservazionistico.

La cetofauna dei mari italiani si distingue tra specie regolari (quelle cioè che annoverano popolazioni che si trovano regolarmente nei mari italiani) e specie occasionali e accidentali (cioè che, appartenenti a popolazioni extra mediterranee – per lo più nordatlantiche – compiono saltuari o eccezionali incursioni in Mediterraneo) (Notarbartolo e Demma 1997).

E’ importante sottolineare che alcune specie quali la Balenottera comune e il Capodoglio sono rappresentate da popolazioni residenti nel Mediterraneo e che si presuppone siano riproduttivamente / parzialmente isolate dalle rispettive popolazioni Atlantiche (Bérubé et al., 1998).

5.3. Caratterizzazione del comparto naturalistico

5.3.1. Area vasta

Gli habitat presenti nell’area vasta sono riconducibili ad habitat costieri ed habitat marini, come di seguito descritti:

Vegetazione delle dune costiere mobili

Le prime cenosi che si incontrano nel sito, a partire dalla linea di costa, sono quelle ad *Agropyrum junceum*, seguono quelle ad *Ammophila arenaria* ed infine quelle a *Crucianella marittima*. Non è stata riscontrata la presenza di fanerofite. Le cenosi ad *Agropyrum junceum* sono caratterizzate principalmente dalla presenza di: *Otanthus maritimus* (L.) Hoffm. et Link, *Medicago marina* L., *Sporobolus pungens* (Schreber) Kunth, *Eryngium maritimum* L., *Echinophora spinosa* L., *Matthiola* sp. pl., *Euphorbia paralias* L., *Calystegia soldanella* (L.) R. Br., *Pancratium maritimum* L., *Cakile marittima* Scop. e *Silene corsica* DC. Ad esse seguono le cenosi ad *Ammophila arenaria*, la cui composizione vegetale è caratterizzata da *Ephedra distachya* L., *Astragalus terraccianoi* Valsecchi, *Clematis flammula* L., *Helycrisum italicum* (Roth.) G. Don. ssp. *microphyllum* (Willd.) Nyman, *Medicago marina* L., *Agropyron junceum* (Host) Beauv., *Sporobolus pungens* Schreber) Kunth, *Euphorbia paralias* L., *Crucianella marittima* L., *Pancratium maritimum* L., *Silene colorata* Poiret, *Rumex bucephalophorus* L. s.l., *Matthiola* sp.pl., *Lagurus ovatus* L. e da molte altre specie tipiche di questi ambienti dunali. Nelle cenosi a *Crucianella marittima* si rinvengono gran parte delle specie presenti in quelle ad *Ammophila*, dalle quali si discostano essenzialmente per le elevate coperture della *Crucianella*. La vegetazione sopra descritta è presente sulle dune mobili del S.I.C., a partire dalla Torre di Abbacurrente sino all'ultima propaggine del sito, ossia fino alla destra idrografica del Rio Silis.

La vegetazione dunale è la cenosi maggiormente alterata all'interno del sito.

Le principali cause di impatto sugli habitat psammofili sono imputabili all'elevato carico antropico, legato principalmente al turismo balneare. Difatti esso è causa dei fenomeni erosivi, innescati dalla fruizione incontrollata all'interno delle dune.

Vegetazione delle dune consolidate più interne

All'interno delle dune consolidate sono state rinvenute diverse formazioni vegetazionali, tra cui spiccano le dune con vegetazione a *Astragalus terraccianoi* ed a *Ononis ramosissima*, nelle quali si riscontra anche la presenza di *Junyperus phoenicea*, *Helycrisum italicum* ssp. *microphyllum*, *Ephedra distachya*, *Lobularia maritima*, *Prasium majus*, etc. e le depressioni interdunali con vegetazione ad *Eryanthus ravennae* e *Schoenus nigricans* e cenosi a *Romulea rollii* ed altre specie sciafile nelle stazioni umide ed ombrose. Inoltre, sono presenti superfici ricoperte da *Junyperus oxycedrus* e da macchia mediterranea bassa. Tali aree rappresentano un residuo del ginepreto presente in passato nell'area, in parte sostituito dai rimboschimenti a *Pinus pinea* L. e *Pinus halepensis* Miller. Le dune stabilizzate, e quindi la vegetazione ad esse associata, si rinvengono in posizione più interna rispetto alla linea di costa.

In generale, all'interno del sito questa tipologia di habitat risulta degradata a causa dell'elevato carico turistico e della costruzione di infrastrutture sulle dune, quali strade, parcheggi e chioschi. Inoltre, la fascia a ginepro è particolarmente soggetta a minaccia, in quanto interessata da fenomeni erosivi e da una forte urbanizzazione.

Vegetazione peristagnale

Nell'ambito della vegetazione peristagnale è stata riscontrata la presenza di *Phragmites australis* (Cav.) Trin., cenosi vegetale molto fitta che tende ad essere monospecifica. Sporadicamente, all'interno di essa si rinvengono altre specie, quali *Calystegia sepium*, *Iris pseudacorus* e *Dorycnium rectum*. Oltre al fragmiteto monospecifico, lungo lo "Stagno e ginepreto di Platamona" sono state rilevate formazioni miste a *Scirpus* e *Phragmites*, in cui domina la cannuccia. Di rilevante interesse è inoltre la presenza di nuclei densi a *Cladium mariscus* (L.) Pohl., accompagnati dalla cannuccia e dal *Lytrum salicaria* L. Di particolare importanza la segnalazione della presenza nello stagno di *Utricularia vulgaris* L., segnalata per la Sardegna solo in questo sito. Da rilievi eseguiti, si evidenzia il persistere di tipologie vegetazionali e floristiche coerenti con quanto indicato negli studi precedentemente svolti nell'area (Chiappini (1962 – 63) e Giau (1986)).

Le uniche differenze rilevate riguardano le superfici occupate e la frammentazione della vegetazione peristagnale. In particolare il fragmiteto è stato sostituito verso Sud e verso Est dalle colture agrarie, mentre la costruzione di strade in questi stessi settori ha determinato la frammentazione delle cenosi vegetali presenti.

Vegetazione ripariale

Le tipologie vegetazionali riconoscibili in prossimità dei corpi idrici sono i fragmiteti a *Phragmites australis*, i canneti ad *Arundo donax* ed i tamariceti a tamerice maggiore (*Tamarix africana*). Localmente sono presenti anche specie arbustive quali *Salix fragilis* e *Populus alba*. Anche in questo caso su ampie superfici la vegetazione ripariale è stata sostituita da colture agrarie. Tale vegetazione, distribuita in aree ridotte, è situata ai lati del Rio Silis, limite orientale del S.I.C., del Rio Pedrugnanu, del Rio Buddi Buddi ed in prossimità del canale situato a Nord – Ovest dello stagno.

Valenze faunistiche – Ornitofauna

Dal piano di gestione si evince che delle specie indicate nella scheda Natura 2000, solo 11 sono state rilevate nel SIC. Tra di esse si annovera una specie indicata come estinta, il falco pescatore, 2 in pericolo in modo critico, 6 in pericolo di estinzione, 3 vulnerabili e 2 a più basso rischio, secondo il Libro Rosso degli animali d'Italia (Bulgarrini et al. 1998, LIPU e WWF 1999). Tra l'altro il Piano di Gestione propone tra i vari interventi, in riferimento alle nuove specie segnalate, dei monitoraggi dell'ornitofauna che permetteranno di esprimere valutazioni analitiche sullo status delle specie di interesse comunitario all'interno del sito, ed in particolare sulla consistenza delle popolazioni e sul loro stato di conservazione.

***Praterie di Posidonia oceanica* DA AGGIORNARE**

La caratterizzazione fisionomica e strutturale di questo habitat è data dalla presenza della fanerogama monocotiledone *Posidonia oceanica*, ma fanno parte della comunità anche alghe rosse a alghe brune. Si tratta di biocenosi bentoniche, legate al fondo del mare, che si insediano prevalentemente su sabbie grossolane e offrono riparo e sostentamento a numerose specie animali. La *Posidonia oceanica* è una pianta molto

comune in buona parte del Mediterraneo, cresce interamente sommersa, fino ad una profondità di 30 m, formando dense “praterie” sul fondo del mare. La sua presenza è rilevata da cumuli sulla spiaggia di parti della pianta tra cui le basi fibrose delle foglie, che in seguito al rotolamento sulla spiaggia danno luogo ai caratteristici Pelotes de mer, di forma rotondeggiante – ovale. Attualmente le informazioni sull’estensione e sullo stato di conservazione dell’habitat prioritario “Praterie di posidonie (Posidonium oceanicae)” all’interno del S.I.C. hanno un livello di approfondimento preliminare, che potrà essere opportunamente verificato mediante azioni di monitoraggio.

Dalla Carta degli habitat estratta dalle informazioni contenute nel Piano di gestione del SIC è possibile riscontrare le diverse formazioni nelle quali si presenta la prateria di Posidonia oceanica, ovvero Posidonia su roccia, su matte morta e su sabbia, quest’ultima è evidentemente quella meglio conservata e quella che deve essere necessariamente preservata al fine di espandersi.

5.3.2. Area di studio

Gli habitat presenti nell’intorno non sono caratterizzati da un’elevata biodiversità, in quanto l’opera in progetto interessa l’area strettamente connessa all’attuale sistema portuale, altamente antropizzata, tuttavia dalla carta degli habitat è possibile riscontrare la presenza di alcuni elementi di elevata naturalità ovvero il corso e la foce del Rio Mannu dove sono presenti habitat ripariali in buono stato di conservazione, nonché da comunità vegetali ed animali esclusive.

Sono state individuate essenzialmente due unità di paesaggio nell’area di studio che per chiarezza distinguiamo in Antropico e Naturale.

La prima unità di paesaggio è caratterizzata dalla città, il centro storico, il porto, le reti di connessione ed il comparto industriale.

Il centro storico, pur collocato in posizione periferica rispetto alle estese zone edificate, grazie alla sua posizione rispetto al porto e alla ferrovia, risulta ancora oggi il centro degli interessi della città. Il porto con la sua favorevole posizione geografica è posto al centro oltre che degli interessi comunali anche di quelli regionali, essendo il nodo dei collegamenti nazionali ed internazionale dell’intera isola.

L’altra unità paesaggistica è strettamente legata alle fasce fluviali che attraversano il territorio, conseguentemente caratterizzata dalla presenza del Rio Mannu. Questo attraversa le pianure alluvionali con la componente vegetale che emerge rispetto ai paesaggi circostanti sia per colori che per dimensioni, evidenziando così lungo il territorio le aree interessate da deflusso superficiale. In queste aree è presente il geosigmeto edafo-igrofilo e planiziale con associazioni Populion albae, Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris, Salicion albae). Si tratta di mesoboschi edafoigrofilo e/o planiziali caducifogli costituiti da Populus alba e Ulmus minor, che si sviluppano in impluvi, margini fluviali e terrazzi alluvionali. Presentano una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi anch’esso legato ai tempi di ritorno con cui le aree vengono allagate. In questi ambienti emergono le pe-

cularità dei paesaggi fluviali, con vegetazione spesso molto densa che connota con colori forti la visuale. Si precisa che tale ecosistema ripariale descritto non sarà influenzato minimamente dal cantiere e dall'esercizio dell'opera.

Relativamente alle aree marine in prossimità dell'area di studio non si riscontra nessun habitat di interesse naturalistico. Effetti degli interventi previsti dal progetto

5.4. Effetti degli interventi previsti dal progetto

5.5. Premessa

Gli studi condotti, attraverso l'applicazione di matrici e check-list hanno permesso di ottenere dei quadri sinottici utili a compiere le valutazioni in modo appropriato e individuare i possibili fattori di pressione derivanti dalla conduzione del cantiere e di esercizio che insistono essenzialmente sulle componenti flora e fauna ed ecosistemi

La potenziale interferenze dell'opera nei confronti degli habitat naturali è stata valutata per le due fasi:

- Fase 1 – cantiere;
- Fase 2 – esercizio.

La stima dell'impatto ambientale avrà lo scopo di individuare, descrivere e valutare gli effetti positivi e negativi, diretti e indiretti che il progetto determina sulle componenti e i fattori ambientali caratteristici dell'ambito territoriale di riferimento, già in precedenza identificati ed analizzati.

Per la valutazione degli impatti è necessario definire criteri espliciti di interpretazione che consentano ai diversi soggetti sociali ed individuali, che partecipano al procedimento di VIA, di formulare i giudizi di valore. Tali criteri, indispensabili per assicurare una adeguata obiettività nella fase di valutazione, permettono di definire la significatività di un impatto e sono relativi alla definizione di:

- Impatto reversibile o irreversibile;
- Impatto a breve o a lungo termine;
- Scala spaziale dell'impatto (locale, regionale, etc.);
- Impatto evitabile o inevitabile;
- Impatto mitigabile o non mitigabile;
- Entità dell'impatto;
- Frequenza dell'impatto;
- Capacità di smorzare l'impatto;
- Concentrazione dell'impatto su aree critiche.

L'esame delle interazioni tra l'opera e le singole componenti ambientali si pone quindi l'obiettivo di definire un quadro degli impatti più significativi prevedibili sul sistema ambientale complessivo, indicando inoltre le situazioni transitorie attraverso le quali si configura il passaggio dalla situazione attuale all'assetto di lungo termine.

Un impatto, in considerazione dell'intensità e della sensibilità della componente interessata, secondo le indicazioni ministeriali, verrà dunque considerato:

Non significativo: se il suo effetto sull'ambiente non è distinguibile dagli effetti preesistenti;

Scarsamente significativo: se è apprezzabile, ma il suo contributo non porterà un peggioramento significativo della situazione esistente;

Significativo: se la stima del suo contributo alla situazione esistente porta ad un peggioramento significativo;

Molto significativo: se il suo contributo alla situazione esistente porta a livelli superiori a limiti stabiliti per legge o ad innalzare in misura rilevante la frequenza e l'entità di detti superamenti.

L'analisi degli impatti generati su ciascuna componente è stata svolta considerando la fase di costruzione e di esercizio.

Ove venga evidenziato un potenziale impatto negativo significativo, in relazione alla componente in esame, saranno descritte le misure progettuali, tecnologiche o gestionali, che saranno poste in essere, sia in fase di cantiere (installazione e dismissione) che di esercizio, al fine di evitarlo o minimizzarlo.

