

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° Febbraio 2015	

**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

**RESPONSABILE DELLO STUDIO  
DI IMPATTO AMBIENTALE:**  
DOTT. GIORGIO CARDINALI

**SUPPORTO TECNICO:**  
ING. STEFANO SAFFIOTI  
DOTT. DANIELE BENSAAADI

**S.I.A.**

*Società Italiana per l'Ambiente*

Viale Alfredo Ottaviani, 110 • 00126 Roma  
Tel. 06.52.15.554 - 06.52.15.621 • Fax 06.52.15.553  
posta@siaenv.com • www.siaenvconsulting.com

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ARIA E CLIMA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Premessa.....	6
2.2. Quadro climatico a scala locale.....	6
2.3. Lo stato attuale della qualità dell'aria .....	10
2.4. Inquadramento normativo .....	13
2.5. Previsione degli effetti attesi durante la fase di realizzazione degli interventi – misure di mitigazione .....	17
<b>3. ACQUA .....</b>	<b>22</b>
3.1. Acque marine.....	22
3.1.1. Premessa .....	22
3.1.2. Esposizione geografica.....	22
3.1.3. Studio anemologico .....	22
3.1.4. Analisi delle variazioni del livello del mare .....	23
3.1.5. Caratterizzazione del clima ondoso al largo.....	24
3.1.6. Eventi estremi di moto ondoso.....	25
3.1.7. Caratterizzazione del clima ondoso sottocosta .....	26
3.1.8. Agitazione interna .....	27
3.1.9. Tendenze evolutive dei litorali prossimi al porto .....	33
3.1.10. Aspetti qualitativi.....	40
3.2. Acque superficiali.....	43
3.2.1. Aspetti qualitativi.....	43
3.3. Acque sotterranee e aspetti idrogeologici.....	46
3.3.1. Aspetti qualitativi.....	46
3.4. Effetti degli interventi previsti dal progetto .....	48
3.4.1. Premessa .....	48
3.4.2. Fase di costruzione.....	48
3.4.3. Fase di esercizio.....	50
3.5. Misure mitigatrici .....	52
<b>4. SUOLO E SOTTOSUOLO .....</b>	<b>54</b>
4.1. Inquadramento territoriale .....	54
4.2. Inquadramento geologico regionale .....	54
4.3. Assetto geologico locale .....	56
4.3.1. Caratteristiche geomorfologiche .....	56
4.3.2. Caratteristiche geologiche locali.....	56
4.4. Geologia dell'area di intervento - Aspetti di geotecnica .....	60
4.5. Sismicità dell'area .....	65
4.5.1. Inquadramento sismo-tettonico.....	65
4.5.2. Classificazione sismica .....	67
4.6. Piano di Assetto Idrogeologico.....	67
4.7. Qualità dei sedimenti.....	69
4.8. Uso del suolo .....	73

4.9.	Effetti degli interventi previsti dal progetto .....	73
4.10.	Premessa.....	73
4.11.	Fase di costruzione - Fabbisogno inerti.....	74
4.11.1.	Interventi previsti – Impatti sul litorale .....	75
4.12.	Misure mitigatrici .....	75
<b>5.</b>	<b>FLORA E FAUNA .....</b>	<b>77</b>
5.1.	Ambiti di studio.....	77
5.2.	Potenziati interferenza con aree protette e strumenti di pianificazione della tutela.....	77
5.3.	Caratterizzazione del comparto naturalistico .....	79
5.3.1.	Area vasta .....	79
5.3.2.	Area di studio.....	82
5.4.	Effetti degli interventi previsti dal progetto .....	83
5.5.	Premessa.....	83
5.5.1.	Impatti a carico degli Habitat costieri.....	84
5.5.2.	Impatti a carico del Plancton .....	85
5.5.3.	Impatti a carico dell'ittiofauna.....	85
5.5.4.	Impatti a carico dei mammiferi .....	86
5.5.5.	Impatti a carico della Posidonia Oceanica.....	87
<b>6.</b>	<b>RUMORE E VIBRAZIONI.....</b>	<b>89</b>
6.1.	Premessa e approccio metodologico .....	89
6.2.	La normativa di riferimento sull'inquinamento acustico.....	90
6.2.1.	D.P.C.M. 1 marzo 1991 .....	90
6.2.2.	Legge Quadro sul Rumore, n. 447/95 .....	93
6.2.3.	D.P.C.M. 14 novembre 1997.....	94
6.2.4.	D.P.R. 142/2004 .....	96
6.2.5.	D.Lgs. 4 settembre 2002 n.262 e s.m.i.....	99
6.3.	La normativa di riferimento sull'inquinamento da vibrazioni.....	101
6.3.1.	Norma I.S.O. 2631-2.....	101
6.3.2.	Norma U.N.I. 9614 .....	103
6.3.3.	Norma U.N.I. 9916.....	105
6.4.	Le caratteristiche fisiche del rumore e delle vibrazioni.....	107
6.4.1.	Rumore.....	107
6.4.2.	Vibrazioni.....	109
6.4.2.1.	Valutazione qualitativa degli impatti da vibrazione .....	110
6.5.	Valutazione quantitativa degli impatti da rumore .....	111
6.5.1.	Interventi portuali previsti .....	111
6.5.2.	Caratterizzazione dell'area.....	112
6.5.2.1.	Bozza definitiva di classificazione acustica .....	112
6.5.3.	Valutazione degli impatti .....	114
6.5.3.1.	Caratterizzazione delle sorgenti sonore relative al progetto preliminare .....	116
6.5.3.2.	Il modello di simulazione adottato .....	118
6.5.3.3.	Risultati ottenuti dalle simulazioni .....	119
	<u>Attualizzazione dei risultati allo scenario di cantiere del progetto definitivo .....</u>	<u>120</u>

<b>7.</b>	<b>POPOLAZIONE, SALUTE PUBBLICA.....</b>	<b>122</b>
7.1.	Premessa.....	122
7.2.	Caratterizzazione dello stato attuale dell'ambiente.....	122
7.3.	Effetti degli interventi previsti dal progetto.....	128
<b>8.</b>	<b>PAESAGGIO E PATRIMONIO CULTURALE.....</b>	<b>130</b>
8.1.	Generalità.....	130
8.2.	Inquadramento territoriale.....	130
8.3.	Caratterizzazione del paesaggio nell'area d'intervento.....	138
8.4.	Effetti degli interventi previsti dal progetto.....	147
8.5.	Misure mitigatrici.....	152
<b>9.</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>154</b>
9.1.	Elaborati grafici.....	154
9.2.	Appendici.....	154

## **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).

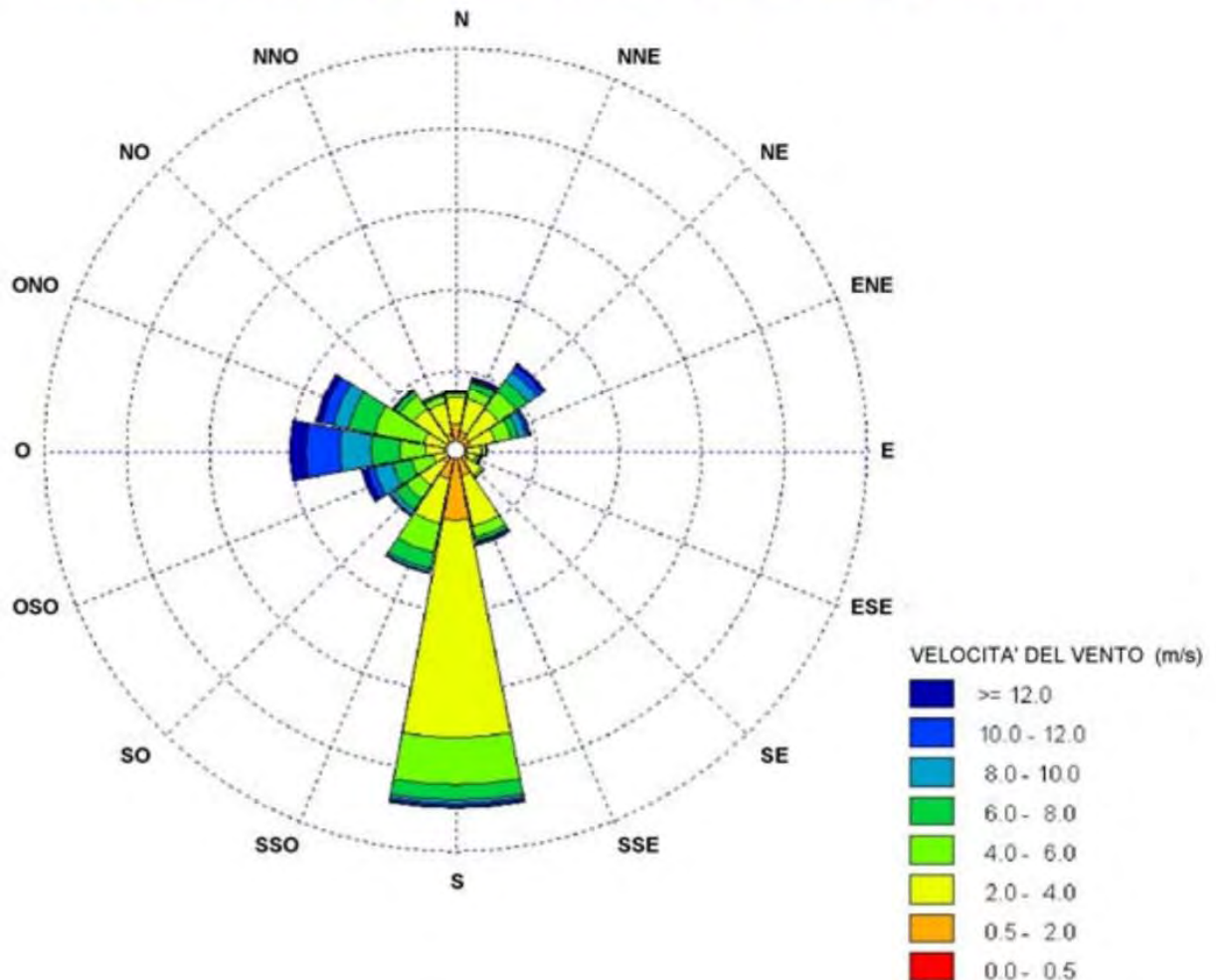
Il territorio nei dintorni di Porto Torres rispecchia questo assetto climatologico, come dimostrato dai dati raccolti nel 2010 dalla Boa ISPRA di Porto Torres, la cui ubicazione è mostrata nella seguente figura:



**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).

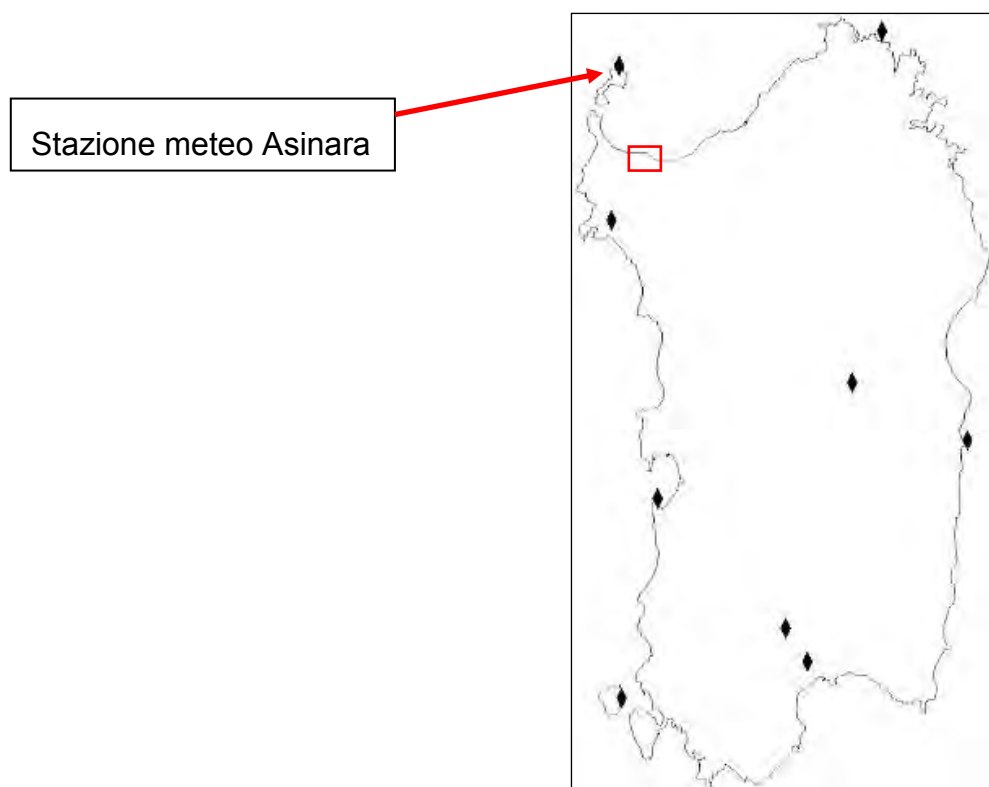


Direzione Vento	Frequenza (%)	Velocità Vettoriale Media (m/s)	Direzione Vettoriale Media
N	3.84	2.26	0° 58' 47"
NNE	4.97	3.74	25° 0' 36"
NE	6.95	4.98	44° 4' 47"
ENE	4.85	4.33	65° 32' 59"
E	2.03	2.69	89° 31' 48"
ESE	1.56	2.41	112° 23' 24"
SE	2.00	2.20	136° 25' 11"
SSF	5.74	2.85	159° 8' 23"
<b>S</b>	<b>22.14</b>	<b>3.01</b>	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	<b>84.93</b>
FEBBRAIO	0.00	3.42	4.91	52.40	9.47	6.51	<b>76.71</b>
MARZO	0.57	7.31	8.90	44.18	8.22	15.75	<b>84.93</b>
APRILE	1.37	13.36	13.24	24.09	10.27	19.86	<b>82.19</b>
MAGGIO	3.31	13.47	10.39	33.11	11.53	13.13	<b>84.93</b>
GIUGNO	4.00	15.53	13.36	26.14	7.76	15.41	<b>82.19</b>
LUGLIO	5.02	20.89	8.68	25.00	11.42	13.93	<b>84.93</b>
AGOSTO	1.94	15.30	13.81	24.54	11.99	17.35	<b>84.93</b>
SETTEMBRE	0.23	12.56	10.73	31.39	13.81	13.47	<b>82.19</b>
OTTOBRE	0.00	8.68	8.79	41.32	11.30	14.84	<b>84.93</b>
NOVEMBRE	0.00	3.08	7.19	50.23	9.02	12.67	<b>82.19</b>
DICEMBRE	0.00	2.97	9.25	47.95	13.70	11.07	<b>84.93</b>
<b>TOTALE</b>	<b>16.44</b>	<b>117.24</b>	<b>113.93</b>	<b>457.99</b>	<b>128.65</b>	<b>165.75</b>	<b>1000.00</b>

La boa mareografica ISPRA non fornisce dati relativi agli altri parametri meteorologici (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:

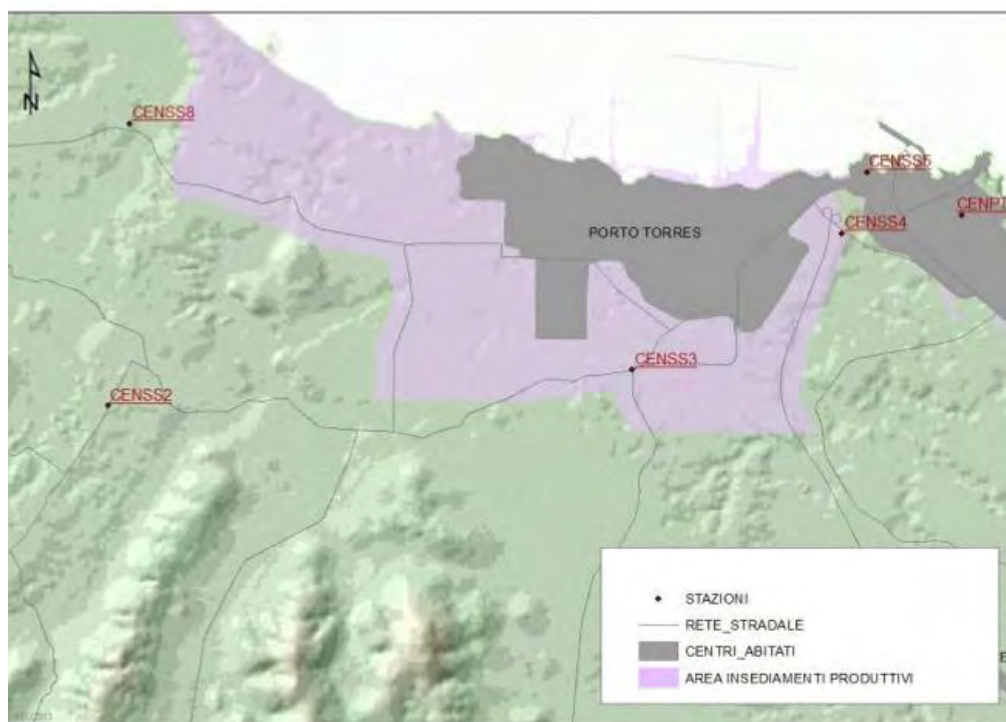


Figura 2-3: ubicazione delle centraline per il monitoraggio della qualità dell'aria

Zona	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM 10	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	MB	MO	MO	MA	MO	MO	MB	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 2-4: riepilogo dei superamenti rilevati per l'area di Porto Torres

Considerando i 3 inquinanti principali CO, NO<sub>2</sub> 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/m<sup>3</sup>.

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 SO<sub>2</sub>.

Nella centralina CENSS4, distante circa 1,7 km dal sito di progetto, registra anche il NO<sub>2</sub>.

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/m<sup>3</sup> è decisamente molto bassa (il limite di legge è pari a 10 mg/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> (CENSS2) e 9 µg/m<sup>3</sup> (CENSS3), mentre le massime medie orarie tra 28 µg/m<sup>3</sup> (CENSS2) e 85 µg/m<sup>3</sup> (CENSS4); i valori si mantengono distanti dai limiti di legge.

Il PM10 presenta una media annuale che varia tra 14 µg/ m<sup>3</sup> (CENSS2) e 23 µg/ m<sup>3</sup> (CENPT1) e una massima media giornaliera tra 38 µg/ m<sup>3</sup> (CENSS4) e 63 µg/ m<sup>3</sup> (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 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub>; 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, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> 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
<b>Monossido di Carbonio (CO)</b>	Valore limite protezione salute umana, <b>10</b> mg/m <sup>3</sup>	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI
<b>Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)</b>	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, <b>200</b> µg/m <sup>3</sup>	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, <b>40</b> µg/m <sup>3</sup>	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI
<b>Particolato (PM<sub>10</sub>)</b>	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, <b>50</b> µg/m <sup>3</sup>	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XI
	Valore limite protezione salute umana, <b>40</b> µg/m <sup>3</sup>	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 (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> 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;
- realizzazione dei cassoni nel porto più vicino. I cassoni verranno infatti costruiti mediante il bacino galleggiante "ALESSANDRO" di proprietà della SALES S.p.A, posizionato in prossimità del Molo di Ponente del porto industriale di Porto Torres. Il bilancio energetico globale ne trae indubbio vantaggio in quanto i mezzi marittimi preposti al trasporto ed al varo dei cassoni dovranno percorrere un tratto di mare irrisorio in rapporto ad un qualsiasi eventuale trasporto dal continente;
- 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 CO<sub>2</sub> 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 "Tabelle 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  $\pm 0.12$  m s.l.m..

Per la definizione della marea meteorologica si distinguono:

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

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

In definitiva è possibile calcolare il massimo sovrizzo 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 sovrizzi di carattere meteorologico ed astronomico. Si può cautelativamente assumere una riduzione del 75% per il sovrizzo massimo di carattere meteorologico ed astronomico; in definitiva, a fronte di un sovrizzo 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.

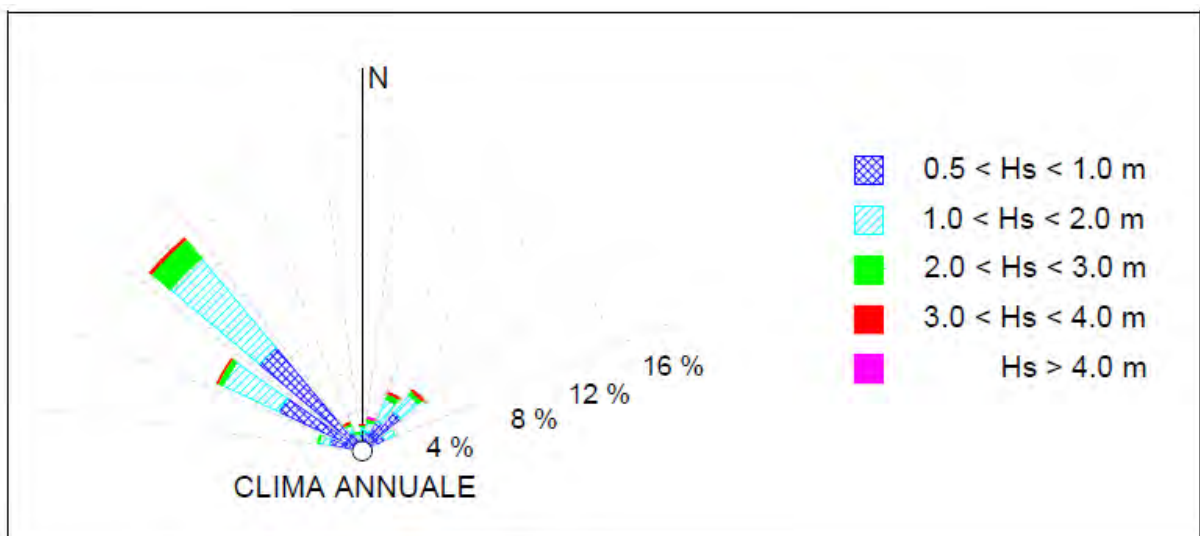
Il minimo abbassamento del livello marino è pari alla somma dell'oscillazione di marea (15 cm) e dell'abbassamento barico (27 cm), ed è uguale a circa 42 cm; anche in questo caso si può ammettere un abbattimento del 25% dell'oscillazione massima,

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.

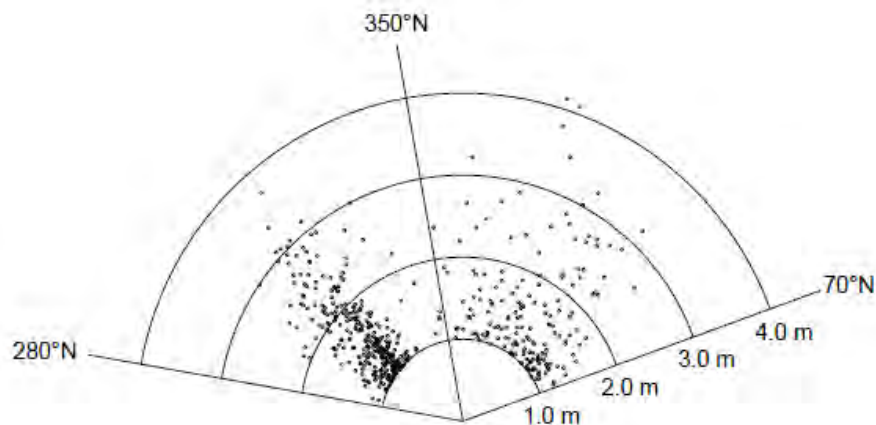
A seguito di una elaborazione statistica della serie di eventi di moto ondoso, ricostruita al largo di Porto Torres è stato possibile definire le altezze d'onda significative associate a vari tempi di ritorno, applicando la metodologia P.O.T definita da "Goda" ed utilizzando le comuni formulazioni di 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> $\alpha$	<i>Periodo</i> $\alpha$	<i>Direzione</i> $\alpha$
$H_i = 1.0 \cdot m\alpha$	$T = 5 \cdot s\alpha$	$70^\circ N\alpha$
$H_i = 4.0 \cdot m\alpha$	$T = 8.5 \cdot s\alpha$	$20^\circ N \text{--} 50^\circ N\alpha$
$H_i = 4.3 \cdot m \text{--} H_i = 4.5 \cdot m\alpha$	$T = 9.0 \cdot s\alpha$	$20^\circ N \text{--} 50^\circ N\alpha$

**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)
<b>Stato Attuale</b>	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
<b>P.R.P. Vigente</b>	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

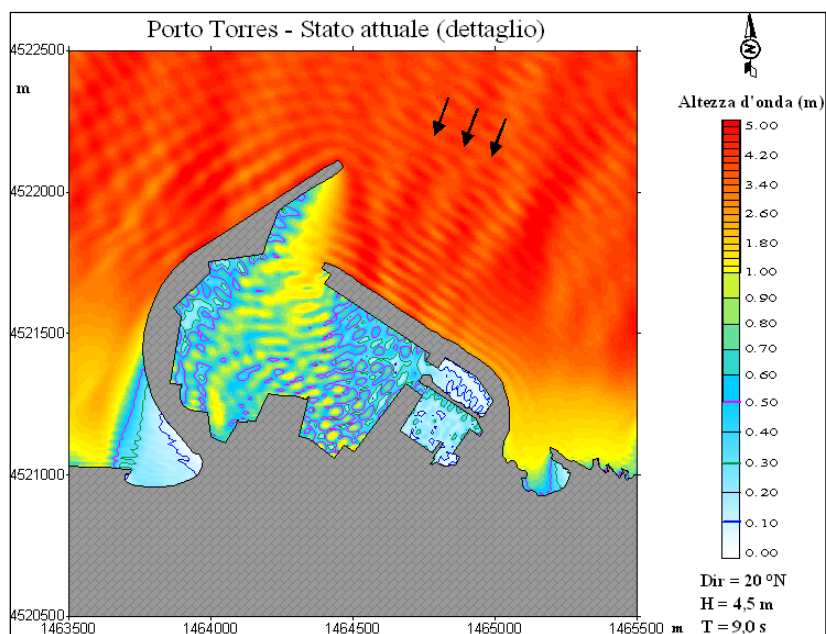
	50	4.30	9.00	1.80
	50	4.50	9.00	1.80
	70	1.00	5.00	0
A.T.F.	20	4.00	8.50	0.20
	20	4.30	9.00	0.30
	20	4.50	9.00	0.30
	50	4.00	8.50	0.50
	50	4.30	9.00	0.80
	50	4.50	9.00	0.90
	70	1.00	5.00	0.30