A livello generale possono essere previste le seguenti azioni di mitigazione:

- Evitare l'impatto non eseguendo un'attività o una parte di essa;
- Minimizzare l'impatto limitando l'intensità del disturbo.

Di seguito verranno analizzati i potenziali disturbi, derivanti dalla realizzazione dell'opera, relativamente alle componenti ambientali interessate.

5.5.1. Impatti a carico degli Habitat costieri

In prossimità dell'area di studio non sono presenti habitat costieri sensibili in quanto il progetto ricade in prossimità dell'area portuale di Porto Torres fortemente compromessa dal punto di vista ambientale dalle attività portuali e industriali.

Ad una distanza di circa 2 km sono presenti habitat di elevato valore naturalistico quali scogliere, spiagge, habitat dunali e prateria a fanerogame marine tutelate attraverso il progetto Natura 2000.

Nonostante l'elevato livello di sensibilità ecologica, sia per la presenza di elementi floristici di pregio che per quelli vegetazionali, vista l'entità dell'opera e le simulazioni idrodinamiche volte a dimostrare l'ininfluenza delle opere sulla dinamica costiera (vedi elaborati di progetto), si ritiene che gli habitat di valore naturalistico presenti non siano

suscettibili di alterazioni dello stato di conservazione di specie floristiche e vegetazionali.

E' opportuno sottolineare che la vegetazione ripariale e gli ecosistemi della foce del fiume non saranno in alcun modo interessati, né dall'aumento di torbidità nella fase di realizzazione dell'opera, né da variazioni dell'ambiente di foce nella fase di esercizio.

Per quanto riguarda la fauna, l'unica tipologia di fauna che insiste nell'area costiera e che potrebbe subire potenziali interferenze dalla realizzazione dell'opera in progetto è l'avifauna. Tuttavia, non si rilevano disturbi a suo carico in quanto immediatamente in prossimità dell'area di studio, ovvero nelle aree interessate dal porto commerciale e da quello industriale, non si riscontrano specie di interesse naturalistico e comunque i lavori previsti (fase di cantiere) non determineranno, in generale, un significativo innalzamento di rumorosità in relazione ai livelli sonori già preesistenti nell'area portuale.

5.5.2. Impatti a carico del Plancton

Impatti in fase di cantiere

Non si prevedono effetti negativi sul plancton in questa fase poiché non si avranno variazioni, lungo la colonna d'acqua, dei parametri chimico-fisici (temperatura, carico organico, ossigeno disciolto) fondamentali per la crescita e lo sviluppo di questi organismi.

Gli impatti sono reversibili e limitati alla fase di cantiere.

Impatti in fase di esercizio

Si prevede un impatto nullo.

Misure di mitigazione

Non sono previste misure di mitigazione.

5.5.3. Impatti a carico dell'ittiofauna

Impatti in fase di cantiere

In fase di cantiere l'ittiofauna sarà disturbata dal rumore prodotto dal trasporto delle strutture e dalla sua collocazione. Tuttavia, la temporaneità del cantiere e l'area di intervento limitata, limiteranno gli eventuali impatti e produrranno un probabile momentaneo allontanamento dal sito delle comunità ittiche. Le tecnologie proposte, infine, saranno le migliori disponibili al fine di ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

Impatti in fase di esercizio

Si prevede un impatto nullo.

Misure di mitigazione

Non sono previste misure di mitigazione.

Tuttavia, a compensazione dei disturbi arrecati alla fauna locale, il progetto propone la realizzazione di due isole ecologiche a mare al di fuori del porto commerciale in aree da concordare con l'Autorità Portuale.

Le isole ecologiche saranno realizzate, seguendo le indicazioni del quaderno n.3 I-SPRA "le strutture sommerse per il ripopolamento ittico e la pesca" con elementi in calcestruzzo provenienti dalle demolizioni della banchina del Molo di Levante; la proposta ha il doppio obiettivo di:

- favorire il ripopolamento degli habitat naturali,
- impedire la pesca a strascico.

Per questo si prevede la realizzazione di due complessi di isole ecologiche per un volume complessivo di circa 300mc entro 3 miglia dal porto commerciale.



Figura 5.2: Isole ecologiche a mare per il ripopolamento ittico

5.5.4. Impatti a carico dei mammiferi

Impatti in fase di cantiere

Un potenziale effetto sui mammiferi in fase di cantiere è legato all'aumento di rumore dovuto al traffico navale nell'area e alle operazioni per la posa dei cassoni. Dati di letteratura mostrano che i mammiferi generalmente tollerano il rumore delle navi e sono regolarmente presenti anche nelle aree a intenso traffico. L'allontanamento momen-

taneo dei mammiferi marini dall'area interessata dalle operazioni di cantiere è l'unico altro effetto atteso. L'impatto quindi risulta scarsamente significativo.

Impatti in fase di esercizio

Si prevede un impatto nullo.

Misure di mitigazione

5.5.5. Impatti a carico della Posidonia Oceanica

Lo SIA ha posto particolare attenzione a questo habitat prioritario, dedicando allo stesso una Studio Specialistico (*QRPe – S3 Studio specialistico 3. Mappatura e analisi della prateria di Posidonia oceanica nelle acque antistanti la diga di sopraflutto del Porto civico di Porto Torres e progetto degli interventi di trapianto e compensazione*) così strutturato:

- Mappatura ed analisi della Posidonia presente in area di lavoro – è emersa la presenza di posidonia “disturbata” e compromessa dalla presenza di Caulerpa cilindracea nel tratto fino della proposta diga di ponente, su di una impronta di 7.000 m²;
- è stato proposto un intervento di trapianto in area limitrofa con caratteristiche simili (rapporto 1:1);
- è stato proposto un intervento di compensazione consistente del posizionamento di dissuasori antistrascico nel parco dell'Asinara (rapporto 1:2).

Per ogni dettaglio si rinvia al già citato documento specialistico *QRPe – S3* contenente anche le prime indicazioni per la redazione del Piano di Monitoraggio.

Impatti in fase di esercizio

In fase di esercizio non si produrranno impatti negativi sulla biocenosi a *Posidonia* né variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua o produzione di inquinanti, nocivi per la normale vitalità della pianta. La *Posidonia* potrà tuttavia risentire della variazione della rotta di accesso delle navi.

Impatti in fase di cantiere - Misure di mitigazione

Nell'area di cantiere, al fine di ridurre la torbidità (scanni di imbasamento, salpamento di porzioni di scogliere esistenti, ecc.), potranno essere utilizzate barriere anti-torbidità costituite da geotessili o panne che saranno poste attorno al sito di cantiere per localizzare i sedimenti ed evitarne quanto più possibile la dispersione.

Nello spostamento della barriera al procedere dei lavori dovrà essere posta particolare cautela al fine di minimizzare il disturbo al fondale e la risospensione dei sedimenti nell'ambiente circostante causata dagli elementi di ancoraggio. Sarà necessario, inoltre, fare debita attenzione alle caratteristiche idrodinamiche locali, al dimensionamento dei sistemi di galleggiamento delle panne, delle catene di appesantimento, degli

elementi di ancoraggio al fondo, in modo tale che sia garantita la verticalità della barriera e ne sia evitato l'affondamento.

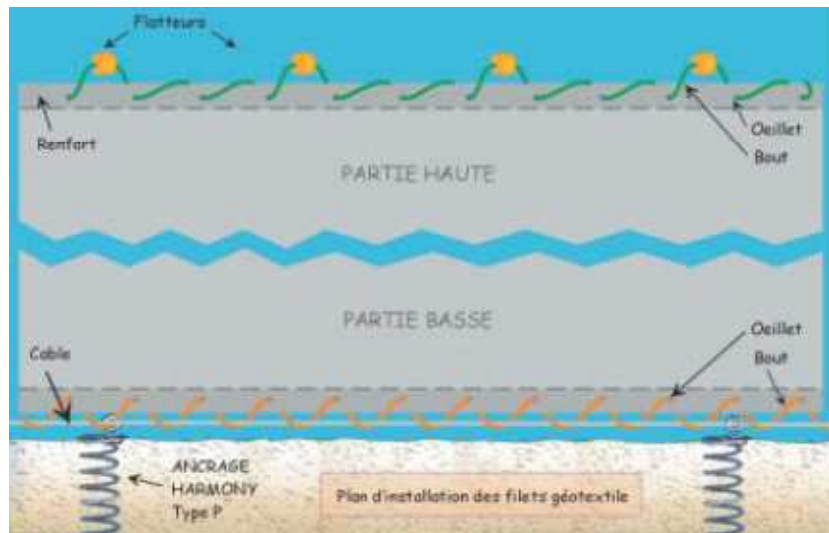


Figura 5.3 ancoraggi non distruttivi del tipo Harmony



Figura 5.4: Uno schermo in geotessile (a sinistra) che protegge una prateria di Posidonia oceanica (a destra) in un lavoro sottomarino in Francia. (foto E. Charbonnel)

6. RUMORE E VIBRAZIONI

6.1. Premessa e approccio metodologico

Il presente studio è stato redatto allo scopo di determinare gli effetti indotti nei confronti della componente ambientale "Rumore e vibrazioni" dalle attività connesse alla realizzazione del prolungamento dell'Antemurale di Ponente e alla resecazione dell'estremità del Molo di Levante (banchina Alti Fondali).

Tali interventi sono previsti all'interno del bacino portuale civico di Porto Torres al fine di permettere la navigabilità per un maggior numero di giorni l'anno anche in condizioni di moto ondoso che attualmente rendono difficoltoso l'accesso ad alcune tipologie di natanti e, di conseguenza, per garantire una maggiore sicurezza nelle fasi di entrata ed uscita dal porto e nell'ormeggio dei natanti.

Si evidenzia fin d'ora come gli effetti a carico della componente in esame nelle aree abitative sono da ritenersi non critiche sia per la distanza che intercorre tra le aree di cantiere, fonte della maggiore rumorosità, e le abitazioni frontaliere l'area portuale non inferiore a 600 metri, sia per il limitato numero dei mezzi pesanti in transito sulle arterie di attraversamento urbano.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi operative:

- inquadramento normativo;
- caratterizzazione dell'area di intervento, individuazione delle aree abitative prossime ai punti di lavorazione principale, analisi della bozza definitiva del Piano di classificazione acustica comunale;
- campagna strumentale di monitoraggio finalizzata alla caratterizzazione del clima acustico preesistente nelle aree interferite dai previsti interventi (tale attività già svolta nell'ambito del progetto preliminare è integralmente trattata nell' Appendice 1A alla presente relazione);
- individuazione e descrizione del giorno critico del cantiere corrispondente al maggiore impatto sulla componente; caratterizzazione delle sorgenti sonore previste nel giorno critico;
- applicazione del modello previsionale di calcolo Mithra per la determinazione dei livelli di emissione acustica prodotti dalle lavorazioni e dai macchinari nel giorno critico del cantiere nell'area circostante. Si è fatto riferimento alle simulazioni già svolte nell'ambito del progetto preliminare in quanto il nuovo scenario di cantiere, relativo al progetto definitivo, è risultato, almeno per i siti di lavorazione collocati nel porto civico, in parte correlabile alle ipotesi assunte nella prima fase progettuale. Tuttavia si è provveduto a svolgere un'attualizzazione dei risultati precedentemente ottenuti tenendo conto delle differenti sorgenti sonore e delle miglie apportate dal progetto definitivo.

6.2. La normativa di riferimento sull'inquinamento acustico

Vengono di seguito riportati i principali riferimenti normativi attualmente vigenti in Italia sull'inquinamento acustico e applicabili al presente studio:

- D.P.C.M. 01/03/1991 sui “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”;
- Legge Quadro sull'inquinamento acustico, n.447 del 26/10/1995;
- D.P.C.M. 14/11/1997 sulla “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”.
- D.P.R. 142/2004 “Regolamento recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare”;
- D.Lgs. 4 settembre 2002 n.262, relativo alla: “Attuazione della Direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all’aperto”;
- D.M.A. 24 luglio 2006, recante “Modifiche dell’allegato I – Parte b del Decreto Legislativo 4 settembre 2002 n.262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all’esterno”;
- D.G.R Sardegna n. 62/09 del 14/11/08 “Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale”.
- Bozza definitiva del Piano di classificazione acustica di Porto Torres adottato con Del. CC n. 54 del 11 dicembre 2014.

6.2.1. D.P.C.M. 1 marzo 1991

Il D.P.C.M. 01/03/91 è stato redatto con l’obiettivo di stabilire “...i limiti di accettabilità dei livelli di rumore, validi su tutto il territorio nazionale, quali misure immediate ed urgenti di salvaguardia della qualità ambientale e della esposizione urbana al rumore, in attesa dell’approvazione dei decreti attuativi della Legge Quadro in materia di tutela dell’inquinamento acustico, che fissi i limiti adeguati al processo tecnologico ed alle esigenze emerse in sede di prima applicazione del presente decreto”.

Detto decreto è stato sostituito dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 che riporta i nuovi, vigenti, valori dei limiti di rumore in base alle definizioni stabilite dalla L.447/95.

Detti nuovi valori limiti sono attualmente in vigore nel territorio del Comune di Porto Torres interessato dagli interventi in oggetto, a seguito della recente adozione della Bozza definitiva del Piano di classificazione acustica (dicembre 2014).

Si riporta una descrizione riepilogativa del citato D.P.C.M. 1 marzo 1991, anche se detto strumento non costituisce più il punto di riferimento tecnico-normativo da utilizzare per il proporzionamento degli eventuali dispositivi di contenimento dei livelli acustici sul territorio oggetto del presente studio determinati dalla realizzazione delle opere di progetto.

Il Decreto individua sei classi di aree in cui suddividere il territorio dal punto di vista acustico (Tab. 6.1), fissando inoltre i limiti massimi di accettabilità di livello sonoro equivalente, ponderato A, LEQ in dB(A), per ciascuna delle sei classi, distinguendo tra il periodo diurno (dalle ore 06.00 alle ore 22.00) ed il periodo notturno (dalle ore 22.00 alle ore 06.00) (Tab. 6.2).

La zonizzazione acustica deve essere redatta dai Comuni sulla base di indicatori di natura urbanistica e territoriale, quali ad esempio la densità di popolazione, la tipologia dei ricettori, la presenza di attività produttive, la presenza e le caratteristiche delle infrastrutture di trasporto, ecc.

L'obiettivo di tale zonizzazione dovrebbe essere quello di prevenire il deterioramento di zone del territorio comunale non ancora inquinate, dal punto di vista acustico, oltre a quello di risanare le aree in corrispondenza delle quali sono attualmente riscontrabili livelli sonori elevati, e/o comunque non compatibili con le caratteristiche dei ricettori presenti.

<p>CLASSE I</p> <p>Aree particolarmente protette</p> <p>Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</p>
<p>CLASSE II</p> <p>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.</p>
<p>CLASSE III</p> <p>Aree di tipo misto</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.</p>
<p>CLASSE IV</p> <p>Aree di intensa attività umana</p> <p>Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p>
<p>CLASSE V</p> <p>Aree prevalentemente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p>CLASSE VI</p> <p>Aree esclusivamente industriali</p> <p>Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi</p>

Tabella 6-1: D.P.C.M. 1/3/91: Definizione delle classi di zonizzazione acustica del territorio

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE		DIURNO 6:00+22:00	NOTTURNO 22:00+6:00
I	Aree protette	50	40
II	Aree residenziali	55	45
III	Aree miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6-2: D.P.C.M. 1/3/91: Limiti di immissione di rumore per Comuni che adottano una zonizzazione acustica del territorio

Per le zone non esclusivamente industriali, un altro criterio di valutazione indicato dal D.P.C.M. 01/03/91 è quello contenuto nell'Art. 6 comma 2, vale a dire il "Criterio differenziale", che valuta il disturbo rispetto all'incremento di rumore che si genera sul rumore di residuo e non sulla sua intensità assoluta.

Il Decreto stabilisce che le differenze da non superare tra il livello del rumore ambientale e quelle del rumore residuo, sono rispettivamente di 5 dB(A) per il periodo diurno e di 3 dB(A) per il periodo notturno.

6.2.2. Legge Quadro sul Rumore, n. 447/95

La "Legge Quadro sul Rumore n. 447 del 26/10/1995, pubblicata sulla G.U. del 30/10/1995 n. 254, è una legge di principi, che rimanda a successivi strumenti attuativi la definizione puntuale delle norme tecniche e dei parametri di riferimento.

Nell'Art. 2 vengono introdotte le definizioni di valori di emissione, di immissione, di attenzione e valori di qualità.

Nell'Art. 4 si richiamano i Comuni a procedere alla redazione delle zonizzazioni acustiche nel loro territorio, secondo i criteri indicati dal D.P.C.M. 01/03/91.

La Legge n. 447 stabilisce, inoltre, che le Regioni, entro un anno dalla sua entrata in vigore, devono definire i criteri per la zonizzazione acustica del territorio comunale, fissando il divieto di contatto diretto di aree, anche appartenenti a comuni confinanti, quando i valori di qualità si discostano in misura superiore a 5 dB(A).

L'adozione della zonizzazione acustica è il primo passo concreto con il quale il Comune esprime le proprie scelte, in relazione alla qualità acustica da preservare o da raggiungere nelle differenti porzioni del territorio comunale e, altresì, costituisce il momento che presuppone la tempestiva attivazione delle funzioni pianificatorie, di

programmazione, di regolamentazione, autorizzatorie, ordinatorie, sanzionatorie e di controllo nel campo del rumore indicate dalla Legge Quadro.

I Comuni che presentano rilevante interesse paesaggistico o turistico hanno la facoltà di assumere valori limite di emissione ed immissione, nonché valori di attenzione e di qualità inferiori a quelli stabiliti dalle disposizioni ministeriali, nel rispetto delle modalità e dei criteri stabiliti dalla legge regionale.

La Legge prescrive, inoltre, l'obbligo di adozione del piano di risanamento acustico, nel rispetto delle procedure e degli eventuali ulteriori criteri stabiliti dalla Legge Regionale, nei casi di superamento dei valori di attenzione o di contatto tra aree caratterizzate da livelli di rumorosità eccedenti i 5 dB(A).

I Comuni sono quindi tenuti ad adeguare i regolamenti locali di igiene e di polizia municipale, con l'introduzione di apposite norme contro l'inquinamento acustico, con particolare riferimento all'abbattimento delle emissioni sonore derivanti dalla circolazione degli autoveicoli e da sorgenti fisse, ed all'adozione di regolamenti per l'attuazione della disciplina statale e regionale in materia di tutela dell'inquinamento acustico.

In sede di istruttoria delle istanze di concessione edilizia relative ad impianti ed infrastrutture adibite ad attività produttive, sportive o ricreative, per servizi commerciali polifunzionali abilitati all'uso degli immobili e delle licenze o autorizzazioni all'esercizio delle attività, il Comune è tenuto alla verifica del rispetto della normativa per la tutela dell'inquinamento acustico, anche considerando la zonizzazione acustica comunale.

I Comuni sono tenuti a richiedere e valutare la documentazione di impatto acustico relativamente all'elenco di opere indicate dalla Legge Quadro (dette opere non comprendono gli impianti di depurazione purché questi impianti non siano da sottoporre a valutazione di impatto ambientale ai sensi dell'art 6 L349/86), ed inoltre a predisporre e valutare la documentazione previsionale del clima acustico delle aree interessate dalla realizzazione di interventi ad elevata sensibilità (art 8).

Compete inoltre, ai Comuni, il rilascio delle autorizzazioni per lo svolgimento di attività temporanee, manifestazioni, spettacoli, l'emissione di ordinanze in relazione ad esigenze eccezionali di tutela della salute pubblica e dell'ambiente, l'irrogazione delle sanzioni amministrative per la violazione delle disposizioni dettate localmente in materia di tutela dell'inquinamento acustico.

La Legge Quadro assegna infine, ai Comuni, il controllo del rumore generato dal traffico e dalle sorgenti fisse, dall'uso di macchine rumorose e da attività all'aperto, oltre il controllo di conformità alle vigenti disposizioni delle documentazioni di valutazione dell'impatto acustico e di previsione del clima acustico, relativamente agli interventi per i quali ne risulta prescritta la presentazione.

6.2.3. D.P.C.M. 14 novembre 1997

Detto decreto contiene i valori limite di emissione e di immissione, nonché i valori di attenzione ed i valori di qualità.

L'entrata in vigore dei nuovi limiti indicati dal citato decreto è però condizionata all'adempimento da parte dei Comuni di quanto previsto nell'art. 6, comma 1, lettera a) della L.447/95 (classificazione a fini acustici del territorio comunale ai sensi dell'art.4, comma 1, lettera a - della L.447/95).

Nel caso del Comune di Porto Torres i valori limiti indicati nel presente DPCM costituiscono un riferimento cogente a seguito della recente adozione della bozza definitiva del Piano di classificazione acustica.

Nel DPCM 14/11/97 la classificazione del territorio rimane identica a quella precedentemente prevista (vedi Tab. 6.1), mentre per i valori limite di emissione e di immissione si registrano diminuzioni dei valori precedentemente previsti secondo il prospetto riepilogativo riportato nelle seguenti tabelle 6.3 e 6.4.

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE		DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
I	Aree protette	45	35
II	Aree residenziali	50	40
III	Aree miste	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 6-3: D.P.C.M. 14/11/97: Tab. B - Valori limite di emissione - Leq in dB(A) - Art 2

DESTINAZIONE D'USO TERRITORIALE		DIURNO 6:00÷22:00	NOTTURNO 22:00÷6:00
I	Aree protette	50	40
II	Aree residenziali	55	45
III	Aree miste	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 6-4: D.P.C.M. 14/11/97: Tab. C - Valori limite assoluti di immissione - Leq in dB(A) - Art 3

Il percorso di verifica da attuare nei confronti del dispositivo normativo indicato nel DPCM 14/11/97 prevede i seguenti livelli:

A - valori limite di emissione (art 2):

da verificare, in base alla tabella B (tab. 6.3), in corrispondenza dei ricettori senza tenere conto del rumore ambientale (strade, ferrovia, altre sorgenti sonore sul territorio)

B - valori limite assoluti di immissione (art 3):

da verificare, in base alla tabella C (tab. 6.4), in corrispondenza dei ricettori sul territorio adiacente tenendo conto del rumore ambientale (strade, ferrovia, altre sorgenti sonore sul territorio).

Va tenuto conto che i ricettori collocati nelle fasce di pertinenza stradale e ferroviaria non dovranno essere riferiti alla tab. C (art 3) ma ai limiti assegnati alla specifica fascia di pertinenza in base alla classificazione di cui all'art 5.

C - valori limiti differenziali di immissione (art 4):

le disposizioni di cui al presente articolo non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime, nonché nelle aree classificate nella classe VI "aree esclusivamente industriali".

6.2.4. D.P.R. 142/2004

Il Consiglio dei Ministri del 25 luglio 2003 ha approvato un decreto presidenziale che definisce le soglie di inquinamento acustico provocato dal traffico veicolare. Il provvedimento è stato deliberato dallo stesso in data 19 marzo 2004 e costituisce il regolamento contenente le disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante da traffico veicolare.

Preliminarmente, dopo aver esplicitato un complesso di definizioni necessarie all'applicazione del decreto (art.1), viene individuato il campo di applicazione del regolamento (art.2): le autostrade, le strade extraurbane principali e secondarie, le strade urbane, quelle di quartiere e le strade locali.

Viene quindi individuata la fascia di pertinenza acustica relativa alle diverse tipologie di strade; con riferimento ai ricettori presenti all'interno di tale fascia devono essere individuate ed adottate le opere di mitigazione. In particolare per le autostrade e le strade extraurbane di nuova realizzazione viene individuata una fascia di 250 metri.

Per le infrastrutture di nuova realizzazione tale fascia è definita unitariamente, mentre per le infrastrutture esistenti viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura e della larghezza di 100 metri, denominata fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura e della larghezza di 150 m, denominata fascia B; tale fasce diventano meno ampie passando da una tipologia principale ad una secondaria/urbana. Per le infrastrutture di nuova realizzazione, in caso di presenza di scuole,

ospedali, case di cura e case di riposo, la fascia di pertinenza acustica ha estensione doppia.

Vengono poi definiti i criteri di applicabilità ed i valori limite di immissione.

Contestualmente agli interventi previsti nell'ambito portuale di Porto Torres non si prevede la realizzazione di nuovi collegamenti stradali dai moli alla viabilità principale o locale, essendo già esistente e sufficiente per le esigenze di cantiere un'adeguata rete viaria che, per l'accesso al Molo di Ponente del porto civico e alla diga foranea del porto industriale, consente anche di non interferire con l'abitato.

Di seguito sono riportate le tabelle riportate in allegato al DPR distinte per le strade di nuova realizzazione e per le strade esistenti.

Tipo di strada	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A – Autostrada		250	50	40	65	55
B - Extraurbana principale		250	50	40	65	55
C - Extraurbana secondaria	C1	250	50	40	65	55
	C2	150	50	40	65	55
D - Urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - Urbana di quartiere		30	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati nella Tabella C del D.P.C.M. 14.11.97 e, comunque, in modo non conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art.6, comma 1, lettera a) della Legge n.447 del 1995			
F - Locale		30				

Tabella 6-5: Valori limite di immissione per strade di nuova realizzazione

Tipo di strada	Sottotipi a fini acustici	Ampiezza fascia di pertinenza acustica	Scuole, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A Autostrada		100 (Fascia A)	50	40	70	60
		150 (Fascia B)			65	55
B Extraurbana principale		100 (Fascia A)	50	40	70	60
		150 (Fascia B)			65	55
C Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR)	100 (Fascia A)	50	40	70	60
		150 (Fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (Fascia A)	50	40	70	60
		50 (Fascia B)			65	55
D Urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E Urbana di quartiere			Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati nella Tabella C del D.P.C.M. 14.11.97 e, comunque, in modo non conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'art.6, comma 1, lettera a) della Legge n.447 del 1995			
F Locale						

Tabella 6-6: Valori limite di immissione per strade esistenti o assimilabili

6.2.5. D.Lgs. 4 settembre 2002 n.262 e s.m.i.

In attesa dell'adempimento delle prescrizioni relative alla L. 447/95, per quanto concerne la fase di costruzione, risulta ovviamente applicabile il D.L. n.262/02 e le successive modifiche, mentre per quanto riguarda il D.P.C.M. 1 marzo 1991 valgono le disposizioni in esso contenute all'art. 1 comma 4, vale a dire: *"Le attività temporanee, quali cantieri edili, le manifestazioni in luogo pubblico o aperto al pubblico, qualora comportino l'impiego di macchinari ed impianti rumorosi, debbono essere autorizzate anche in deroga ai limiti del presente decreto dal Sindaco, il quale stabilisce opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico sentita la competente ASL"*.

Il D.L. n.262/02 disciplina i valori di emissione acustica, le procedure di valutazione della conformità, la marcatura, la documentazione tecnica e la rilevazione dei dati sull'emissione sonora relativi alle macchine ed alle attrezzature destinate a funzionare all'aperto, al fine di tutelare sia la salute ed il benessere delle persone sia quello dell'ambiente.

Tale decreto si applica alle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto individuate e definite all'articolo 2 ed all'allegato I che, a decorrere dalla data di entrata in vigore del presente decreto (gennaio 2003), sono immesse in commercio o messe in servizio come unità complete per l'uso previsto.

Il D.L. n.262/02 stabilisce i limiti di potenza sonora dB(A) del rumore prodotto all'aperto dai macchinari di cantiere, dipendentemente dalla potenza netta installata (kW), dalla potenza elettrica (kW) e dalla massa (m) degli apparecchi, così come riassunto nella seguente Tabella 1.5 per alcuni macchinari significativi.