**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

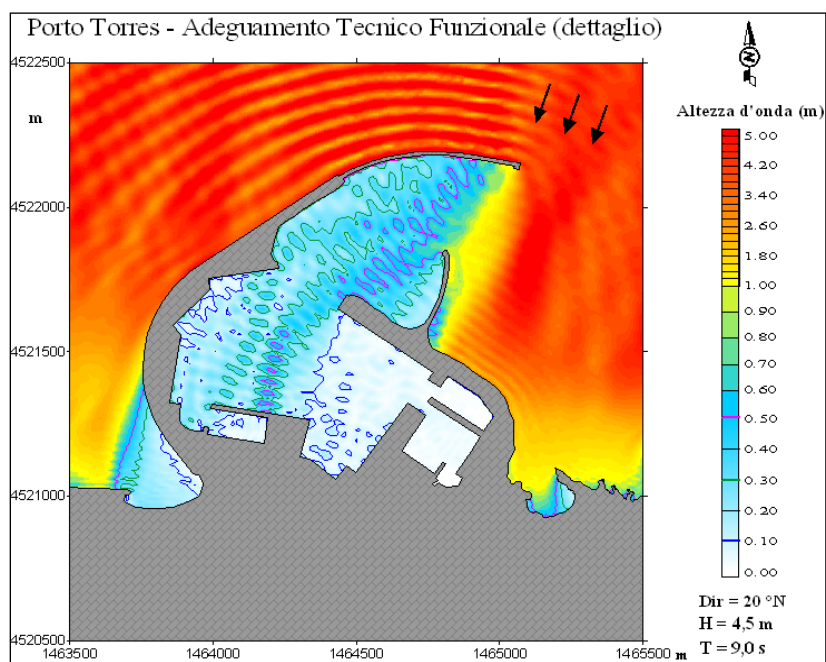
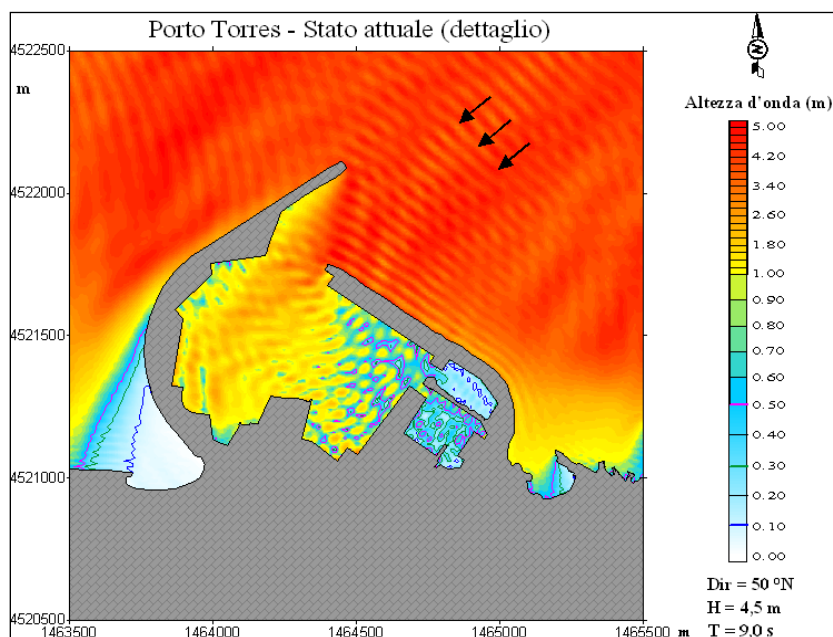
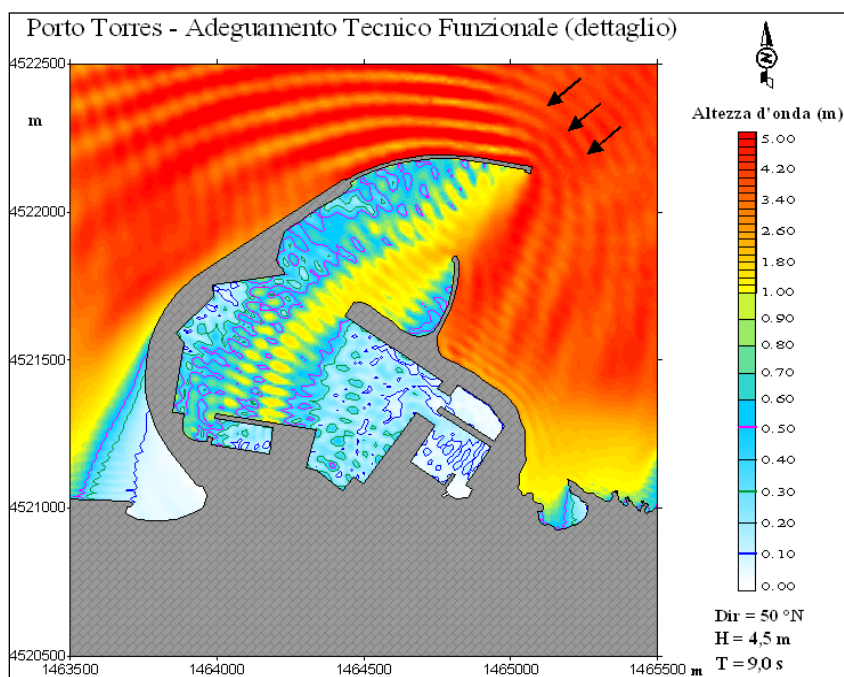


Figura 3-5: Agitazione ondosa interna simulata con il modello CGWAVE (Dir=20°N;H =4.5 m; T=9.0 s)

### 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**

Per quanto riguarda le possibili ripercussioni sul tratto di costa posto subito ad Est del porto dovute alla realizzazione delle nuove opere, sono stati analizzati e messi a confronto, tra la configurazione attuale e quella dell'Adeguamento Tecnico Funzionale (ATF) del PRP, gli stati di agitazione ondosa che si verificano in occasione delle mareggiate più intense per tre aree opportunamente definite (Figura 3-7).



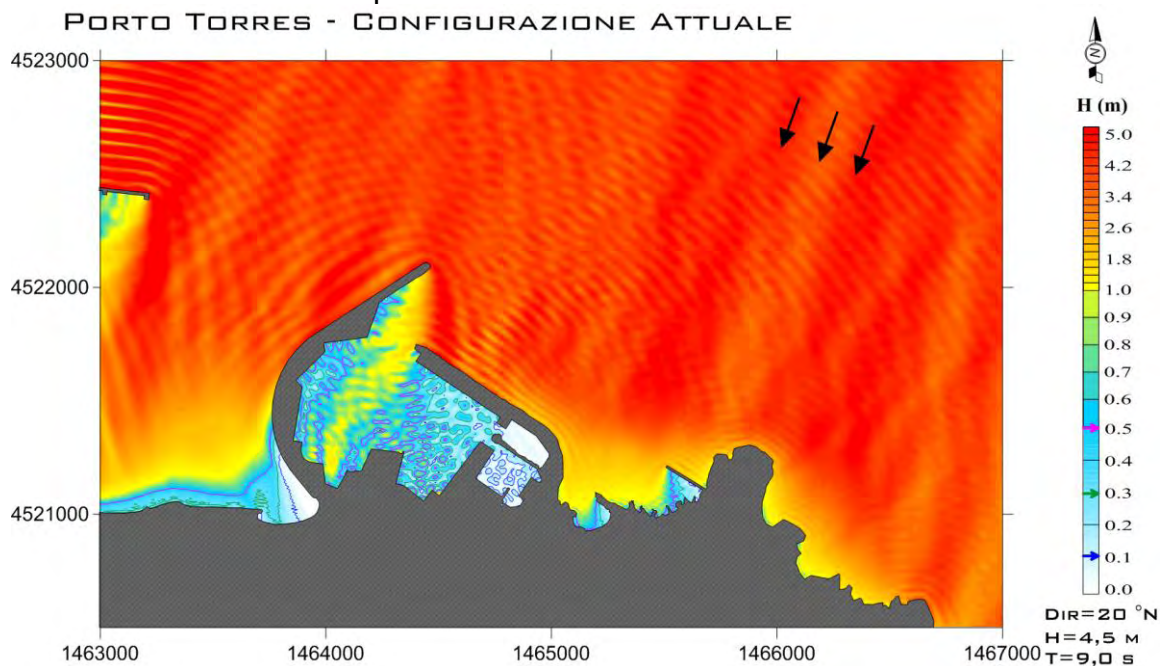
**Figura 3-7: Aree di studio utilizzate per il confronto dei livelli di agitazione ondosa ottenuti con le configurazioni attuale e di PRP 2011**

Lo studio è stato condotto con il modello numerico di propagazione del moto ondoso agli elementi finiti CGWAVE che consente di simulare il processi di trasformazione del moto ondoso (rifrazione, diffrazione e riflessione) sottocosta e all'interno dei bacini portuali.

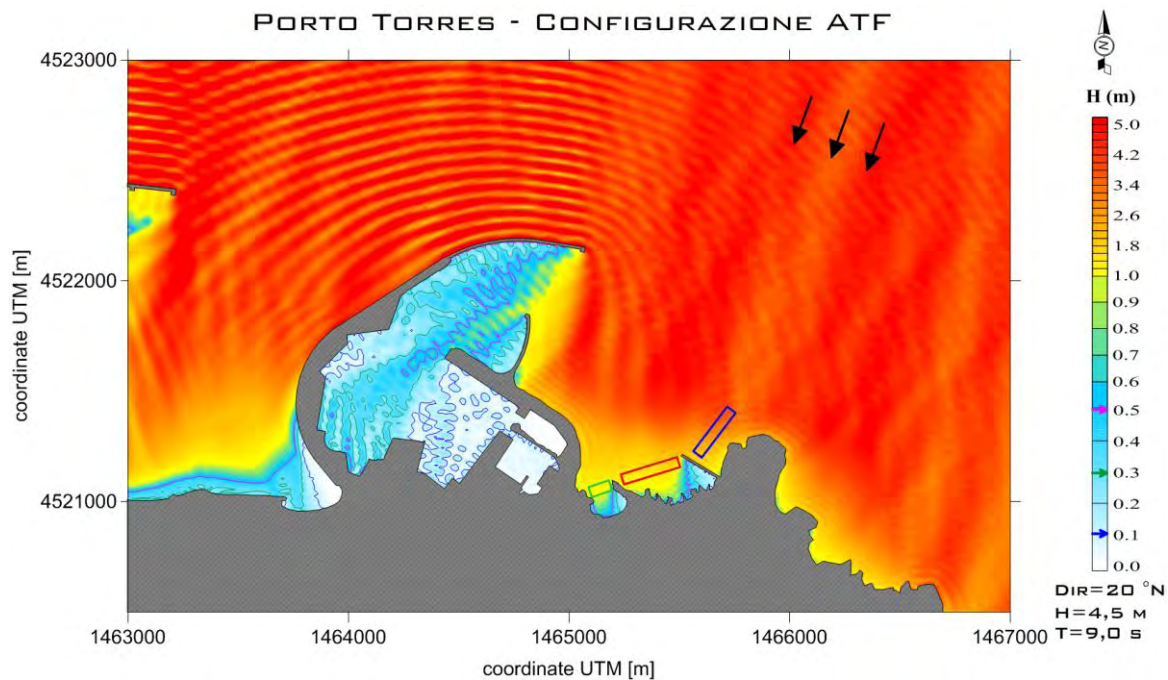
Le figure a seguire riportano, a titolo di esempio, i risultati ottenuti con la configurazione di ATF per stati di moto ondoso estremi provenienti dalle direzioni 350°N, 20°N, 50°N e 70°N.

I livelli di agitazione ondosa, espressi intermini di valore medio dell'altezza d'onda significativa, ottenuti nelle tre aree per le due configurazioni analizzate sono posti a confronto in Tabella 3-3.