Tipo di macchina	Potenza netta installata (P in kW) Potenza elettrica Pel (in kW) Massa apparecchio (in Kg)	Livello ammesso di potenza sonora LWA in dB(A)/ 1 pW	
		Fase I (a partire dal 3 gennaio 2003)	Fase II (a partire dal 3 gennaio 2006)
Escavatori, montacarichi per materiale da cantiere, argani	$P \leq 15$	96	93
	$P > 15$	$83 + 11 \lg P$	$80 + 11 \lg P$
Apripista, pale caricatrici e terne cingolate	$P \leq 55$	106	103
	$P > 55$	$87 + 11 \lg P$	$84 + 11 \lg P$
Martelli demolitori tenuti a mano	$m \leq 15$	107	105
	$15 < m < 30$	$94 + 11 \lg m$	$92 + 11 \lg m$
	$m > 30$	$96 + 11 \lg m$	$94 + 11 \lg m$
Gru a torre		$98 + \lg P$	$96 + \lg P$
Gruppi elettrogeni e gruppi elettrogeni di saldatura	$P_{el} \leq 2$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
	$2 < P_{el} < 10$	$98 + \lg P_{el}$	$96 + \lg P_{el}$
	$P_{el} > 10$	$97 + \lg P_{el}$	$95 + \lg P_{el}$
Motocompressori	$P \leq 15$	99	97
	$P > 15$	$97 + 2 \lg P$	$95 + 2 \lg P$

Tabella 6-7: Livello massimo di potenza sonora per le macchine funzionanti all'aperto

Il presente documento tecnico detta le linee guida regionali in tema di inquinamento acustico ad integrazione e sostituzione dei provvedimenti in materia fino ad ora emanati a livello regionale anche alla luce delle nuove disposizioni nazionali.

Nel documento sono sviluppati in particolare i seguenti argomenti:

- le modalità operative per la definizione e la redazione della classificazione acustica dei territori comunali;
- l'iter di presentazione dei Piani di risanamento acustici;
- la regolamentazione delle emissioni sonore in ambiente esterno: modalità di presentazione della documentazione di impatto acustico e della valutazione previsionale del clima acustico, la richiesta di autorizzazione per attività rumorose temporanee;
- il campo di applicazione e l'iter procedurale relativamente ai requisiti acustici passivi degli edifici;
- la determinazione e la gestione del rumore ambientale (cfr D. Lgs. 194/05);
- una parte dedicata al riconoscimento e alle competenze del Tecnico competente in acustica ambientale.

6.3. La normativa di riferimento sull'inquinamento da vibrazioni

Vengono di seguito riportati i principali riferimenti normativi attualmente vigenti sull'inquinamento indotto dalle vibrazioni:

- I.S.O. 2631-2 "Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 2:Vibration in buildings (1 to 80 Hz)";
- U.N.I. 9614 "Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo";
- U.N.I. 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici".

6.3.1. Norma I.S.O. 2631-2

La Norma I.S.O. 2631-2 si applica a vibrazioni trasmesse da superfici solide lungo gli assi x, y e z per persone in piedi, sedute o coricate. Il campo di frequenze considerato è 1-80 Hz, ed il parametro di valutazione è il valore efficace dell'accelerazione a (RMS), definito come:

$$a \text{ (RMS)} = 1/T \int dt \ a^2(t) \ dt$$

essendo:

a(t) = accelerazione in funzione del tempo;

T = durata dell'integrazione nel tempo del quadrato dell'accelerazione.

La norma definisce 3 curve base per le accelerazioni e 3 curve base per le velocità, che rappresentano le curve approssimate di uguale risposta in termini di annoyance (disturbo) della popolazione.

La Tabella 6-8 indica i valori numerici per le curve base delle accelerazioni riferite all'asse Z, agli assi X, Y ed agli assi combinati X, Y e Z.

La norma I.S.O. indica, inoltre, i fattori di moltiplicazione da applicare alle curve base dell'accelerazione e delle velocità definite in frequenza (frequenza centrale di banda in terze di ottava), al fine di definire le curve limite al variare del periodo di riferimento (diurno e notturno), del tipo di vibrazione (continue o intermittenti, vibrazioni transitorie) e del tipo di insediamento (ospedali, laboratori di precisione, residenze, uffici, industrie).

FREQUENZA	ACCELERAZIONE X 10 ⁻³		
	ASSE Z	ASSI X,Y	ASSI COMBINATI
1	10	3.6	3.6
1.25	8.9	3.6	3.6
1.6	8	3.6	3.6
2	7	3.6	3.6
2.5	6.3	4.51	3.72
3.15	5.7	5.68	3.87
4	5	7.21	4.07
5	5	9.02	4.
6.3	5	11.4	4.6
8	5	14.4	5
10	6.3	18	6.3
12.5	7.81	22.5	7.8
16	10	28.9	10
20	12.5	36.1	12.5
25	15.6	45.1	15.6
31.5	19.7	56.8	19.7
40	25	72.1	25
50	31.3	90.2	31.3
63	39.4	114	39.4
80	50	144	50

Tabella 6-8: ISO 2631/2 - Valori numerici per le curve base delle accelerazioni

La Tabella 6-9 contiene i valori numerici dei fattori di moltiplicazione delle curve base, definiti considerando lo stato dell'arte degli studi di settore.

DESTINAZIONE D'USO	PERIODO	VIBRAZIONI CONTINUE O INTERMITTENTI	VIBRAZIONI TRANSITORIE
Luoghi di lavoro critici (camere operatorie, teatri, laboratori di precisione, ecc.)	Giorno	1	1
	Notte		
Edifici residenziali	Giorno	2÷4	30÷90

	Notte	1.4	14÷20
Uffici	Giorno	4	60÷128
	Notte		
Luoghi di lavoro	Giorno	8	90÷128
	Notte		

Tabella 6-9: ISO 2631-2 - Fattori di moltiplicazione delle curve base

Le vibrazioni devono essere misurate nel punto di ingresso nel corpo umano, e deve essere rilevato il valore RMS di accelerazione perpendicolarmente alla superficie vibrante.

Nel caso di edifici residenziali nei quali non è facilmente definibile un asse specifico di vibrazione, in quanto lo stesso edificio può essere usato da persone in piedi o coricate in diverse ore del giorno, la norma presenta una curva limite che tiene conto delle condizioni più sfavorevoli combinate in tre assi.

6.3.2. Norma U.N.I. 9614

La norma U.N.I. 9614 definisce il metodo di misura delle vibrazioni di livello costante o non costante immesse negli edifici, ad opera di sorgenti esterne o interne agli edifici stessi. I locali o gli edifici vengono classificati a seconda della loro destinazione d'uso:

- aree critiche;
- abitazioni;
- uffici;
- fabbriche.

Una diversa sensibilità viene attribuita alle abitazioni nel periodo diurno, definito dalle ore 07.00 alle 22.00 e, nel periodo notturno, dalle ore 22.00 alle ore 07.00.

Nell'Appendice della Norma si indica che la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante deve essere svolta confrontando i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza, o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui tre assi, con una serie di valori riportati nella Tabella 6-10.

Quando i valori o i livelli delle vibrazioni in esame superano i limiti, le vibrazioni possono essere considerate oggettivamente disturbanti per il soggetto esposto.

Nel caso di vibrazioni di tipo impulsivo, è necessario misurare il livello di picco dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza; tale livello deve essere successivamente diminuito di 3 dB, al fine di stimare il corrispondente livello efficace.

DESTINAZIONE D'USO	a [m/s ²]	L [dB]
Asse Z		
Aree critiche	5.0-10 ⁻³	74
Abitazioni (Notte)	7.0-10 ⁻³	77
Abitazioni (Giorno)	10.0-10 ⁻³	80
Uffici	20.0-10 ⁻³	86
Fabbriche	40.0-10 ⁻³	92
Asse X e Y		
Aree critiche	3.6-10 ⁻³	71
Abitazioni (Notte)	5.0-10 ⁻³	74
Abitazioni (Giorno)	7.2-10 ⁻³	77
Uffici	14.4-10 ⁻³	83
Fabbriche	28.8-10 ⁻³	89

Tabella 6-10: Norma UNI 9614: Limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza di livello costante e non costante, validi per l'asse Z e gli assi X e Y

Qualora si manifestino più di 3 eventi impulsivi giornalieri, i limiti fissati per le abitazioni, gli uffici e le fabbriche vanno diminuiti in base al numero di eventi ed alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F. Nessuna riduzione può essere applicata per le aree critiche.

DESTINAZIONE D'USO	Asse Z [m/s ²]	Assi X e Y [m/s ²]
Aree critiche	5.0-10 ⁻³	3.6-10 ⁻³
Abitazioni (Notte)	7.0-10 ⁻³	5.0-10 ⁻³
Abitazioni (Giorno)	0.30	0.22
Uffici	0.64	0.46
Fabbriche	0.64	0.46

Tabella 6-11: Norma UNI 9614: Limiti delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per le vibrazioni impulsive

I limiti indicati nella Tabella 6-11 possono essere adottati se il numero di eventi impulsivi giornalieri non è superiore a 3.

6.3.3. Norma U.N.I. 9916

La norma U.N.I. 9916 definisce i danni agli edifici determinati dalle vibrazioni e fornisce una guida per la scelta di appropriati metodi di misura, di trattamento dei dati e di valutazione dei fenomeni vibratorii, allo scopo di permettere anche la valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici, con riferimento alla loro risposta strutturale ed alla integrità architettonica.

Un altro scopo della norma è quello di ottenere dei dati comparabili sulle caratteristiche delle vibrazioni rilevate in tempi diversi su uno stesso edificio, o su edifici diversi a parità di sorgente di eccitazione, nonché di fornire criteri di valutazione degli effetti delle vibrazioni medesime.

La norma considera, per semplicità, gamme di frequenza variabili da 0.1 a 150 Hz. Tale intervallo interessa una grande casistica di edifici e di elementi strutturali di edifici sottoposti ad eccitazione naturale (vento, terremoti, ecc.), nonché ad eccitazioni causate dall'uomo (traffico, attività di costruzione, ecc.).

In alcuni casi, l'intervallo di frequenza delle vibrazioni può essere più ampio ma, tuttavia, le eccitazioni con contenuto in frequenza superiore a 150 Hz non sono tali da influenzare significativamente la risposta dell'edificio.

L'Appendice A della Norma contiene una guida semplificata per la classificazione degli edifici secondo la loro probabile reazione alle vibrazioni meccaniche trasmesse attraverso il terreno. Nell'ambito di questa classificazione, un sistema dinamico è costituito dal terreno e dallo strato di base sul quale si trovano le fondazioni, oltre che la struttura medesima dell'edificio.

Le strutture comprese nella classificazione riguardano:

- tutti gli edifici residenziali e gli edifici utilizzati per le attività professionali;
- gli edifici pubblici (municipi, chiese, ecc.);
- edifici vecchi ed antichi, edifici con un valore architettonico, archeologico e storico;
- le strutture industriali più leggere.

La classificazione degli edifici è basata sulla loro resistenza strutturale alle vibrazioni, oltre che sulla tolleranza degli effetti vibratorii sugli edifici, in ragione del loro valore architettonico, archeologico e storico. I fattori dai quali dipende la reazione di una struttura agli effetti delle vibrazioni sono:

- la categoria della struttura;
- le fondazioni;

- la natura del terreno.

La categoria di struttura è classificata in una scala da 1 a 8 (a numero crescente di categoria, corrisponde una minore resistenza alle vibrazioni), in base ad una ripartizione in due gruppi di edifici, vale a dire edifici vecchi e antichi o strutture costruite con criteri tradizionali (Gruppo 1), oppure edifici e strutture moderne (Gruppo 2).

L'associazione della categoria viene fatta risalire alle caratteristiche tipologiche e costruttive della costruzione ed al numero dei piani.

Le fondazioni sono classificate in tre classi.

- La Classe A comprende fondazioni su pali legati in cemento armato ed acciaio, platee rigide in cemento armato, pali di legno legati tra loro e muri di sostegno a gravità;
- la Classe B comprende pali non legati in cemento armato, fondazioni continue, pali e platee in legno;
- la Classe C, infine, comprende i muri di sostegno leggeri, le fondazioni massicce in pietra e la condizione di assenza di fondazioni, con muri appoggiati direttamente sul terreno.

Il terreno viene classificato in sei classi, vale a dire: rocce non fessurate o rocce molto solide, leggermente fessurate o sabbie cementate (Tipo A); terreni compattati a stratificazione orizzontale (Tipo B); terreni poco compattati a stratificazione orizzontale (Tipo C); piani inclinati, con superficie di scorrimento potenziale (Tipo D); terreni granulari, sabbie, ghiaie (senza coesione) ed argille coesive sature (Tipo E); materiale di riporto.

L'Appendice B di tale norma contiene i criteri di accettabilità dei livelli delle vibrazioni, con riferimento alla norma D.I.N. 4150 ed al Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 24 gennaio 1986 sulle "Norme tecniche relative alle costruzioni in zona sismica".

La parte 3 della D.I.N. 4150 indica le velocità massime ammissibili per vibrazioni transitorie:

- sull'edificio nel suo complesso;
- sui pavimenti: $v < 20$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione e le velocità di massima vibrazione;
- sull'edificio nel suo complesso: $v < 5$ mm/s in direzione orizzontale misurata all'ultimo piano;
- sui pavimenti: $v < 10$ mm/s in direzione verticale nel punto di massima vibrazione.

Le velocità di vibrazione massime ammissibili per l'edificio nel suo complesso, misurate alla fondazione, per i campi di frequenze < 10 Hz, 10-50 Hz e 50-100 Hz, sono:

- 20-40 mm/s, nel caso di edifici utilizzati per scopo commerciali, edifici industriali e simili (Categoria 1);

- 5-15 mm/s, nel caso di edifici residenziali e simili (Categoria 2);
- 3-8 mm/s, nel caso di strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni e di grande valore intrinseco (Categoria 3).

In corrispondenza del pavimento all'ultimo piano, vengono indicate, per le tre categorie di edifici, velocità di vibrazione ammissibile rispettivamente di 40, 15 e 8 mm/s.

La norma I.S.O. 4866 fornisce, infine, una classificazione degli effetti di danno a carico delle strutture secondo tre livelli:

1) Danno di soglia: formazione di fessure filiformi sulle superfici dei muri a secco, o accrescimento di fessure già esistenti sulle superfici in gesso o sulle superfici di muri a secco; inoltre, formazioni di fessure filiformi nei giunti di malta delle costruzioni in muratura di mattoni. Possono verificarsi per vibrazioni di piccola durata, con frequenze maggiori di 4 Hz e velocità di vibrazione di 4-50 mm/s, e per vibrazioni continue, con velocità 2-5 mm/s.

2) Danno minore: formazione di fessure già aperte, distacco e caduta di gesso o di pezzi di intonaco di muri a secco; formazione di fessure in murature di mattoni. Possono verificarsi per: a) vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz nel campo di velocità, vibrazionale compreso tra 20-100 mm/s; b) vibrazioni continue associate a velocità di 3-10 mm/s.

3) Danno maggiore: danneggiamento di elementi strutturali; fessure nei pilastri; aperture di giunti; serie di fessure nei blocchi di muratura. Possono verificarsi per a) vibrazioni di piccola durata con frequenze superiori a 4 Hz e velocità vibrazionale compresa tra 20-200 mm/s; b) vibrazioni continue associate a velocità di 5-20 mm/s.

6.4. Le caratteristiche fisiche del rumore e delle vibrazioni

6.4.1. Rumore

Il rumore è un fenomeno fisico (acustica), definibile come un'onda di pressione che si propaga attraverso un gas.

Nell'aria le onde sonore sono generate da variazioni della pressione sonora sopra e sotto il valore statico della pressione atmosferica, e proprio la pressione diventa quindi una grandezza fondamentale per la descrizione di un suono.

La gamma di pressioni è però così ampia da suggerire l'impiego di una grandezza proporzionale al logaritmo della pressione sonora, in quanto l'intera gamma delle pressioni interessate del fenomeno è più facilmente rappresentabile attraverso una scala logaritmica.

In acustica, quando si parla di livello di una grandezza, si fa riferimento al logaritmo del rapporto tra questa grandezza ed una di riferimento dello stesso tipo.

Al termine livello è collegato non solo l'utilizzazione di una scala logaritmica, ma anche l'unità di misura, che viene espressa in decibel (dB). Tale unità di misura indica la relazione esistente tra due quantità proporzionali alla potenza.

Si definisce, quindi, come livello di pressione sonora, corrispondente ad una pressione p , la seguente espressione:

$$L_p = 10 \log (p/p_0)^2 \text{ dB} = 20 \log (p/p_0) \text{ dB}$$

dove p_0 indica la pressione di riferimento, che nel caso di trasmissione attraverso l'aria è di 20 micro pascal, mentre p rappresenta il valore RMS della pressione.

I valori fisici riferibili al livello di pressione sonora non sono però sufficienti a definire l'entità della sensazione acustica. Non esiste, infatti, una relazione lineare tra il parametro fisico e la risposta dell'orecchio umano (sensazione uditiva), che varia in funzione della frequenza.

A tale scopo, viene introdotta una grandezza che prende il nome di intensità soggettiva, che non risulta soggetta a misura fisica diretta, e che dipende dalla correlazione tra livello di pressione e composizione spettrale.

I giudizi di eguale intensità a vari livelli e frequenze hanno dato luogo alle curve di iso-rumore, i cui punti rappresentano i livelli di pressione sonora giudicati egualmente rumorose da un campione di persone esaminate.

Dall'interpretazione delle curve iso-rumore deriva l'introduzione di curve di ponderazione, che tengono conto della diversa sensibilità dell'orecchio umano alle diverse frequenze; tra queste, la curva di ponderazione A è quella che viene riconosciuta come la più efficace nella valutazione del disturbo, in quanto è quella che si avvicina maggiormente alla risposta della membrana auricolare umana.

In acustica, per ricordare la curva di peso utilizzata, è in uso indicarla tra parentesi nell'unità di misura adottata, che comunque rimane sempre il decibel, vale a dire dB(A).

Allo scopo di caratterizzare il fenomeno acustico, vengono utilizzati diversi criteri di misurazione, basati sia sull'analisi statistica dell'evento sonoro, che sulla quantificazione del suo contenuto energetico nell'intervallo di tempo considerato.

Il livello sonoro che caratterizza nel modo migliore la valutazione del disturbo indotto dal rumore è rappresentato dal livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A, L_{eq} , definito dalla relazione analitica:

$$L_{eq} = 10 \log [1/T \int p_a^2(t)/p_0^2(t) dt]$$

essendo:

- $p_a(t)$ = valore istantaneo della pressione sonora secondo la curva A;
- $p_0(t)$ = valore della pressione sonora di riferimento, assunta uguale a 20 micropascal in condizioni standard;

- T = intervallo di tempo di integrazione.

Il Leq costituisce la base del criterio di valutazione proposto, sia dalla normativa italiana che dalla raccomandazione internazionale ISO n.1996, per la determinazione dei disturbi arrecati alle popolazioni, ed inoltre viene adottato anche dalle normative degli altri paesi.

Il livello equivalente continuo costituisce un indice dell'effetto globale di disturbo dovuto ad una sequenza di rumore compresa entro un dato intervallo di tempo; esso corrisponde, cioè, al livello di rumore continuo e costante che nell'intervallo di tempo di riferimento possiede lo stesso "livello energetico medio" del rumore originario.

Il criterio del contenuto energetico medio è basato sull'individuazione di un indice globale, rappresentativo dell'effetto sull'organo uditivo di una sequenza di rumori entro un determinato intervallo di tempo; esso in sostanza commisura, anziché i valori istantanei del fenomeno acustico, l'energia totale accettata dal soggetto in un certo intervallo di tempo.

Il Leq non consente di caratterizzare compiutamente le sorgenti di rumore, in quanto rappresenta solamente un indicatore di riferimento; pertanto, per meglio valutare i fenomeni acustici, è possibile considerare i livelli percentili, i livelli massimo e minimo, il SEL.

I livelli percentili (L1, L5, L10, L33, L50, L90, L95, L99) rappresentano i livelli che sono stati superati per una certa percentuale di tempo durante il periodo di misura; in particolare:

- L1 connota gli eventi di rumore ad alto contenuto energetico (livelli di picco);
- L10 è utilizzato nella definizione dell'indicatore "clima acustico", che rappresenta la variabilità degli eventi di rumore rilevati;
- L50 è utilizzabile come indice di valutazione del flusso autoveicolare;
- L95 è rappresentativo del rumore di fondo dell'area;
- Livello massimo (L max) connota gli eventi di rumore a massimo contenuto energetico;
- Livello minimo (L min) consente di valutare l'entità del rumore di fondo ambientale;
- SEL rappresenta il livello sonoro di esposizione ad un singolo evento sonoro.

6.4.2. Vibrazioni

Le vibrazioni rappresentano una forma di energia in grado di provocare disturbo o danni psicofisici sull'uomo e danni sulle cose e sugli animali.

Questi effetti dipendono in primo luogo dalle caratteristiche fisiche del fenomeno e, soprattutto, dall'intensità vibratoria, dalla frequenza, dal punto e dalla direzione di applicazione e della durata. In secondo luogo, dalla vulnerabilità specifica degli organismi o delle opere che vengono ad essere investite.

Le grandezze utilizzate per la descrizione di uno stato vibratorio sono rappresentate dai seguenti parametri:

- ampiezza, ossia valore dello spostamento lineare rispetto alla posizione di equilibrio (mm);
- velocità con cui un corpo si sposta rispetto al punto di equilibrio (m/s);
- accelerazione alla quale il corpo è sottoposto in relazione alle continue variazioni di velocità (m/s²);
- frequenza, ossia numero delle oscillazioni che un corpo compie nell'unità di tempo, un secondo, ed è espressa in Hertz.

Gli effetti delle vibrazioni sull'organismo umano possono essere di tipo biomeccanico, psicosensoriale e fisiologico.

Gli effetti biomeccanici dipendono dalle frequenze e possono colpire vari organi ed apparati, in misura tanto più grave quanto più la frequenza si avvicina alla risonanza specifica di ciascuno di essi.

Gli effetti di tipo psicosensoriale sono regolati da vibroricettori cutanei e/o dalle terminazioni nervose libere del derma.

Gli effetti fisiologici si risentono soprattutto sul sistema cardiocircolatorio e sul sistema nervoso centrale, con aumento della pressione arteriosa, della frequenza cardiaca e del consumo di ossigeno, per quanto riguarda il primo; inibizione dei riflessi ed effetti soporiferi per quanto riguarda il secondo.

Le vibrazioni possono provocare danni alle costruzioni ed ai manufatti in genere, sia per la loro propagazione alle strutture, attraverso i terreni, sia per gli assestamenti del terreno e, quindi, per eventuali suoi cedimenti.

Quest'ultimo effetto è spesso il più pericoloso quando ci si trova in presenza di terreni a bassa densità, e particolarmente nel caso delle terre sciolte incoerenti, quali sabbie e ghiaie. La presenza di acqua aggrava il fenomeno.

Poiché gli assestamenti diminuiscono allontanandosi dalla sorgente delle vibrazioni, i cedimenti prodotti lungo una costruzione non sono uniformi, e portano ad inclinazioni e danni alle sovrastrutture.

Tra i vari limiti delle vibrazioni per la prevenzione dei danni alle costruzioni, che sono proposti in funzione dell'ampiezza, il più cautelativo è quello di Edwards e Northwood, con valori della velocità compresi tra 0,025 e 5 cm/sec, ed ampiezze di vibrazioni variabili da 0,025 ad alcuni mm.

6.4.2.1. Valutazione qualitativa degli impatti da vibrazione

Considerando che gli effetti delle vibrazioni si esauriscono intorno ai 50-100 metri di distanza dalla sorgente non si è rilevata nella fattispecie la presenza, nelle fasce di territorio immediatamente circostanti le sorgenti maggiormente significative previste

nell'ambito della realizzazione del prolungamento dell'Antemurale di Ponente e della resecazione del Molo di Lavante, di ricettori di particolare sensibilità nei confronti delle vibrazioni. Gli edifici abitativi, più vicini alle aree di lavorazione, sono infatti quelli frontalieri all'area del porto civico che si collocano a circa 600 metri di distanza dai punti di lavorazione.

In prossimità degli stessi ricettori, l'impatto vibrazionale, indotto dai passaggi dei mezzi d'opera limitati al transito di sole autobetoniere per il trasporto del cls presso le aree di cantiere, si stima trascurabile. Tale assunzione risulta pertinente in considerazione sia dei limitati viaggi giornalieri previsti (circa 1 transito/ora sulla via del Mare) verso i moli del porto civico, sia per l'attuale significativo passaggio d'auto registrato nelle ore diurne sulla stessa arteria stradale che rende trascurabile l'impatto aggiuntivo connesso ai mezzi di cantiere.

Detto argomento non sarà, pertanto, per quanto sopra esposto, ulteriormente sviluppato nella presente trattazione.

6.5. Valutazione quantitativa degli impatti da rumore

6.5.1. Interventi portuali previsti

Gli interventi oggetto del presente studio ricadenti nell'area del porto civico del Comune di Porto Torres riguardano:

1. il prolungamento dell'Antemurale di Ponente per uno sviluppo complessivo di 680 m a partire dall'estremità del molo esistente.

Questo intervento verrà realizzato con cassoni cellulari in calcestruzzo armato, prefabbricati in un bacino galleggiante collocato sulla diga foranea del porto industriale e successivamente trasportati in opera in galleggiamento, posati per affondamento su di un piano di posa in pietrame (scanno di imbasamento) precedentemente realizzato ed infine zavorrati con materiali inerti. L'opera viene completata con la formazione della sovrastruttura dei cassoni in c.a. gettata in opera e dalla posa in opera dei massi naturali per la protezione del piede esterno della diga.

La realizzazione del prolungamento del molo avverrà per avanzamento progressivo partendo dal punto di radicamento sulla testata del molo esistente. Le diverse fasi di lavoro verranno eseguite con l'ausilio di mezzi marittimi e terrestri.

2. La resecazione del Molo di Levante con la riduzione della lunghezza dell'attuale banchina (Alti Fondali) di circa 80 metri.

Le operazioni di resecazione cominceranno con un primo salpamento della scogliera di testata del Molo di Levante e una progressiva riduzione della scogliera in modo da rendere disponibili scogli per la formazione delle nuove opere del Molo di Ponente. Tale attività sarà svolta mediante l'utilizzo di motobette.

Il materiale prodotto dalla demolizione e dai salpamenti del nucleo e della scogliera del Molo di Levante sarà completamente recuperato per essere riutilizzato. Per la rea-

lizzazione della testata del Molo di Levante è prevista la formazione delle struttura con due cassoni in calcestruzzo previa realizzazione di imbasamento e spianamento, a seguire saranno realizzati i getti di completamento e le relative sovrastrutture analogamente a quanto specificato per il Molo di Ponente.

Per il prolungamento dell'Antemurale di Ponente e per la resecazione del Molo di Levante si prevedono circa due anni di lavorazioni.

Inoltre, per la realizzazione di entrambi le opere, le attività lavorative si svolgeranno all'interno del solo periodo diurno (6-22) per una durata di circa 8 ore giornaliere.

6.5.2. Caratterizzazione dell'area

Per quanto riguarda l'utilizzo del territorio nelle aree limitrofe agli interventi previsti, sottolineando che tali opere costituiranno le propaggini più avanzate verso il mare dell'area portuale, si registrano le seguenti presenze:

- nella zona orientale del porto a ridosso dell'area abitativa trova collocazione il bacino del porto turistico dove attualmente sono ormeggiati anche alcuni pescherecci;
- alle spalle di quest'area, verso la terra ferma, si sviluppa l'abitato di Porto Torres che si affaccia sul bacino portuale per una fascia di circa 700 metri;
- a sud-ovest dell'area portuale si colloca una area scarsamente edificata caratterizzata dalla presenza dell'alveo e della foce del Rio Mannu che separa l'area industriale dall'abitato principale di Porto Torres;
- ad ovest dell'abitato di Porto Torres oltre la SS131 si sviluppa un'estesa area industriale affacciante sul mare e comprendente delle banchine di attracco protette a largo da un diga foranea di oltre 4 Km di lunghezza.

Le principali sorgenti sonore individuate nell'area di studio sono costituite dall'area portuale civica e dalla via del Mare (che lambisce il porto) caratterizzata, quest'ultima, da un intenso traffico veicolare. L'abitato, per la parte affacciante sul porto, non risente della rumorosità proveniente dall'area industriale risultando distante circa un chilometro da questa.

Le arterie principali di collegamento verso l'area portuale civica ed il porto industriale, utilizzate dai mezzi d'opera per raggiungere i siti di approvvigionamento dei materiali inerti e dalle autobetoniere, sono riconducibili a via Amerigo Vespucci, alla SS 131 e alla SP 42 che collega Porto Torres con Alghero: tutte sono caratterizzate da un medio traffico veicolare.