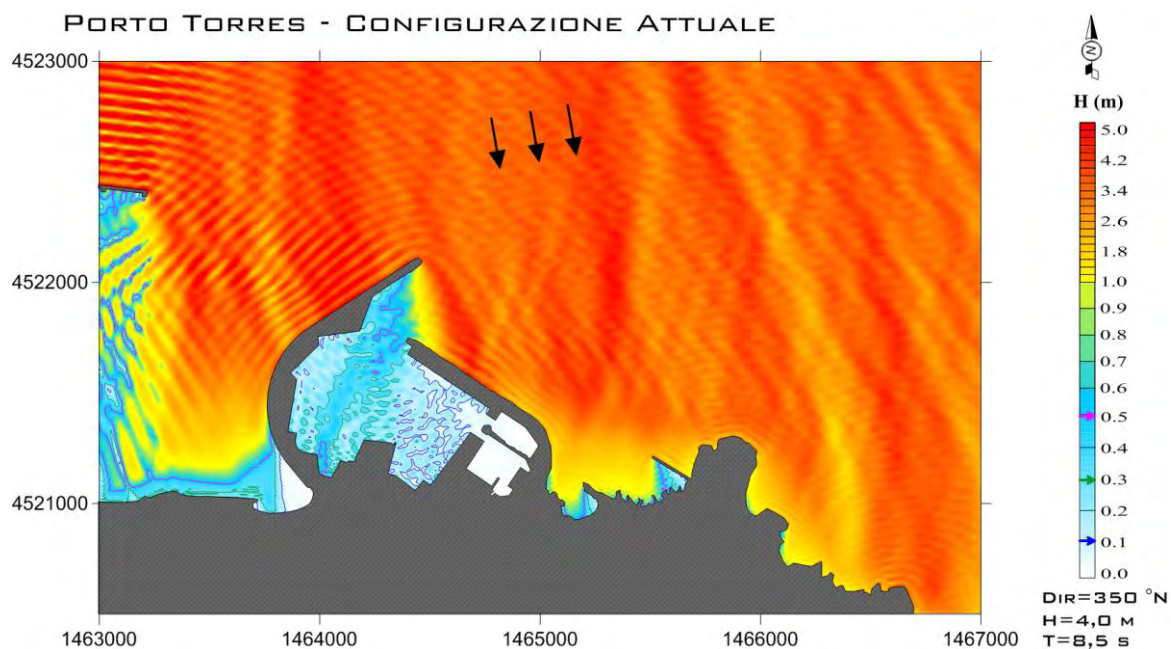
Dal confronto emerge che le nuove opere non alterano in maniera significativa il moto ondoso incidente. Si osserva infatti che lungo le spiaggette prospicienti il Lungomare Balai non si riscontrano sensibili variazioni dei livelli di agitazione ondosa dovuti al campo d'onda riflesso dalle nuove opere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



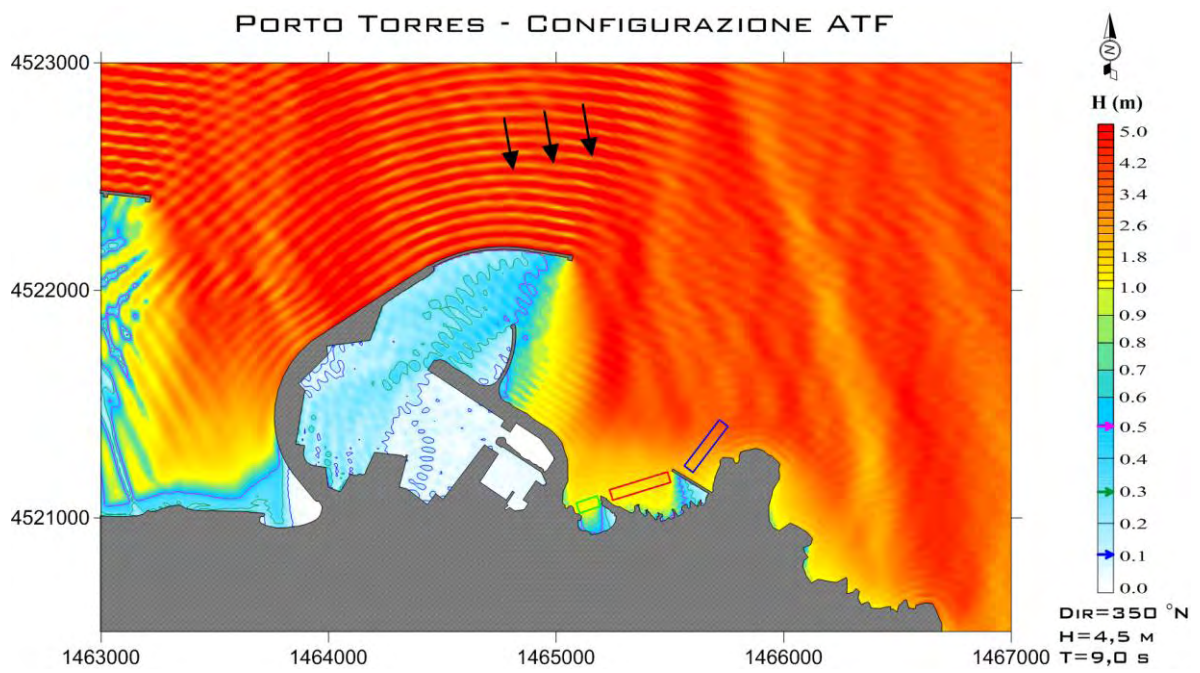
**Figura 3-8: Agitazione ondosa ottenuta per la configurazione attuale con H=4.5 m, Dir=20°N e T=9.0 s**



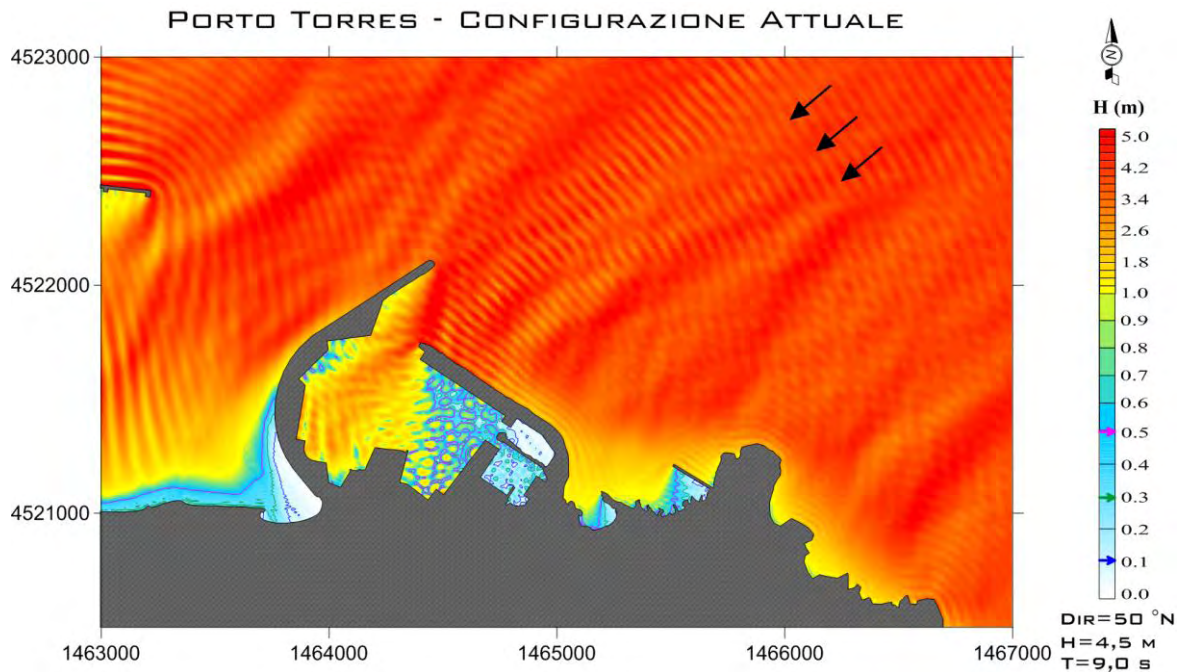
**Figura 3-9: Agitazione ondosa ottenuta per la configurazione di ATF con H=4.5 m, Dir=20°N e T=9 s**



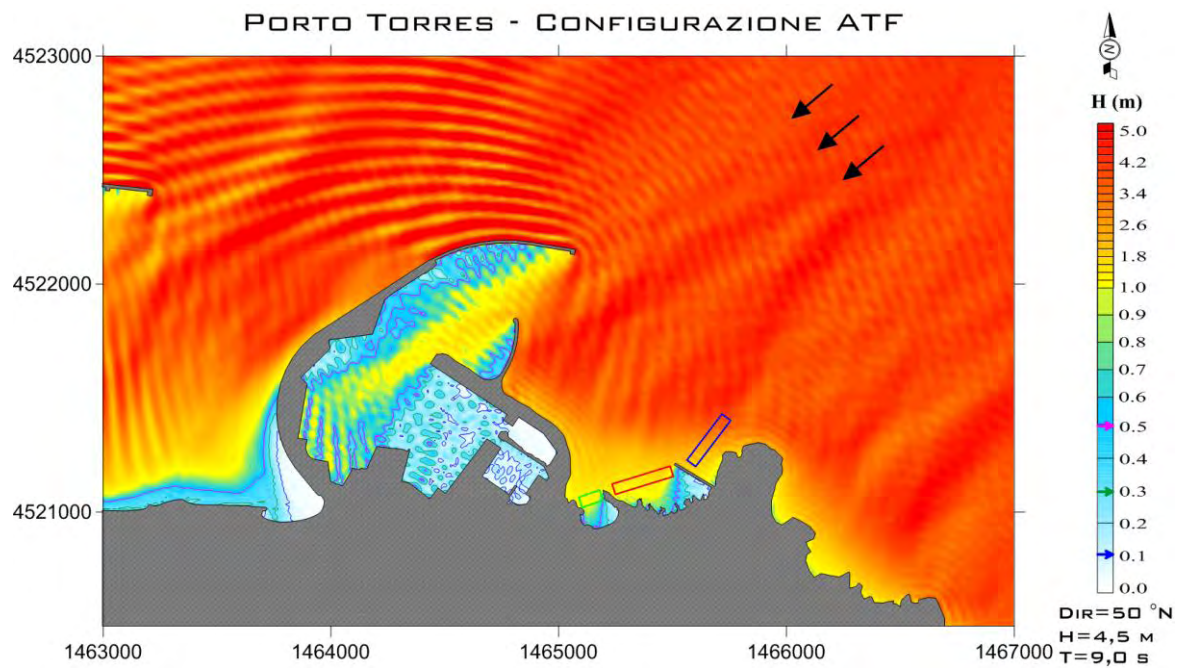
**Figura 3-10: Agitazione ondosa ottenuta per la configurazione attuale con H=4.5 m, Dir=350°N e T=9 s**



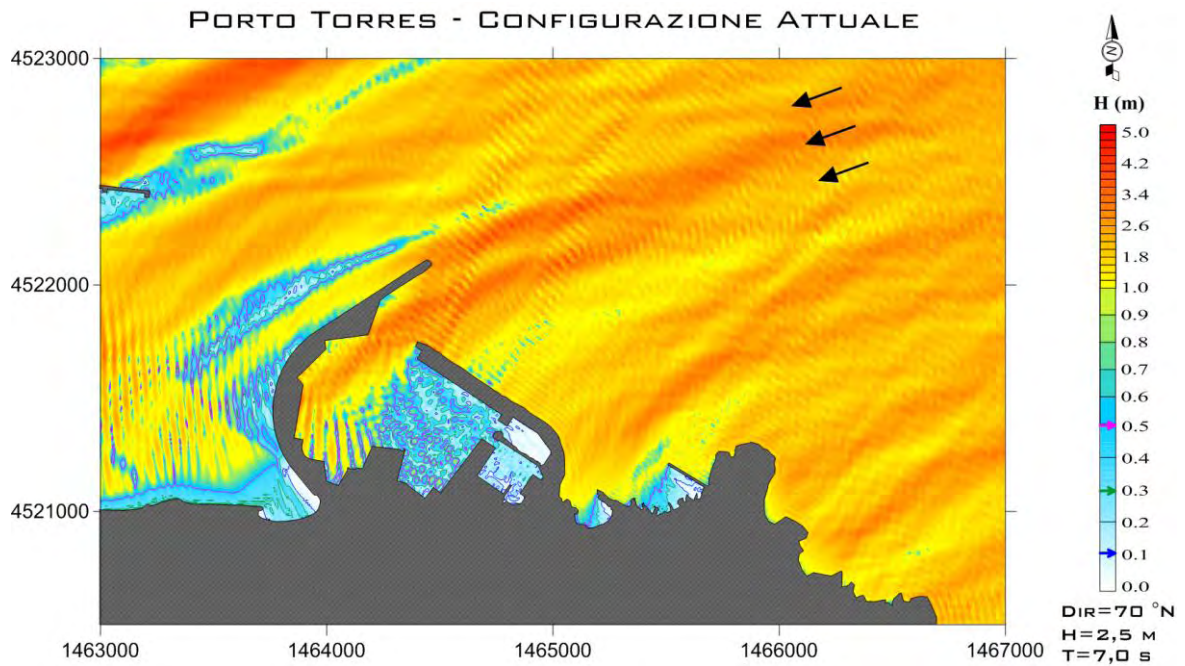
**Figura 3-11: Agitazione ondosa ottenuta per la configurazione ATF con H=4.5 m, Dir=350°N e T=9 s**