6.5.2.1. Bozza definitiva di classificazione acustica

Il Comune di Porto Torres ha adottato una bozza definitiva del Piano di classificazione acustica ai sensi della Legge Quadro sull'inquinamento acustico (L. 447 del 26 ottobre 1995) con Del. C.C. n. 54 del 11/12/2014.

In particolare, in base a tale Piano, l'area comprendente il porto civico rientra in classe IV "aree di intensa attività umana" con valori limite assoluti di immissione pari a 65 dBA nel periodo diurno e a 55 dBA nel periodo notturno. L'area abitativa posta immediatamente alle spalle del porto rientra prevalentemente in classe III "aree di tipo misto" con valori limite assoluti di immissione pari a 60 dBA nel periodo diurno e a 50 dBA nel periodo notturno.

Per quanto riguarda il porto e l'area industriale poste ad ovest dell'abitato di Porto Torres, l'area costiera comprendenti le strutture a mare rientrano in classe V "aree prevalentemente industriali" con valori limite assoluti di immissione pari a 70 dBA nel periodo diurno e a 60 dBA nel periodo notturno. Le zone più interne all'area industriale rientrano nella classe VI che presenta i limiti meno restrittivi "aree esclusivamente industriali" con valori limite assoluti di immissione pari a 70 dBA sia nel periodo diurno sia in quello notturno.

Inoltre, relativamente ai limiti di immissione differenziale, lo stesso DPCM 14/11/1997 fissa tali valori in 5 dBA per il periodo diurno e in 3 dBA per il periodo notturno; il criterio differenziale non si applica alle infrastrutture di trasporto stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime e alle porzioni di territorio rientranti in classe VI "aree esclusivamente industriali".

Non si sono individuati ricettori particolarmente sensibili alla componente (scuole, ospedali, case di cura e di riposo) nell'area portuale civica e nell'area abitativa di Porto Torres immediatamente affacciante sul porto e quindi maggiormente esposte alla rumorosità indotta dalla realizzazione dei previsti interventi. Ne tantomeno si è rilevata la presenza di analoghi ricettori sensibili nell'area industriale affacciante sull'omonimo porto e lungo le arterie di accesso a questo.

Per i limiti di rumorosità nelle fasce di pertinenza acustica adiacenti le principali infrastrutture stradali e la linea ferroviaria si fa inoltre riferimento ai rispettivi Decreti attuativi: il DPR 459/98 per le ferrovie ed il DPR 142/04 per le strade.

In particolare la SP 42 (strada percorsa dai mezzi d'opera nella fase di realizzazione degli interventi per raggiungere i siti di cava e lungo la quale si sono individuati alcuni isolati ricettori abitativi) costituisce una strada extraurbana secondaria di tipo Cb.

In base al citato DPR 142/2004 che regola l'inquinamento acustico in prossimità delle infrastrutture stradali, tale arteria è caratterizzata da una fascia di pertinenza acustica di ampiezza pari a 100 metri (fascia A), all'interno della quale i limiti ammessi sono:

- 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno, in corrispondenza di recettori sensibili (ospedali, scuole, case di cura e di riposo);
- 70 dB(A) nel periodo diurno, in corrispondenza degli altri recettori;
- 60 dB(A) nel periodo notturno, in corrispondenza degli altri recettori,

e da una fascia esteriore di ampiezza pari a 50 metri (fascia B), all'interno della quale i limiti ammessi sono:

- 50 dB(A) nel periodo diurno e 40 dB(A) nel periodo notturno, in corrispondenza di recettori sensibili (ospedali, scuole, case di cura e di riposo);
- 65 dB(A) nel periodo diurno, in corrispondenza degli altri recettori;
- 55 dB(A) nel periodo notturno, in corrispondenza degli altri recettori.

La SS131 invece costituisce una strada extraurbana principale di tipo B. Tale arteria presenta due fasce di pertinenza acustica con gli stessi limiti indicati per la SP 42 ma di ampiezza differente: la fascia A di 100 m e la fascia B esteriore di 150 m.

6.5.3. Valutazione degli impatti

Il punto di partenza per la valutazione delle emissioni sonore in ambiente esterno, connesse alle fasi lavorative ritenute maggiormente significative dal punto di vista dell'impatto acustico (cantiere nel giorno critico), sono state le simulazioni modellistiche di screening già svolte nella configurazione delle attività relative alla fase preliminare del progetto.

Si fa presente come l'ubicazione delle sorgenti di cantiere, nell'ambito del porto civico, prevista nel progetto preliminare e relativa alle lavorazioni per il prolungamento dell'Antemurale di Ponente sia, in generale, la stessa di quella individuata nel progetto definitivo e connessa al prolungamento del medesimo molo e ai lavori di resecazione del Molo di Levante.

Si è proceduto ad analizzare le differenze tra le configurazioni dei cantieri previsti per le due fasi progettuali ed i risultati ottenuti per lo scenario del progetto preliminare, eseguendo alla fine un'attualizzazione di quest'ultimi sul progetto definitivo.

E' riportata di seguito una tabella di confronto tra le sorgenti sonore (macchinari) individuate nel giorno critico, limitatamente al bacino del porto civico, nella configurazione del progetto preliminare e le sorgenti, sempre nel giorno critico, previste nell'ambito del progetto definitivo.

La tipologia e la collocazione delle sorgenti nel giorno critico e nella configurazione del progetto definitivo sono state riportate in tabella sulla base delle informazioni ricevute dai Progettisti.

Non si sono considerate le sorgenti sonore connesse alle lavorazioni previste, nel progetto definitivo, sulla diga foranea del porto industriale (cantiere cassoni) in quanto ritenute trascurabili ai fini della valutazione dell'impatto acustico trovandosi a circa 3 Km di distanza da ricettori abitativi.

Descrizione sorgenti <i>progetto preliminare</i>	Descrizione sorgenti <i>progetto definitivo</i>
<i>Cantiere a terra su Molo di Ponente (S1)</i>	<i>Cantiere a terra su Molo di Ponente (cantiere base)</i>
Escavatore	Nessuna sorgente di particolare emissione
Autogru	
Impianto di betonaggio	
Pala meccanica	
<i>Cantiere a terra su Molo di Levante (S2)</i>	<i>Cantiere a terra su Molo di Levante (cantiere operativo)</i>
Escavatore	Piattaforma con escavatore idraulico
Autogru	Rimorchiatore a servizio della piattaforma
Impianto di confezionamento cls	Motobetta
Pompa per cls	Scarico cls da autobetoniera
<i>Cantiere a mare su Molo di Ponente (S3)</i>	<i>Cantiere a mare su Molo di Ponente (estremità molo attuale)</i>
Pontone con gru	Rimorchiatore con pontone
	Motobetta
	Scarico cls da autobetoniera

Tabella 6-12: Tabella di confronto sorgenti puntuali nel giorno critico

Si possono notare le principale differenze di organizzazione dei cantieri nelle due fasi progettuali:

- eliminazione dell'impianto di betonaggio e di confezionamento del cls e dei macchinari ad essi connessi (escavatore e pala meccanica) dalle aree di cantiere dei moli del porto civico (come era invece previsto nel progetto preliminare) con conseguente abbattimento della rumorosità sull'area urbana abitativa affacciante sul porto civico;
- spostamento all'estremità verso mare del Molo di Ponente di tutte le attività lavorative importanti con un conseguente allontanamento dall'abitato delle sorgenti emissive rispetto al progetto preliminare.

Nel complesso si assiste dunque ad uno scenario emissivo nel giorno critico sicuramente meno impattante rispetto quello analogo simulato nel progetto preliminare per una riduzione complessiva dei macchinari ed un allontanamento di parte delle sorgenti verso il mare.

Per completezza si riporta, nei paragrafi successivi, la trattazione con le ipotesi di cantiere e la relativa caratterizzazione acustica delle sorgenti effettuata per le simula-

zione del progetto preliminare riferite allo scenario di lavorazione a maggiore impatto acustico.

6.5.3.1. **Caratterizzazione delle sorgenti sonore relative al progetto**

Nel progetto preliminare si era assunto come scenario di cantiere nel giorno critico quello connesso al prolungamento dell'Antemurale di Ponente.

In particolare, nell'ambito di tale scenario, si era considerato l'impiego contemporaneo di più mezzi d'opera caratterizzati da una significativa emissione sonora:

- cantiere a terra su Molo di Ponente: n.1 escavatore + n. 1 autogru + n. 1 impianto di betonaggio + n. 1 pala meccanica;
- cantiere a terra su Molo di Levante: n.1 escavatore + n. 1 autogru + n. 1 impianto di confezionamento cls + n. 1 pompa per cls;
- cantiere a mare: n.1 pontone con gru utilizzato per riempimento dei cassoni.

Si era ipotizzato che, nella giornata critica, le attività nei cantieri a mare e a terra avvenissero in contemporanea come pure il funzionamento di tutti i macchinari elencati.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa nella quale erano stati indicati, per la fase di lavorazione considerata, le sorgenti puntuali rappresentative dei mezzi d'opera impiegati con i relativi livelli di potenza sonora (LwA).

Sorgenti complessive	Descrizione sorgente	LwA (dBA a 1 metro)
	<i>Cantiere a terra su Molo di Ponente</i>	
	Escavatore	104,0
	Autogru	95,0
	Impianto di betonaggio	100,00
	Pala meccanica	98,0
S1	Sorgente puntuale a terra Molo di Ponente	106,5
	<i>Cantiere a terra su Molo di Levante</i>	
	Escavatore	104
	Autogru	95,0
	Impianto di confezionamento cls	100,0
	Pompa per cls	100,0
S2	Sorgente puntuale a terra Molo di Levante	106,8
	<i>Cantiere a mare su Molo di Ponente</i>	
S3	Pontone con gru	95,0

Note: i livelli di potenza sonora, sopra riportati, sono stati desunti da studi di impatto acustico similari riferiti a scenari di cantiere in cui era previsto l'utilizzo di macchinari analoghi.

Tabella 6-13: Sorgenti puntuali

Assumendo inoltre un periodo di funzionamento di 8 ore all'interno della fascia oraria diurna (6-22), il livello di potenza sonora riferito alle 3 sorgenti sonore complessive era stato ridotto nel periodo diurno ai seguenti valori:

N. Sorgenti complessive	Descrizione sorgente	LwA DIURNO (dBA a 1 metro)
S1	Sorgente puntuale a terra Molo di Ponente	103,5
S2	Sorgente puntuale a terra Molo di Levante	103,8
S3	Sorgente puntuale a mare Molo di Ponente	92,0

I livelli sopra riportati sono stati inseriti nei dati di input delle sorgenti sonore del modello di simulazione.

Non erano state considerate sorgenti sonore lineari, rappresentative del transito di camion tra le due aree di cantiere a terra (sul Molo di Ponente e sul Molo di Levante) ed i siti di cava per l'approvvigionamento dei materiali inerti (distanti circa 10 Km dall'area portuale) per il limitato numero di viaggi indicato dai Progettisti nel giorno critico del cantiere.

Si era inoltre stimato che il traffico aggiuntivo, previsto nella giornata critica del cantiere, determinato dal passaggio dei mezzi d'opera adibiti al trasporto dei materiali inerti, non determinasse alterazioni/aumenti della rumorosità preesistente nelle aree adiacenti le arterie stradali coinvolte, anche in virtù dei significativi livelli sonori registrati, comunque in generale entro i limiti di legge.

Relativamente all'ubicazione delle n. 3 sorgenti puntuali complessive considerate si erano assunte le seguenti ipotesi (vedi mappa acustica in Appendice 1B):

- per le lavorazioni e i macchinari previsti a terra sul Molo di Ponente, la relativa sorgente puntuale complessiva S1 è stata collocata in un punto baricentrico del sedime di cantiere base indicato dai Progettisti sul Molo di Ponente;
- per le lavorazioni e i macchinari previsti a terra sul Molo di Levante, la relativa sorgente puntuale complessiva S2 è stata collocata in un punto baricentrico del sedime di cantiere operativo indicato dai Progettisti sul Molo di Levante alla fine della Banchina Alti Fondali;
- per le lavorazioni e i macchinari previsti a mare sul fronte di avanzamento del Molo di Ponente, la relativa sorgente puntuale complessiva S3 è stata collocata conservativamente all'inizio del tratto di prolungamento del Molo (posizione maggiormente ravvicinata all'abitato affacciante sull'area portuale).

6.5.3.2. Il modello di simulazione adottato

Per la determinazione dei livelli sonori sul territorio connessi alle lavorazioni descritte e alle sorgenti individuate, è stato utilizzato il modello previsionale di calcolo denominato MITHRA.

Questo modello elaborato da parte del CSTB (Centre for the Science and Technology of Buildings) di Grenoble in accordo alle indicazioni degli standard ISO 9613, è stato utilizzato in numerose applicazioni relative ad infrastrutture di trasporto a partire dalla fine degli anni '80.

La scelta di utilizzare il modello MITHRA è stata effettuata sulla base della sua affidabilità e del livello di dettaglio che è in grado di raggiungere, garantito dai risultati delle numerose applicazioni in campo stradale e non solo che sono state effettuate sia per la realtà italiana che per quella europea.

Il modello di simulazione applicato ha consentito di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati ai seguenti elementi:

- la localizzazione, la forma e l'altezza degli edifici;
- la topografia dell'area di indagine;
- le caratteristiche fonoassorbenti e/o fonoriflettenti del terreno;
- la tipologia costruttiva dei tracciati stradali e ferroviari;
- la presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- le caratteristiche acustiche della sorgente;
- il numero dei raggi sonori;
- la distanza di propagazione;
- il numero di riflessioni;
- l'angolo di emissione dei raggi acustici;
- le condizioni meteorologiche dell'area di indagine;
- la dimensione e la tipologia delle barriere antirumore nella fase di mitigazione degli impatti.