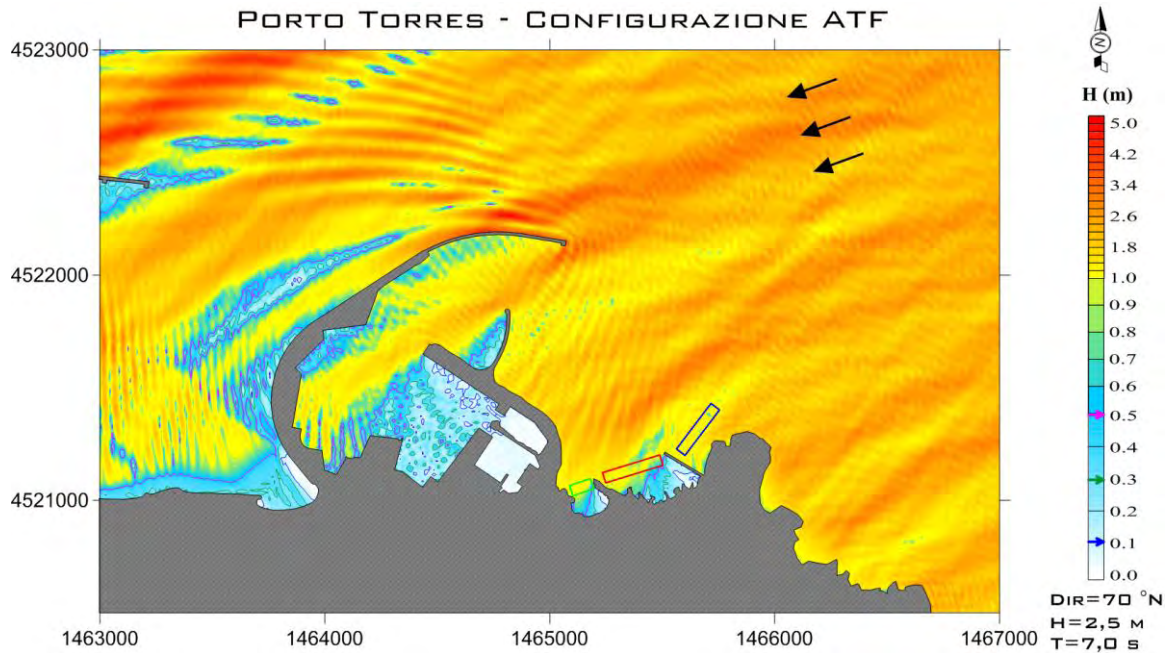
**Figura 3-12: Agitazione ondosa ottenuta per la configurazione attuale con H=4.5 m, Dir=50°N e T=9.0 s**



**Figura 3-13: agitazione ondosa ottenuta per la configurazione di ATF con H=4.5 m, Dir=50°N e T=9.0 s**



**Figura 3-14: agitazione ondosa ottenuta per la configurazione attuale con H=2.5 m, Dir=70°N e T=7.0 s**



**Figura 3-15: agitazione ondosa ottenuta per la configurazione di ATF con H=2.5 m, Dir=70°N e T=7.0 s**

Dir=20 °N; H=4.5 m; T=9 s			Dir=350 °N; H=4.5 m; T=9 s		
Valore medio			Valore medio		
Area	ATT	ATF	Area	ATT	ATF
A1	1.15	1.13	A1	1.18	1.16
A2	1.51	1.49	A2	1.51	1.49
A3	2.96	2.86	A3	2.91	2.82

Dir=50 °N; H=4.5 m; T=9 s			Dir=70 °N; H=2.5 m; T=7 s		
Valore medio			Valore medio		
Area	ATT	ATF	Area	ATT	ATF
A1	1.15	1.12	A1	1.10	1.08
A2	1.45	1.44	A2	1.02	1.04
A3	2.86	2.75	A3	1.18	1.19

**Tabella 3-3: Valori medi dell'altezza d'onda calcolati in condizioni meteomarine estreme per le tre aree scelte in prossimità del tratto di costa ad Est del porto di Porto Torres**

Si fa presente che, sebbene le simulazioni abbiano compreso il Nuovo Molo di Levante, esso risulta "messo in ombra" dall'opera più aggettante e rappresentata dall'Antimurale di Ponente. Si ritengono pertanto valide le conclusioni delle modellazioni eseguite nell'ambito dell'Adeguamento Tecnico Funzionale.

### 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).

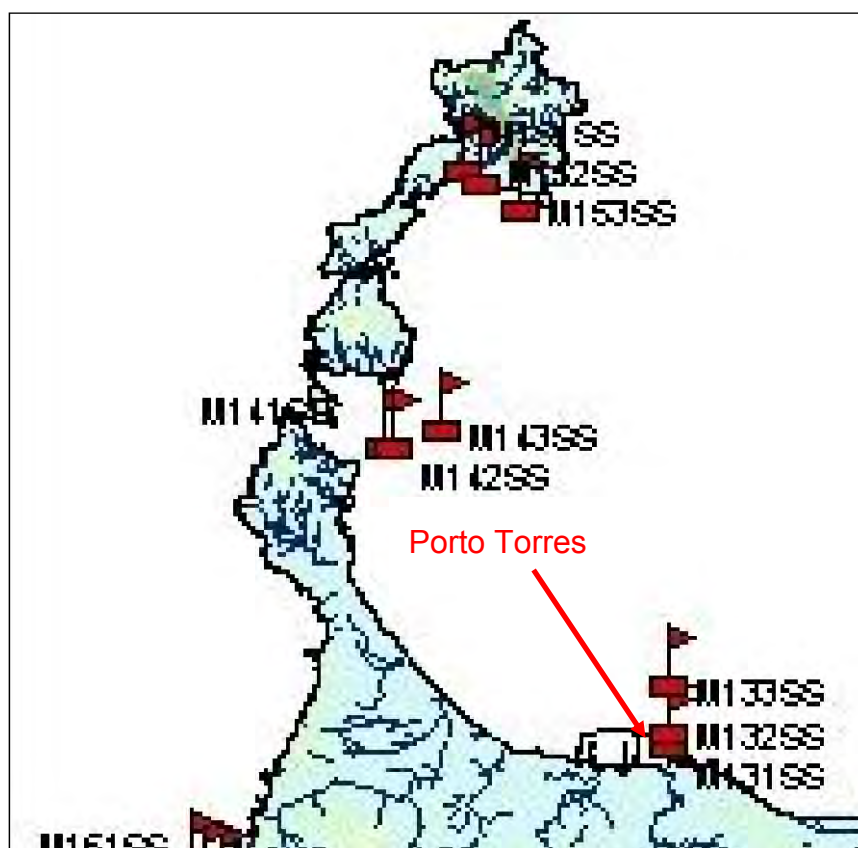
Il transetto è stato orientato in modo perpendicolare alla costa considerando tre stazioni le cui coordinate geografiche sono riportate nella tabella seguente:



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 3-4: coordinate geografiche delle stazioni utilizzate per il transetto**

Di seguito, l'ubicazione in pianta del transetto.

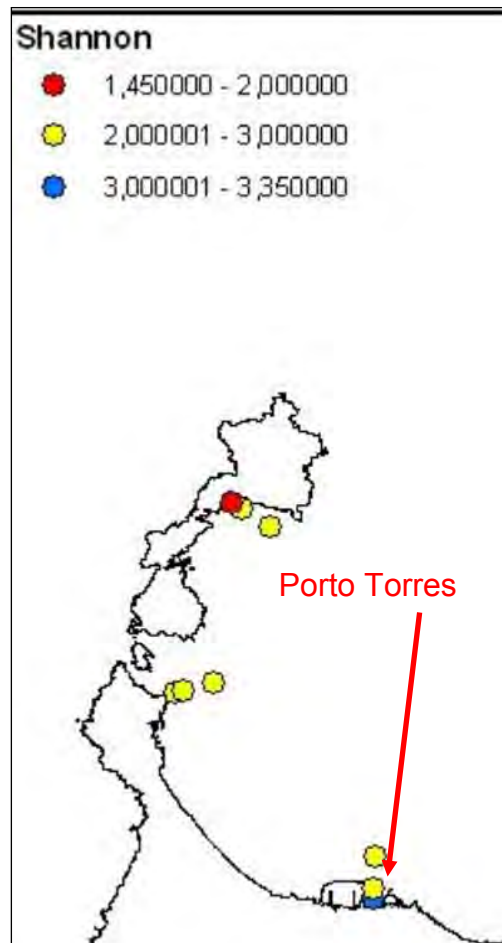


**Figura 3-16: Ubicazione del transetto**

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 3-17: 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.

### **3.2. 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 Km<sup>2</sup>. Il bacino principale, che prende il nome dal fiume principale, si estende nell'entroterra per circa 670 km<sup>2</sup>. 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 <sup>2</sup> )
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.

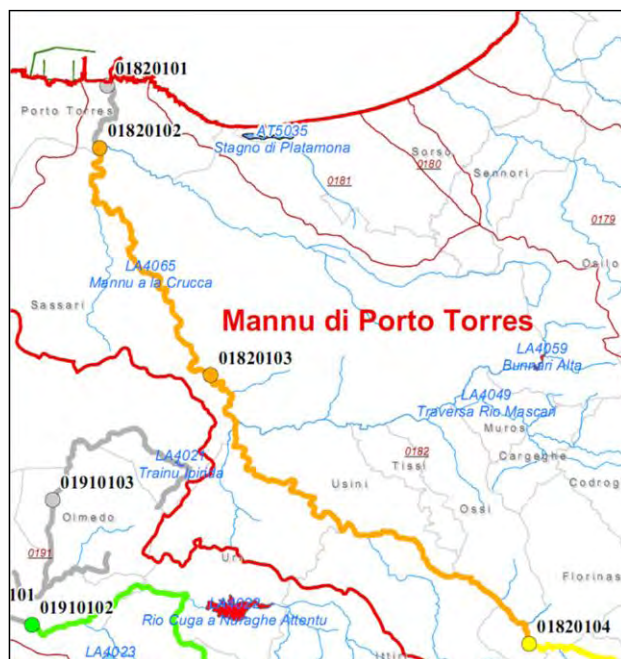
l'IBE non è in grado di fornire informazioni per la stazione 14p01 - Piano Li Colti, a valle dei maggiori impianti di depurazione (Ottava – Funtana Veglina) e soggetta a forti pressioni di tipo antropico (sia industriale, sia agricolo). Non è stato possibile infatti eseguire i campionamenti a causa sia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

È 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 3-18: 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 km<sup>2</sup>.

#### **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:



**Figura 3-19: 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 che raffigura il dominio dell’acquifero detritico-carbonatico Oligo-Miocenico del Sassarese (in blu) e la relativa rete di monitoraggio in prossimità dell’area di intervento.**

**LEGENDA: quadrati grigi – screening preliminare, cerchi rossi – monitoraggio.**

Dai risultati derivanti dal monitoraggio effettuato da Settembre 2003 a Marzo 2005 si evince che l’acquifero considerato ricade in Classe Chimica 2, secondo la seguente classificazione:

<b>Classe</b>	<b>Descrizione</b>
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 m<sup>3</sup>.

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 mesozoiche, 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.

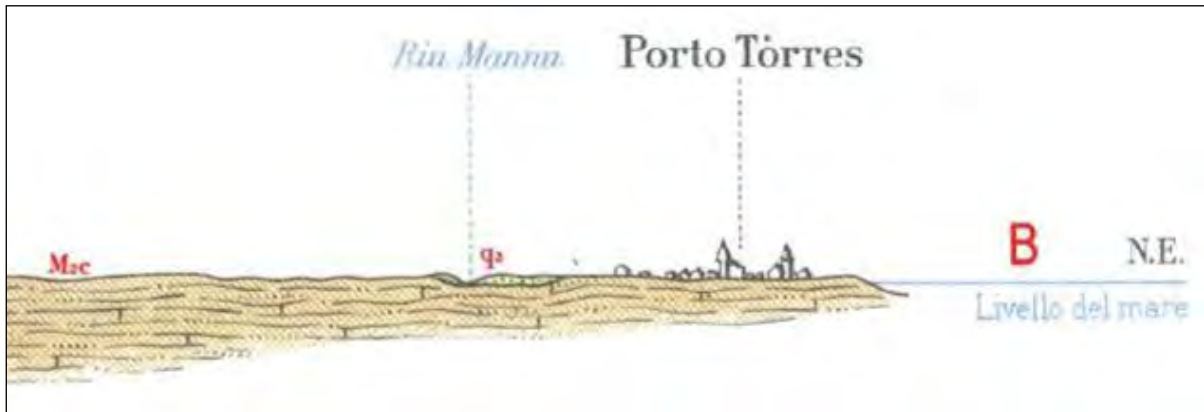
Formazioni marine:

- M<sub>2c</sub>: calcari grossolani di detrito organico e calcari sabbiosi a molluschi, echinodermi, ecc... Conglomerati, anche grossolani, della trasgressione mediomiocenica (Miocene – Elveziano);
- Q<sub>2p</sub>: panchina sabbioso ciottolosa con fauna tirreniana (Pleistocene – Tirreniano).

Formazioni continentali:

- q<sub>2e</sub>: sabbioni a granuli silicei, spesso ben cementati, a stratificazione incrociata, afossiliferi (Pleistocene – depositi eolico post-tirreniani);
- q<sub>3</sub>: alluvioni fluviali recenti ed attuali (Olocene).