In particolare, nelle simulazioni svolte sono stati applicati i seguenti parametri:

- a) Massima distanza percorsa dal raggio sonoro: 2.000 metri
- b) Numero di raggi: 100
- c) Numero di intersezioni: 500
- d) Numero di riflessioni: 5

- e) Tipo di terreno: $\sigma = 2000$ (corrispondente ad un elevato grado di riflessione del terreno, adottato conservativamente in via cautelativa);
- f) Angolo di vista dei ricettori: 360°
- g) Ricettori: l'area di calcolo ha riguardato una fascia di territorio profonda circa 1000 m a partire dalle sorgenti sonore principali (S1 e S2); tale areale ha quindi compreso tutta la zona portuale e l'abitato di Porto Torres affacciante sul porto, maggiormente coinvolto dalle emissioni acustiche connesse alle lavorazioni nel giorno critico;
- h) Ostacoli: conservativamente non sono stati introdotti nelle simulazioni schermature o edifici tra le sorgenti sonore puntuali ed i ricettori;
- i) Metodo di calcolo: ISO.9613, modello che ha permesso di inserire i parametri meteo-climatici dell'area interessata dalla simulazione modellistica. A fine cautelativo è stata considerata una propagazione favorevole relativamente all'effetto generato dal vento - su tutti i quadranti geografici - delle emissioni sonore prodotte dalle sorgenti puntuali considerate. Tale comportamento attraverso il settaggio di specifici parametri indicanti la direzionalità del vento è stato opportunamente inserito (ponendo valori tutti pari a 1) nei dati di input meteorologici del modello di simulazione;
- j) Sorgenti sonore: nell'unico scenario di simulazione considerato sono state assunte n.3 sorgenti puntuali complessive rappresentative (dal punto di vista della rumorosità) della somma delle emissioni prodotte da tutte le sorgenti (macchinari) impiegati nella relativa fase lavorativa. Le sorgenti puntuali complessive (indicate con le sigle S1, S2 e S3) sono state ubicate a 1,5 m dal piano banchina o dal mare all'interno delle aree di cantiere, come già specificato nel paragrafo precedente.

I risultati ottenuti dal modello di simulazione sono stati esposti in forma grafica attraverso mappe acustiche orizzontali (vedi Appendice 1B) nelle quali sono stati indicati:

- con le sigle S1, S2, S3 le sorgenti puntuali complessive rappresentative delle lavorazioni previste nello scenario considerato;
- l'area portuale e l'abitato di Porto Torres affacciante sul porto fino ad una distanza di circa 1000 m dalle sorgenti principali;
- le curve isofoniche a 4 m di altezza da terra o dal livello del mare e con un passo di 5 dBA tra un'isofonica ed un'altra.

6.5.3.3. Risultati ottenuti dalle simulazioni

Dai risultati ottenuti dalle simulazioni modellistiche, riportati in forma grafica tramite mappatura acustica orizzontale in Appendice 1B, è emerso un generale rispetto dei valori limite di emissione.

Le simulazioni si sono riferite alle fasi di lavorazione a maggiore impatto acustico (giorno critico del cantiere connesso ai lavori di prolungamento dell'Antemurale di Ponente nella configurazione del progetto preliminare) ed hanno compreso il territorio immediatamente al di fuori delle aree di cantiere posizionate sul Molo di Ponente e all'estremità del Molo di Levante. L'area portuale rientra in classe IV con valore limite di emissione diurno pari a 60 dBA.

Per quanto riguarda le aree abitative affaccianti sul porto civico e rientranti in classe acustica III si è riscontrato un netto rispetto del corrispondente valore limite di emissione diurno pari a 55 dBA.

Si sottolinea inoltre come, relativamente ai valori limiti di immissione fissati in base al DPCM 14/11/1997 a cui fa riferimento la bozza definitiva di classificazione acustica,

- a partire dai livelli di emissione stimati mediante modello di simulazione e dalle risultanze dei rilevamenti acustici svolti in sito (vedi Appendice 1A),

non si sono previsti nel periodo diurno superamenti connessi alla rumorosità aggiuntiva determinata dalla realizzazione degli interventi in oggetto, al di fuori delle aree di cantiere.

In particolare presso le aree abitative di Porto Torres affaccianti sul porto, che si collocano a distanza significativa dai cantieri (non inferiore a 600 m), la rumorosità aggiuntiva durante le attività lavorative non determina alterazioni del clima acustico preesistente, che in alcune situazioni è risultato già superiore ai limiti di legge (vedi tratto urbano della via del Mare antistante l'area portuale).

In tali aree anche per il valore limite differenziale di immissione (pari a 5 dBA per il periodo diurno cfr il DPCM 14/11/97) non si rilevano criticità in prossimità dei ricettori abitativi presenti.

Relativamente alla componente vibrazioni, come già accennato, non si sono previsti impatti significativi in virtù della distanza, non inferiore a 600 m, dei ricettori abitativi (unici ricettori individuati maggiormente sensibili alla componente) dalle aree di lavorazioni a maggiore impatto.

Attualizzazione dei risultati allo scenario di cantiere del progetto definitivo

Nella configurazione di cantiere del progetto definitivo, sempre nella giornata critica, rimanendo ancora valide le conclusioni sopra esposte, come già sottolineato nei paragrafi precedenti, non si prevede più la sistemazione dell'impianto di betonaggio e di confezionamento del cls sui moli del porto civico, ma la dislocazione di tali impianti sulla diga foranea del porto industriale distante circa 3 Km dal centro abitato.

I principali macchinari, sempre sul Molo di Ponente, saranno quindi concentrati solo nel nuovo tratto di prolungamento da realizzare, con un allontanamento delle sorgenti acustiche dal centro abitato rispetto a quanto simulato per il progetto preliminare.

Inoltre nel progetto definitivo è stato introdotto un elemento di miglioramento nei confronti della componente rumore caratterizzato dall'utilizzo di pannelli fonoassorbenti mobili da installare lungo la recinzione del cantiere operativo del Molo di Levante.

Le soluzioni progettuali assunte nel progetto definitivo e la nuova configurazione di cantiere comportano dunque una riduzione dell'intensità dell'impatto acustico nei confronti dei ricettori maggiormente esposti (abitazioni affaccianti sul porto civico).

Tale impatto risulta pertanto complessivamente inferiore rispetto a quanto stimato nella configurazione del progetto preliminare. In questa prima fase progettuale, lo scenario già risultava non critico al di fuori delle aree di cantiere e i livelli erano compatibili con i limiti fissati dalla bozza del Piano di classificazione acustica di Porto Torres.

Per quanto riguarda invece l'impatto acustico connesso al transito dei mezzi d'opera (bilici per il trasporto inerti e autobetoniere per il trasporto del cls) nei confronti dei ricettori abitativi posti lungo le strade di percorrenza, questo risulta ancora meno significativo di quanto era stato previsto nel progetto preliminare per la riduzione dei traffici in ingresso nel porto civico e per la delocalizzazione dei traffici verso il porto industriale. Si prevede, infatti, che:

- i bilici per il trasporto inerti dopo aver lasciato la viabilità principale (SP42 o SS131) procederanno all'interno dell'area industriale fino a raggiungere la diga foranea del porto industriale non interferendo assolutamente con il centro abitato; si prevede infatti di attrezzare come zona di approvvigionamento dei massi di scogliera un'area collocata sul molo del porto industriale e da lì trasportare il materiale via mare fino al Molo di Ponente del porto civico.
- il passaggio delle autobetoniere nel centro abitato ed in particolare sulla via del Mare per raggiungere il cantiere operativo del Molo di Levante, sarà caratterizzato da un transito massimo di un mezzo/ora nel solo periodo diurno, traffico aggiuntivo che non comporterà un'alterazione dei livelli acustici già preesistenti in tale area urbana.
- le autobetoniere destinate al cantiere sul molo di Ponente (caratterizzate anch'esse da un limitato traffico), a partire dalla viabilità extraurbana percorreranno via Amerigo Vespucci fino alla radice del suddetto molo mantenendosi all'esterno del centro abitato.

7. POPOLAZIONE, SALUTE PUBBLICA

7.1. Premessa

Obiettivo della caratterizzazione della componente “Popolazione, salute pubblica” è quello di verificare la compatibilità delle conseguenze dirette ed indirette delle opere sul benessere e sulla salute della comunità umana.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità annovera l'ambiente di vita tra i fattori determinanti e strategici nell'ambito delle politiche di promozione della salute: un ambiente non inquinato e salubre è fondamentale per migliorare la qualità della vita e della salute.

La verifica degli effetti sulla salute dell'inquinamento, la valutazione dell'impatto dei fattori di nocività e pericolosità, il controllo del deterioramento degli ambienti di vita e l'indicazione delle misure idonee alla tutela della salute umana, può avvenire attraverso:

- l'identificazione dei fattori di rischio significativi per la salute umana presenti nell'ambiente;
- l'identificazione delle caratteristiche di pericolosità (proprietà chimico-fisiche, rischi tossicologici ed ecotossicologici, reversibili e irreversibili);
- l'identificazione e la descrizione del destino ambientale degli inquinanti;
- l'identificazione delle possibili condizioni d'esposizione della comunità e delle relative aree coinvolte;
- la caratterizzazione del rischio per la salute determinato dalle specifiche condizioni d'esposizione.

Le analisi e le valutazioni condotte nell'ambito della presente componente sono in stretta connessione con quelle effettuate nelle altre componenti ambientali dello studio, in particolar modo ci si riferisce alla componente Aria, Acqua e Rumore, alle quali si rimanda per ulteriori approfondimenti.

7.2. Caratterizzazione dello stato attuale dell'ambiente

L'analisi dello stato iniziale dell'ambiente ricalca sostanzialmente, come detto, quella delle componenti aria, acqua e rumore: l'impatto sulla salute pubblica d'interventi come quello in esame, infatti, si manifesta principalmente in termini di disagio e/o patologie causate dalle emissioni d'inquinanti atmosferici e d'odori molesti, dall'inquinamento delle acque, dalle emissioni sonore.

Gli elementi principali, da tenere in considerazione durante la ricognizione dello stato iniziale dell'ambiente, sono rappresentati dall'individuazione dell'esistenza di fattori in grado di favorire l'insorgere di fenomeni indesiderati e dall'individuazione e caratterizzazione dei potenziali ricettori umani presenti nell'area.

In riferimento alla porzione di territorio in esame, ed all'attuale presenza di elementi di perturbazione dell'ambiente (primo tra tutti l'attuale area portuale stessa) le cause di rischio identificabili possono essere associate a:

- inquinamento atmosferico ed olfattivo;
- inquinamento acustico;
- inquinamento delle acque.

Detti rischi rientrano nel quadro della normalità se riferiti ad una zona in cui è presente un'area portuale e industriale.

L'abitato di Porto Torres ed il porto civico sono adiacenti ad un'area industriale che dà il nome al SIN (Sito Inquinato di Interesse Nazionale) "Aree industriali di Porto Torres" che include i comuni di Porto Torres e di Sassari.

Il progetto "SENTIERI" ("Studio epidemiologico nazionale dei territori e degli insediamenti esposti a rischio da inquinamento: risultati" – "Sapienza" Università di Roma, IFC-CNR, Dipartimento Epidemiologia Servizio Sanitario Regionale Regione Lazio, Istituto Superiore di Sanità, Ministero della Salute – 2011) ha evidenziato come nel SIN in oggetto sia presente un eccesso per tutte le principali cause di morte riportate nella tabella seguente:

Causa	Uomini			Donne		
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)
tutte le cause	4 708	107 (104-109)	109 (106-111)	4 357	112 (109-115)	115 (112-117)
tutti i tumori	1 508	108 (104-113)	106 (102-111)	1 105	114 (109-120)	113 (107-119)
malattie del sistema circolatorio	1 560	103 (99-107)	106 (102-111)	1 661	99 (95-103)	104 (100-109)
malattie dell'apparato respiratorio	392	110 (101-120)	118 (108-128)	313	138 (126-152)	139 (126-152)
malattie dell'apparato digerente	309	118 (107-129)	120 (109-132)	226	118 (105-132)	122 (109-136)
malattie dell'apparato genitourinario	73	137 (112-167)	141 (115-171)	71	122 (99-149)	127 (103-155)

Tabella 1. Mortalità per le principali cause di morte. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID); IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale (1995-2002). Uomini e donne.

Per le cause di morte per le quali vi è a priori un'evidenza Sufficiente (S) o Limitata (L) di associazione con le fonti di esposizioni ambientali del SIN, elencate nelle tabelle seguenti, si osserva, in entrambi i generi, un'aumentata mortalità per il tumore al polmone, per le malattie dell'apparato respiratorio anche acute e per le malformazioni congenite.

Causa	Uomini			Donne			Esposizioni ambientali nel SIN*	Altre esposizioni				
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)		inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione
tumore dello stomaco	53	80 (63-100)	80 (63-101)	42	94 (71-121)	99 (75-128)	C	I	S+	I	I	I
tumore del colon-retto	124	104 (89-121)	102 (87-119)	116	102 (87-119)	101 (86-118)	C	**	I	I	S+	I
tumore della trachea, dei bronchi e del polmone	435	113 (104-122)	110 (101-119)	81	126 (104-152)	115 (95-139)	P&R, E	S+	S+	S+	I	S+
tumore della pleura	6	84 (37-165)	73 (32-144)	<3			AP	L	**	**	**	S+
malattie dell'apparato respiratorio	392	110 (101-120)	118 (108-128)	313	138 (126-152)	139 (126-152)	P&R, E	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	S+	S+
malattie respiratorie acute	152	184 (160-211)	166 (144-190)	163	161 (141-184)	157 (137-179)	P&R, E	S+	S+	L	L	L
asma	6	48 (21-95)	57 (25-112)	12	90 (52-145)	100 (58-162)	C, P&R, E	L ins / S+ agg	S+ ins / agg	L ins / agg	L	S+

Tabella 2. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID); IC 90%: intervalli di confidenza al 90%; riferimento regionale (1995-2002). Uomini e donne. Cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali Sufficiente o Limitata.

Causa (classi di età)	Esposizioni ambientali nel SIN*			Altre esposizioni					
	OSS	SMR (IC 90%)	SMR ID (IC 90%)	inquinamento dell'aria	fumo attivo	fumo passivo	alcol	occupazione	
malformazioni congenite (tutte le età)	38	140 (105-184)	138 (103-181)	P&R, D	I	**	L	L	I
alcune condizioni morbose di origine perinatale (0-1)	24	108 (74-152)	107 (74-150)	C, D	L	**	S+	I	I
malattie respiratorie acute (0-14)	<3			P&R	S+	**	S+	**	**
asma (0-14)	<3			C	L ins / S+ agg	**	S+ ins / agg	**	**

Tabella 3. Numero di casi osservati (OSS), rapporto standardizzato di mortalità grezzo (SMR) e corretto per deprivazione (SMR ID; IC 90%: intervalli di confidenza al 90%), riferimento regionale (1995-2002). Totale uomini e donne. Cause con evidenza di associazione con le esposizioni ambientali.

Legenda tabelle:

Legenda esposizioni ambientali nel SIN

C = impianti chimici
P&R = impianti petrolchimici e raffinerie
S = impianti siderurgici
E = centrale elettrica
M = miniere e/o cave
AP = area portuale
A = amianto/altre fibre minerali
D = discarica
I = inceneritore

IPS environmental exposures

C = production of chemical substance/s
P&R = petrochemical plant and/or refinery
S = steel industry
E = electric power plant
M = mine/quarry
AP = harbour area
A = asbestos/other mineral fibres
D = landfill
I = incinerator

Legenda valutazione dell'evidenza

S+ = sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
L = limitata ma non sufficiente per inferire la presenza di una associazione causale
I = inadeguata per inferire la presenza o l'assenza di una associazione
S+ ins/agg = sufficiente insorgenza e aggravamento
L ins/S+ agg = limitata insorgenza/sufficiente aggravamento
L ins/agg = limitata insorgenza e aggravamento
* = evidenza sufficiente o limitata
** = non applicabile

Legend of evaluation of evidence

S+ = sufficient to infer the presence of causal association (+ indicates that increased exposure implies increased risk)
L = limited but not sufficient to infer the presence of causal association
I = inadequate to infer the presence or the absence of a causal association
S+ ins/agg = sufficient onset and worsening
L ins/S+ agg = limited onset/sufficient worsening
L ins/agg = limited onset and worsening
* = sufficient or limited evidence
** = not applicable

Lo studio conclude affermando che agli eccessi osservati per il tumore del polmone e le malattie respiratorie, oltre all'occupazione, possono avere contribuito l'inquinamento dell'aria ed il fumo, per i quali l'evidenza a priori di associazione formu-

lata in SENTIERI è di Sufficiente. Agli eccessi per il tumore al fegato, della vescica e per la leucemia un contributo può essere stato quello del fumo, per il fegato anche dell'alcol, tutte associazioni con una valutazione di Sufficiente in SENTIERI. Per la maggior parte delle cause di morte elencate, gli eccessi sono presenti sia in assenza, sia in presenza di correzione per deprivazione.

Per quanto riguarda la componente ambientale Atmosfera, la "Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2013", redatta dalla Regione Sardegna e dell'ARPA Sardegna nel Maggio del 2014, ha permesso di caratterizzare lo stato della qualità dell'aria per il territorio vicino all'area di intervento.

Zona	Stazione	C6H6		CO		NO2			O3			PM10		SO2		PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA	
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU/T	
		5	10	200	400	40	180	240	120	50	40	350	500	125	27	
				18					25	35		24		3		
Porto Torres	CENPT1								18	4						
	CENSS2	-	-						36						-	
	CENSS3	-							11						-	
	CENSS4	-	-				-	-	-						-	
	CENSS5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	
	CENSS8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				-	

Figura 7.1: riepilogo dei superamenti rilevati per l'area di Porto Torres (anno 2013)

Si nota come solo per il PM10 e O3 si sono registrati dei superamenti dei limiti consentiti.

Fonti importanti delle polveri fini sono il traffico motorizzato, impianti di riscaldamento civili, la combustione del legno, i cantieri edili, ecc. Si nota, infatti, che i superamenti di PM10 si sono riscontrati nella centralina urbana (CENPT1),

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) afferma con chiarezza che *"l'esposizione al PM10 aumenta il rischio di mortalità, sia per effetti a lungo termine che per effetti acuti a breve termine. Gli effetti a lungo termine sono stati associati alla riduzione della speranza di vita dovuta a problemi cardiovascolari e tumore polmonare"*.

In generale la pericolosità è dovuta alla tossicità delle sostanze da cui è composto il PM10 ad esempio alcuni metalli tossici (Piombo, Cadmio ed Nichel) e gli Idrocarburi

Policiclici Aromatici (I.P.A.), tra cui il benzene, sospettato di provocare il carcinoma bronchiale.

Gli effetti sanitari delle PM10 possono essere sia a breve termine che a lungo termine. Le particelle di dimensioni maggiori (7-10 micron) provocano effetti di irritazione e infiammazione del tratto superiore delle vie aeree, quelle invece di dimensioni minori (inferiori a 5-6 micron) possono provocare e aggravare malattie respiratorie e provocare tumore polmonare.

L'ozono (O₃) è un inquinante secondario che si forma quando gli inquinanti prodotti dai motori dei veicoli e dalle industrie (i cosiddetti precursori-ossidi di azoto e idrocarburi) interagiscono con i raggi solari ultravioletti. Questa reazione è influenzata da variabili meteorologiche come l'intensità delle radiazioni solari, la temperatura, la direzione e la velocità del vento. Infatti, i livelli di ozono tendono ad aumentare quando non c'è vento, il sole splende e la temperatura è elevata.

Gli effetti sulla salute dell'esposizione di lungo periodo all'inquinamento da ozono sono ancora oggetto di studio.

La caratterizzazione del clima acustico si è basata su una campagna di rilevamenti fonometrici, svolti nel dicembre 2012, in punti rappresentativi immediatamente a ridosso dell'area di intervento e lungo le arterie stradali principali di transito dei mezzi d'opera.

La situazione emersa (come meglio riportato nella trattazione della componente rumore ed in particolare in Appendice 2A) risulta la seguente:

- si è riscontrato un generale rispetto dei limiti di rumorosità in riferimento alla bozza definitiva di classificazione acustica per il Comune di Porto Torres (cfr il DPCM 14/11/1997) nell'area portuale e semiportuale e nella fascia di pertinenza acustica stradale (definite dal DPR 142/2004) nelle immediate adiacenze della SP 42 fuori l'abitato;
- un solo isolato superamento del valore limite di immissione si è riscontrato nella misura eseguita in mattinata presso la postazione ubicata sulla via del Mare (strada urbana nell'abitato posta immediatamente a ridosso dell'area portuale) a causa dell'intenso traffico veicolare transitante su tale arteria che in alcune ore di punta comporta un innalzamento dei livelli di rumorosità al di sopra dei limiti di legge.

Per quanto riguarda, poi, le acque marine e marino-costiere, la presenza sul territorio del polo industriale di Porto Torres ha inevitabilmente un'incidenza significativa sulla qualità delle acque.

L' "Analisi Ambientale Territoriale" redatta dal Parco Nazionale dell'Asinara (Area Marina Protetta "Isola dell'Asinara"), sulla base dei dati raccolti nel corso del monitoraggio sistematico dello stato di qualità delle acque costiere della Sardegna settentriona-

le, realizzato per conto dell'Amministrazione Provinciale di Sassari nel 2000 (Aprile, Luglio, Ottobre, Dicembre) è esplicativa in questo senso.

Tale monitoraggio evidenzia per la zona di Porto Torres dei valori di concentrazione non trascurabili, seppur modesti, per alcuni metalli (nichel e rame). Anche il monitoraggio eseguito nel 2001 ha evidenziato la presenza di metalli pesanti nelle acque di Porto Torres.

Anche, in corrispondenza dell'abitato di Porto Torres, sono state rilevate concentrazioni non trascurabili di piombo ed arsenico.

L'area di intervento ricade nel Sito Inquinato di Interesse Nazionale di Porto Torres che è stato istituito con l'articolo 14 della Legge 31 Luglio 2002 n° 179 e la sua perimetrazione è stata individuata con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 7 Febbraio 2003 ed ampliata con il Decreto del Ministero dell'Ambiente del 3 Agosto 2005. Comprende anche l'area marina antistante il nucleo industriale di Porto Torres tra il porto industriale e lo Stagno di Pilo.

L'intera area perimetrata risulta fortemente antropizzata e le numerose attività presenti comportano un notevole impatto su un territorio che si trova inserito in un contesto ambientale di notevole pregio come il Golfo dell'Asinara (area marina protetta).

Sono presenti stabilimenti che producono dicloroetilene, cloruro di vinile e PVC e prodotti chimici, depositi di prodotti petroliferi, discariche, aree con presenza di notevoli quantità di coperture in eternit, aree industriali dismesse, una centrale di produzione termoelettrica, l'area marina antistante il polo industriale. Le principali criticità ambientali delle aree a terra sono riconducibili principalmente alla attività delle industrie del Polo Petrochimico, in parte ancora attive ed in parte dismesse, alla presenza di depositi di materie prime e prodotti petroliferi, alle attività della Centrale termoelettrica ed alle discariche di rifiuti, alcune ancora attive altre esaurite, presenti. L'area industriale è caratterizzata soprattutto da un inquinamento da composti organici, sia in fase disciolta che in galleggiamento, nelle acque di infiltrazione superficiale e in quelle del sottostante acquifero calcarenitico.

Le indagini di caratterizzazione all'interno del Sito di Interesse Nazionale ad oggi hanno evidenziato per i suoli insaturi un grave stato di contaminazione da metalli pe-

santi, idrocarburi leggeri e pesanti, composti aromatici, idrocarburi policiclici aromatici e composti alifatici clorurati cancerogeni e non e per le acque di falda un grave stato di contaminazione da metalli pesanti, idrocarburi, composti aromatici, idrocarburi policiclici aromatici, composti alifatici cancerogeni e non, nonché la presenza di prodotto in fase libera.

Le indagini effettuate dalla Provincia sui sedimenti e sulla colonna d'acqua in corrispondenza dell'area "Minciaredda", hanno evidenziato la presenza di idrocarburi pesanti e metalli. Nello specchio acqueo del Porto Industriale sono stati, inoltre, osservati fenomeni di affioramento gas.

Nell'area E.ON-ex Endesa si è verificato nel 2000 uno sversamento accidentale di combustibile "Orimulsion".

7.3. Effetti degli interventi previsti dal progetto

Per quanto concerne il destino degli inquinanti e l'esposizione della comunità, va detto che le analisi condotte hanno permesso di individuare l'esistenza di elementi di particolare criticità legati prevalentemente alla presenza del polo industriale.

Con riferimento agli aspetti legati all'atmosfera e connessi alle attività del progetto in esame, le indicazioni fornite dalle simulazioni effettuate nell'ambito del presente studio, consentono di rilevare come le concentrazioni previste degli inquinanti simulati (CO, NO₂ e PM) possono considerarsi trascurabili, giacché i valori ottenuti dalle succitate simulazioni modellistiche risultano, nella maggior parte dei casi, apprezzabilmente inferiori ai valori indicati dalla normativa assunta a riferimento.

Ovviamente, le conclusioni ricavabili dal presente studio, atteso il livello esclusivamente di «screening» preliminare delle simulazioni modellistiche condotte, assume un significato d'orientamento preliminare nei confronti della gravità degli impatti associabili al proposto intervento.

Relativamente alla componente rumore, dall'analisi dei risultati delle simulazioni eseguite nel progetto preliminare e dall'attualizzazione di questi rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo, emerge che durante la realizzazione degli interventi in oggetto

non si determineranno significativi impatti né aggravamenti aggiuntivi della situazione acustica attuale, in virtù dei seguenti elementi:

- notevole distanza (circa 600 m) tra le aree di lavorazione principali site nel porto civico e i primi ricettori abitativi affacciati sull'infrastruttura marittima;
- delocalizzazione dei traffici dei mezzi d'opera (bilici) per il trasporto dei materiali verso il porto industriale; materiali che verranno successivamente trasportati solo via mare al porto civico;
- ridotto traffico veicolare dei mezzi d'opera (costituito dalle sole autobetoniere destinate al Molo di Levante) previsto sulle arterie di attraversamento urbano.

In generale, in un bacino portuale, s'individuano tre fattori di inquinamento idrico che schematicamente è possibile suddividere in classi, a seconda della loro provenienza:

- sostanze organiche, nutrienti e microbiche, contenute nelle acque reflue scaricate a mare;
- inquinanti chimici derivanti dalle attività nautiche (carburanti; microinquinanti metallici, sostanze tossiche contenute nelle vernici, detersivi);
- residui galleggianti (sostanze plastiche, oli e grassi).

Lo sversamento dei composti dell'azoto e del fosforo, può causare lo sviluppo di manifestazioni di eutrofizzazione, con conseguente deficit dell'ossigeno disciolto e, quindi, l'alterazione degli equilibri naturali dell'ecosistema; la putrefazione delle sostanze organiche sversate in mare o delle alghe comporta lo sviluppo di esalazioni maleodoranti, che arrecano considerevoli disturbi agli utenti delle strutture portuali; gli idrocarburi ed i metalli pesanti scaricati nello specchio d'acqua del porto possono essere assimilati dalle piante e dagli organismi animali viventi nell'ambiente portuale, con il rischio della loro introduzione nella catena alimentare; la presenza di residui galleggianti, oli, grassi, sostanze detersive, oltre ad essere di per se dannose, ostacola il passaggio della luce attraverso la superficie dello specchio d'acqua ed, inoltre, incide sull'estetica dell'area, deturpando la naturalità dei luoghi.

La realizzazione dei previsti progetti non comporta tuttavia un aumento dei traffici navali, poiché, come detto più volte, ha il solo scopo di migliorare la navigabilità interna al bacino portuale. Non si prevede quindi un aumento delle possibilità di inquinamento delle acque di bacino.

8. PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE

Si veda Relazione Paesaggistica

9. ALLEGATI

9.1. Elaborati grafici

- Tavola 1: Carta geologica. Scala 1:25.000
- Tavola 2: Carta dell'uso del suolo (CORINE). Scala 1:5.000
- Tavola 3: Carta degli habitat. Scala 1: 5.000
- Tavola 4: Carta della sensibilità ecologica. Scala 1: 5.000
- Tavola 5: Carta dell'incidenza sulla componente naturalistica. Scala 1:5.000
- Tavola 6: Carta delle interferenze visuali. Scala 1:5.000

9.2. Appendici

- Appendice 1A: Rilevamenti fonometrici (campagna di misura del dicembre 2012)
- Appendice 1B: Risultati delle simulazioni modellistiche: mappa acustica dello scenario di cantiere (giorno di punta). Prolungamento Antemurale di Ponente