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

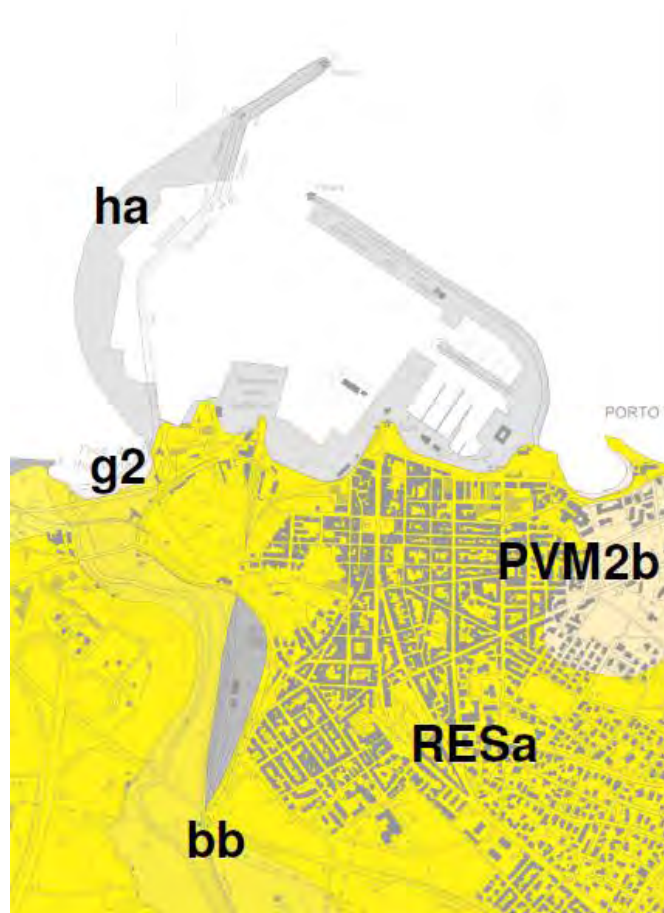


**Figura 4-2: stralcio tratto dalla sezione geologica del Foglio n° 179 “Porto Torres” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000**

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.

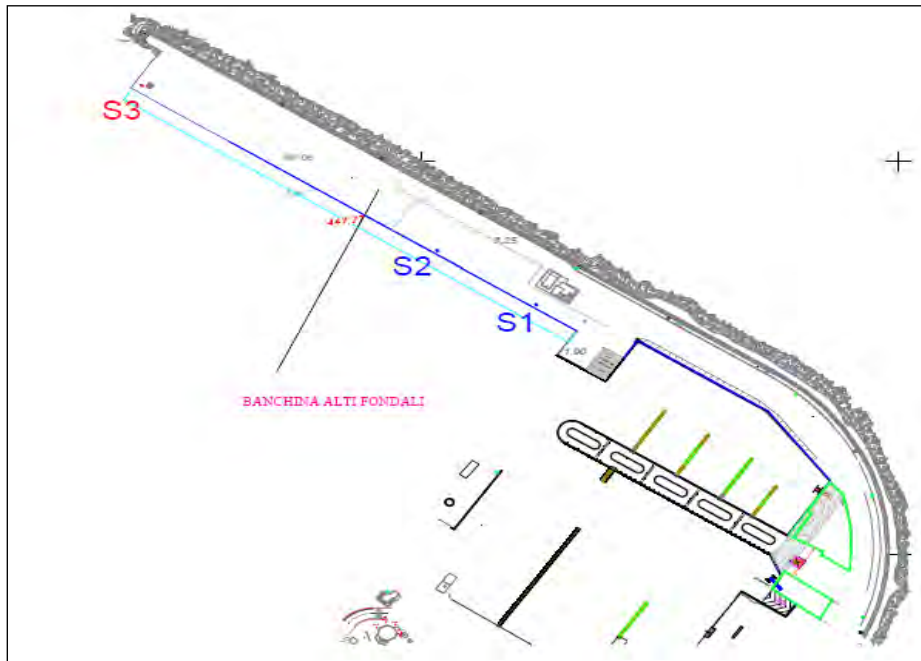
Nella campagna del 2009, eseguita lungo il futuro sviluppo del Nuovo Molo di Levante per la realizzazione dell'avamposto, sono stati eseguiti 7 sondaggi (Sm1-Sm5, Sm7 e Sm9) a carotaggio continuo. Nella documentazione a base di gara sono disponibili i

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:

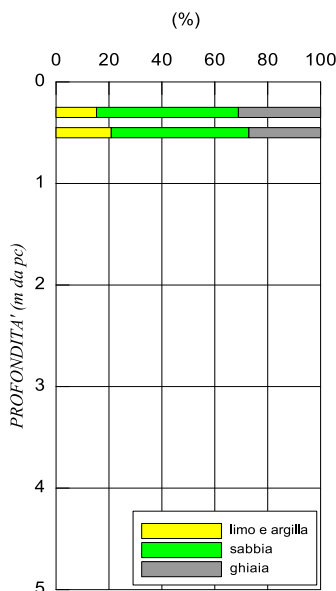
- Materiale di banchina (MB); si tratta del corpo e dello strato di fondazione della banchina, costituito da una massicciata con massi e blocchi ed elementi poligenici, fino a 15 m dal piano banchina posto a quota +2 m slm;

- 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%.



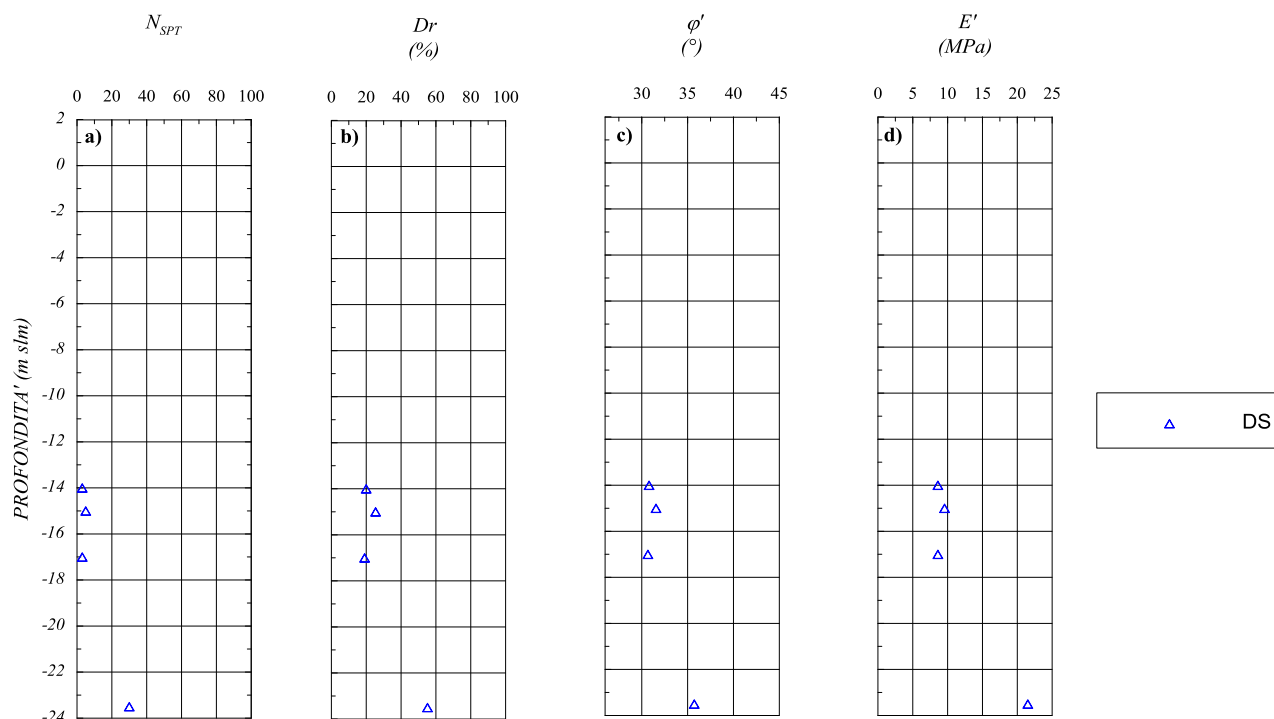
**Figura 4-6: Litotipo DS, composizione granulometrica**

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 ( $\sigma_{ci}$ ) 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/m<sup>3</sup>.

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,  $\gamma$ , 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	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c'$ (kPa)	$\phi'$ (°)	$E'$ (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 de 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);

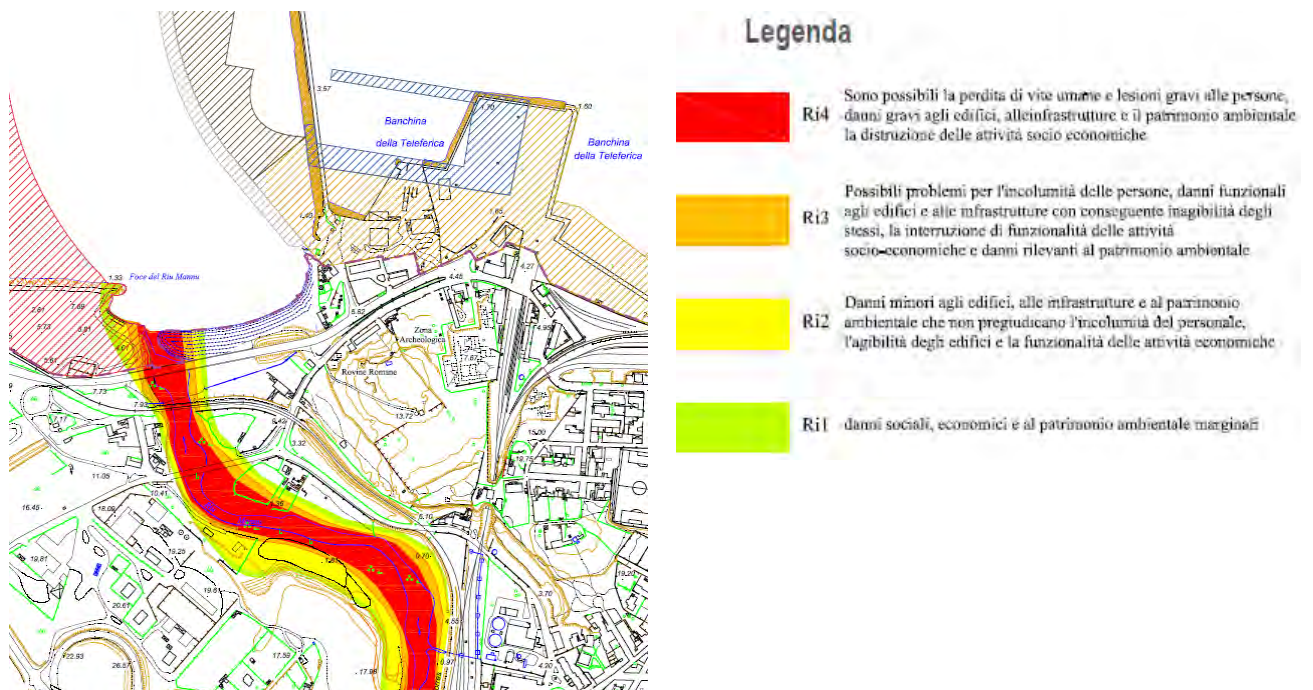
- perimetrazione delle aree a rischio da frana molto elevato (Rg 4), elevato (Rg 3), medio (Rg 2) e moderato (Rg 1);
- tavole degli elementi a rischio (E);
- schede degli interventi per ciascun sottobacino oggetto del piano;
- norme tecniche di attuazione (N.T.A.) contenenti al titolo III la disciplina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

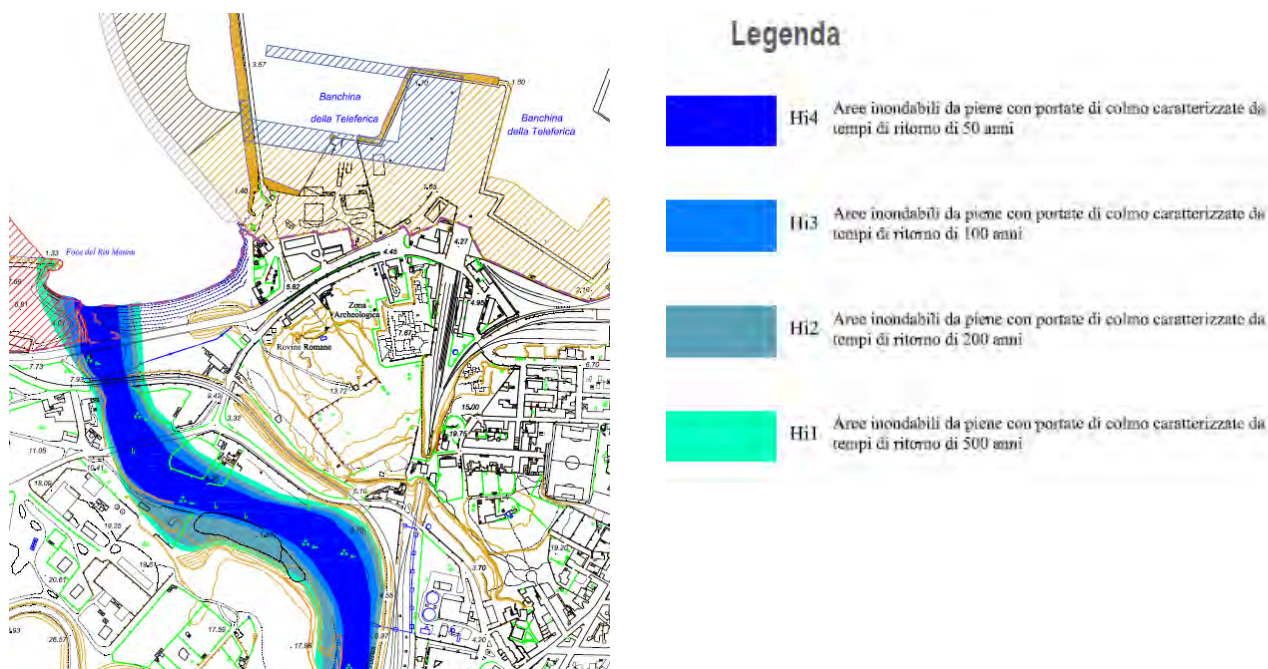
Il Sub Bacino si estende per 5402 Km (circa il 23% del territorio regionale). In esso sono presenti nove opere di regolazione in esercizio e cinque opere di derivazione. Tra i corsi d'acqua principali vi è il Rio Mannu che sfocia tra il porto industriale e il porto civico.

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

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 delle 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.

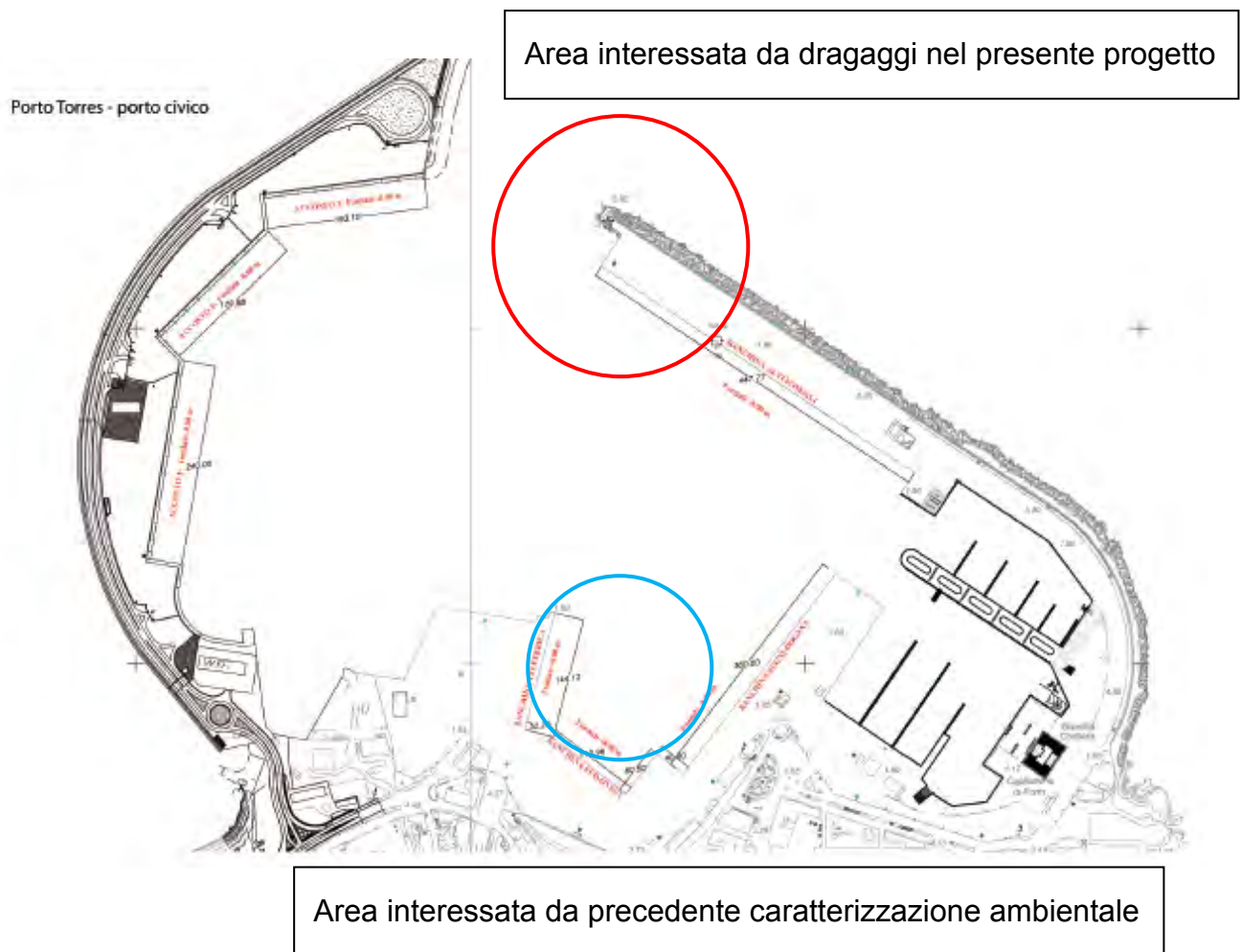
Le perimetrazioni esistenti non hanno influenza diretta e indiretta con le opere in progetto.

#### **4.7. Qualità dei sedimenti**

Allo stato attuale non esiste un 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 <sub>ss</sub>	54	117	-
Azoto Totale	mg N/ Kg <sub>ss</sub>	899	1300	-
Sostanze organiche totali	mg O <sub>2</sub> / Kg <sub>ss</sub>	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 <sub>ss</sub>	< 0,05	< 0,05	100
Idrocarburi totali	mg/Kg <sub>ss</sub>	< 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 km<sup>2</sup>.

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 ovini 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"

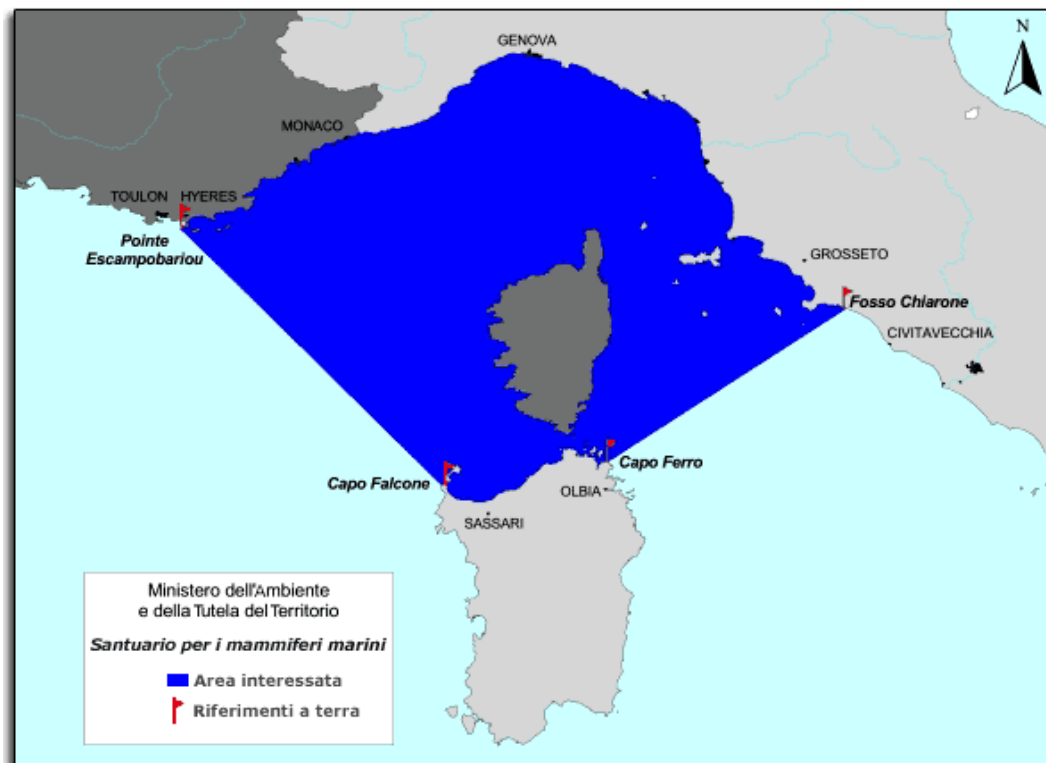
Essi ricadono tutti ad una distanza considerevole dal sito di progetto, eccezion fatta per il SIC ITB0003 "Stagno e ginepreto di Platamona" all'interno del quale si trova la riserva naturale "Platamona" (Fonte FPR), e la riserva naturale "Stagno di Platamona" (Fonte FPR).

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 rinvencono 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 (Bulgarelli 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***

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 e 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**

#### Impatti in fase di cantiere

Particolare attenzione nella progettazione dell'opera è stata posta nei confronti di questa componente ambientale.

Gli eventuali effetti negativi che potrebbero derivare da risospensione dei sedimenti in fase di cantiere sono, di fatto, annullati dalle misure di mitigazione di seguito descritte.

Per quanto riguarda l'aumento della torbidità, il regime correntometrico dell'area, se da un lato contribuisce a disperdere il sedimento sabbioso in sospensione e a diffonderlo su un'area maggiore, dall'altro riduce considerevolmente le concentrazioni per unità di superficie al momento della risedimentazione, minimizzando, di fatto, l'impatto sulle biocenosi bentoniche in generale e su *Posidonia* in particolare.

#### Impatti in fase di esercizio

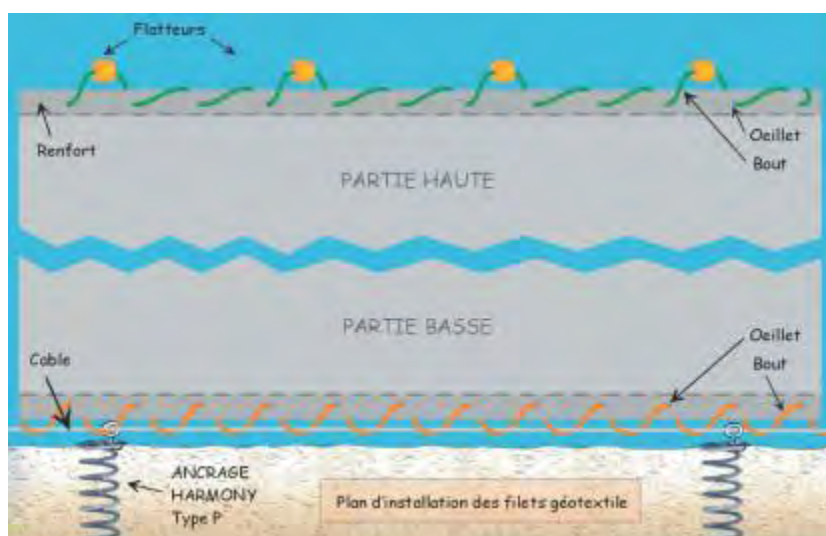
In fase di esercizio non si produrranno impatti negativi sulla biocenosi a *Posidonia* né variazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua o produzione di inquinanti, nocivi per la normale vitalità della pianta.

#### Misure di mitigazione

Particolare attenzione sarà posta all'interazione del progetto con le aree eventualmente occupate da *Posidonia oceanica* al fine di ridurre al minimo l'eventuale impatto.

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.



Le panne in geotessile saranno fissate al fondo da ancoraggi non distruttivi del tipo Harmony®.



**Figura 5-3: 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 migliorie 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><b>Aree particolarmente protette</b></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><b>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b></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><b>Aree di tipo misto</b></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><b>Aree di intensa attività umana</b></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><b>Aree prevalentemente industriali</b></p> <p>Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p>
<p>CLASSE VI</p> <p><b>Aree esclusivamente industriali</b></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 <sup>-3</sup>		
	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 <sup>2</sup> ]	L [dB]
Asse Z		
Aree critiche	5.0-10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (Notte)	7.0-10 <sup>-3</sup>	77
Abitazioni (Giorno)	10.0-10 <sup>-3</sup>	80
Uffici	20.0-10 <sup>-3</sup>	86
Fabbriche	40.0-10 <sup>-3</sup>	92
Asse X e Y		
Aree critiche	3.6-10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni (Notte)	5.0-10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni (Giorno)	7.2-10 <sup>-3</sup>	77
Uffici	14.4-10 <sup>-3</sup>	83
Fabbriche	28.8-10 <sup>-3</sup>	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 <sup>2</sup> ]	Assi X e Y [m/s <sup>2</sup> ]
Aree critiche	5.0-10 <sup>-3</sup>	3.6-10 <sup>-3</sup>
Abitazioni (Notte)	7.0-10 <sup>-3</sup>	5.0-10 <sup>-3</sup>
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/s<sup>2</sup>);
- 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>
<b><i>Cantiere a terra su Molo di Ponente (S1)</i></b>	<b><i>Cantiere a terra su Molo di Ponente (cantiere base)</i></b>
Escavatore	Nessuna sorgente di particolare emissione
Autogru	
Impianto di betonaggio	
Pala meccanica	
<b><i>Cantiere a terra su Molo di Levante (S2)</i></b>	<b><i>Cantiere a terra su Molo di Levante (cantiere operativo)</i></b>
Escavatore	Piattaforma con escavatore idraulico
Autogru	Rimorchiatore a servizio della piattaforma
Impianto di confezionamento cls	Motobetta
Pompa per cls	Scarico cls da autobetoniera
<b><i>Cantiere a mare su Molo di Ponente (S3)</i></b>	<b><i>Cantiere a mare su Molo di Ponente (estremità molo attuale)</i></b>
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 preliminare**

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

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	<b>103,5</b>
S2	Sorgente puntuale a terra Molo di Levante	<b>103,8</b>
S3	Sorgente puntuale a mare Molo di Ponente	<b>92,0</b>

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:  $360^\circ$
- 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 Sufficiente o Limitata 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	MB	MO	MO	MA	MO	MO	MB	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 (O<sub>3</sub>) 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, NO<sub>2</sub> 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**

### **8.1. Generalità**

Lo studio e la caratterizzazione dell'assetto paesaggistico è stato eseguito prendendo come riferimento una porzione di territorio corrispondente all'area vasta, in grado di fornire un quadro esauriente dell'ambito paesaggistico nel quale s'inseriscono le infrastrutture in progetto.

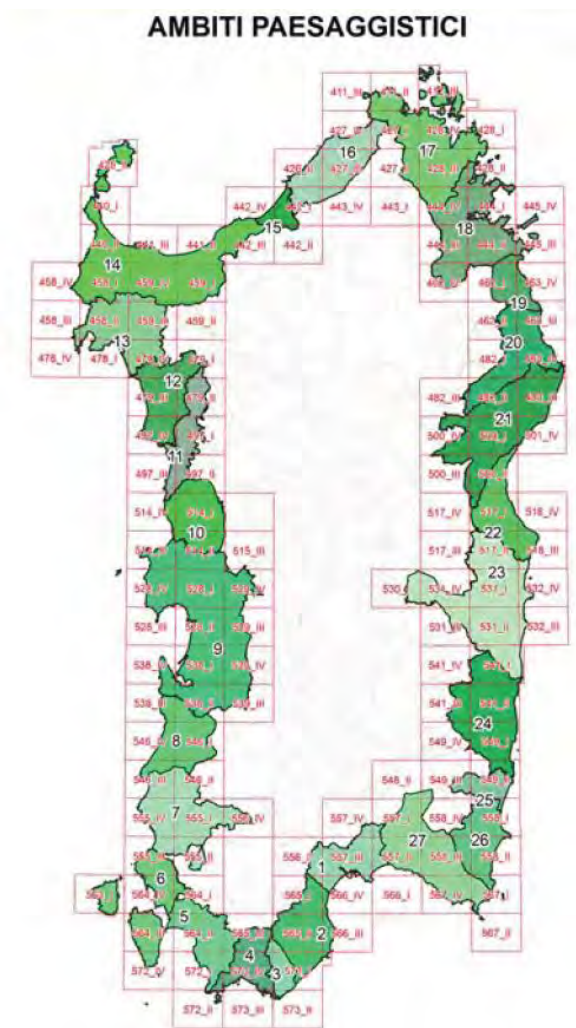
L'area vasta di studio (ambito territoriale di riferimento) ricade completamente nella provincia di Sassari e riguarda i territori comunali di Porto Torres, Sorso, Stintino e Sassari.

Successivamente all'inquadramento territoriale e paesaggistico dell'area in studio, effettuato sulla base delle indicazioni fornite dal Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e sull'esame delle principali unità paesaggistiche individuate dal Piano Forestale Ambientale Regionale si è proceduto, mediante ricognizione in campo, a individuare le principali unità paesaggistiche intorno all'area di studio che hanno permesso una descrizione del territorio e della qualità del paesaggio interessati direttamente od indirettamente dagli interventi ed hanno consentito di valutare le interferenze e di definire le azioni di disturbo esercitate dal progetto e le modifiche introdotte in rapporto alla qualità dell'ambiente.

### **8.2. Inquadramento territoriale**

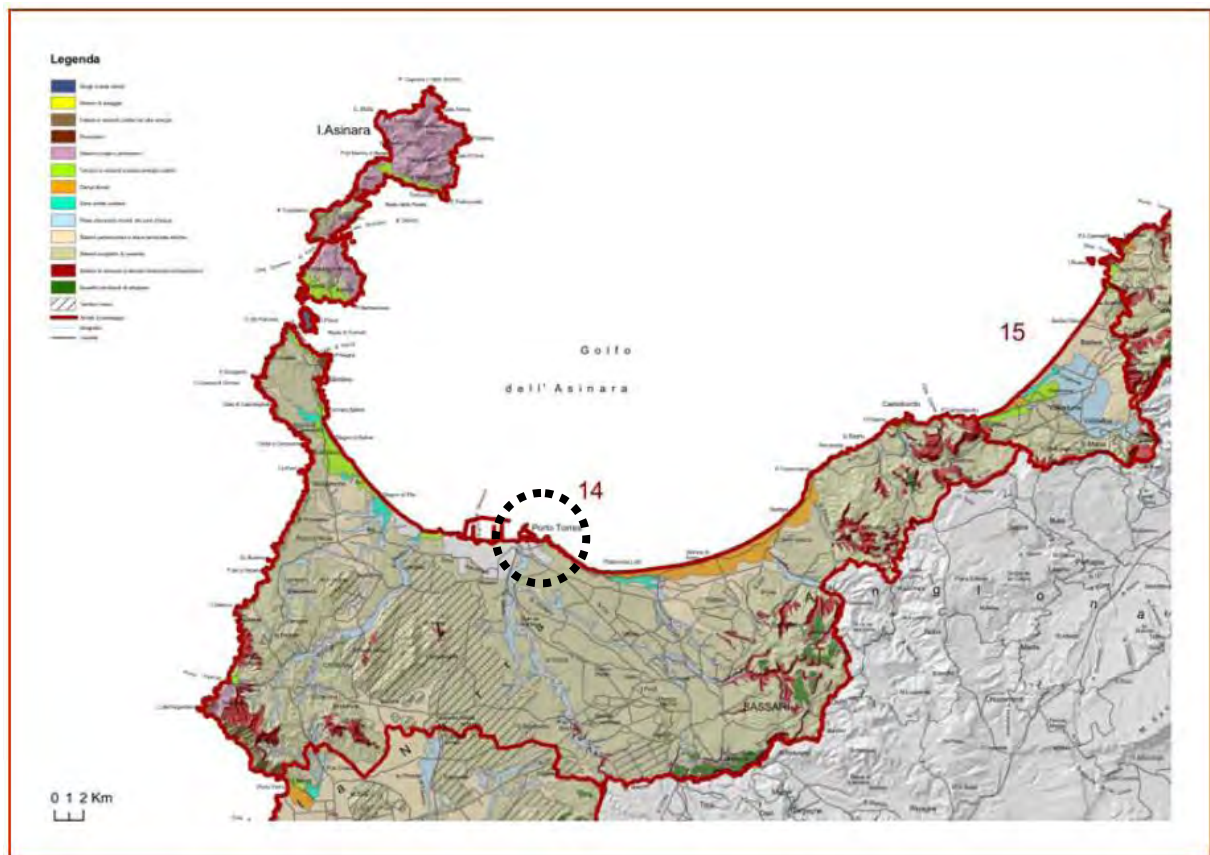
Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR), redatto ai sensi della L.R. n. 8 del 25.11.2004 è stato approvato dalla Giunta regionale con la delibera n. 36/7 del 05/09/2006.

Il territorio costiero regionale è stato diviso dal PPR in 27 ambiti omogenei catalogati tra aree di interesse paesaggistico, compromesse o degradate. Gli ambiti sono disciplinati dagli art. 12 e 13 delle NTA del PPR. Per ogni ambito si individua l'assetto ambientale, l'assetto storico culturale e l'assetto insediativo.



**Figura 8-1: Ambiti paesaggistici individuati dal PPR**

L'Ambito di paesaggio costiero all'interno del quale rientrano gli interventi in esame è il n. 14 "Golfo dell'Asinara".



**Figura 8-2: Ambito paesaggistico n°14 Golfo dell'Asinara (dal PPR)**

L'Ambito comprende i territori afferenti al Golfo dell'Asinara. L'arco costiero è sottolineato dalla presenza di un sistema insediativo rappresentato dai centri di Stintino, Porto Torres, Sassari (Platamona), Sorso (La Marina), Sennori, Castelsardo.

Il sistema ambientale è dominato dal complesso della penisola di Stintino, dell'Isola Piana e dell'Asinara che costituiscono l'elemento di separazione fra i due "mari", mare di dentro, interno al golfo, e mare di fuori, il mar di Sardegna.

Alcune direttrici idrografiche strutturano le relazioni fra gli insediamenti; in particolare la dominante ambientale del Rio Mannu di Porto Torres collega il territorio di Sassari e Porto Torres.

Nella porzione centrale dell'ambito, sub-pianeggiante, nel territorio compreso fra la Nurra e la direttrice Sassari-Porto Torres, domina una configurazione rada, di territori aperti con una morfologia ondulata ed un uso del suolo caratterizzato da una copertura erbacea legata ad attività zootecniche estensive e da attività estrattive.

Lungo la direttrice insediativa di collegamento fra le centralità urbane di Porto Torres e Sassari si addensano nuclei urbani (che tendono alla concentrazione in prossimità del capoluogo), con funzioni prevalentemente residenziali e di servizio.

L'assetto paesaggistico è connotato da due aspetti principali: la costa e le aree interne.

Il paesaggio costiero è caratterizzato a sua volta da quattro elementi fondamentali, collegati tra loro senza soluzione di continuità. Il centro urbano di Porto Torres, recentemente oggetto di una conurbazione, sia di tipo residenziale sia portuale-commerciale. L'ampio nucleo industriale costituito principalmente dal polo Enichem e dall'insediamento energetico ENDESA Italia, al quale è attualmente affiancata una centrale eolica dell'ENEL. Il sistema degli stagni costieri che, a partire dallo Stagno di Pilo a ponente, si collega verso Stintino, attraverso la spiaggia delle Saline, allo stagno omonimo e quindi allo Stagno di Casaraccio e, sul lato opposto a levante, lo stagno di Platamona. Infine, gli insediamenti turistici della zona di Stintino e di Platamona.

Le aree interne sono caratterizzate dall'omogeneità cromatica del verde, pur intimamente variata nelle diverse tonalità dovute alle tipologie floristico-vegetazionali ed alle pratiche agropastorali, nonché alle variazioni morfologiche presenti.

Si riscontrano quindi prati, pascoli e vasti campi che si estendono fino ai rilievi collinari. Le aree presso la costa possono essere tipicizzate dalle tracce dell'antica organizzazione nuragica, da piccoli nuclei abitativi di stampo agricolo e da strade sterrate interpoderali spesso fiancheggiate da rigogliosa macchia mediterranea, mentre le aree più interne sono caratterizzate da insediamenti urbani consolidati e da piantumazioni di specie tipiche quali l'eucalipto. A tratti compaiono le vestigia delle passate attività minerarie e le immagini cogenti dell'attuale pratica estrattiva per materiali da costruzione.

Si è quindi in presenza di un territorio che manifesta la propria valenza paesaggistica attraverso due percezioni distinte: una, collegata alla costa, dove l'antropizzazione, vuoi industriale, vuoi turistico-insediativa si palesa con caratteri forti e consolidati e l'altra, collegata alle aree interne, dove l'antropizzazione, pur presente, appare più discreta ed armonizzata con gli elementi ascrivibili agli ambiti di naturalità.

Più nel dettaglio, anche dall'analisi delle tavole del PPR, emerge quanto di seguito riortato.

Per quanto concerne l'assetto ambientale (disciplinato dal Titolo I delle N.T.A.), il territorio è inserito all'interno della perimetrazione della Fascia Costiera (bene paesaggistico ambientale ex art.143 D.Lgs. n° 42/04 e succ. mod.) disciplinata dall'art.18 e nello specifico dall'art.20 delle NTA del PPR.

E' interessato inoltre dalla presenza:

- di una zona umida costiera (bene paesaggistico ambientale ex art.143 D.Lgs. n° 42/04 e succ. mod.) che identifica l'area della foce del Rio Mannu (art.18 e 21 delle NTA del PPR);

- di componenti di paesaggio con valenza ambientale: AREE SEMINATURALI – praterie e spiagge, la più prossima localizzata est del molo ASI sino alla foce del Rio Mannu (art.18, 21, 25, 26 e 27 delle NTA del PPR);
- è limitrofo alla perimetrazione delle AREE DI RECUPERO AMBIENTALE – Siti inquinati (art. 41, 42, 43 delle NTA del PPR).

Per quanto concerne l'assetto storico culturale, il territorio è:

- contiguo, nell'area a sud del porto "civico", alla Torre costiera Aragonese, la cui costruzione risale agli inizi del 1572, bene paesaggistico con vincolo architettonico (ex art.136 e 143 D.Lgs. n°42/2004 e succ. mod.), di proprietà dei Demani dello Stato (D.M. 02.11.1996) (art. 47, 48, 49 e 50 delle NTA del PPR);



**Figura 8-3: Torre costiera Aragonese**

- contiguo, nell'area a sud del porto "civico", al Centro di Antica e Prima Formazione, bene paesaggistico con vincolo architettonico (ex art.143 D.Lgs. n°42/2004 e succ. mod.) (art.47, 51, 52 e 53 delle NTA del PPR);



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
 ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA  
 Direzione Generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia  
 Ufficio del Piano

Art. 52 del P.P.R. – AREE CARATTERIZZATE DA INSEDIAMENTI STORICI - Allegato alla determinazione n. 212/D.G. del 12/02/2008  
 Centro di antica e prima formazione del P.P.R. – verifica del perimetro del centro di antica e prima formazione a scala comunale – perimetro del centro storico nello strumento urbanistico vigente

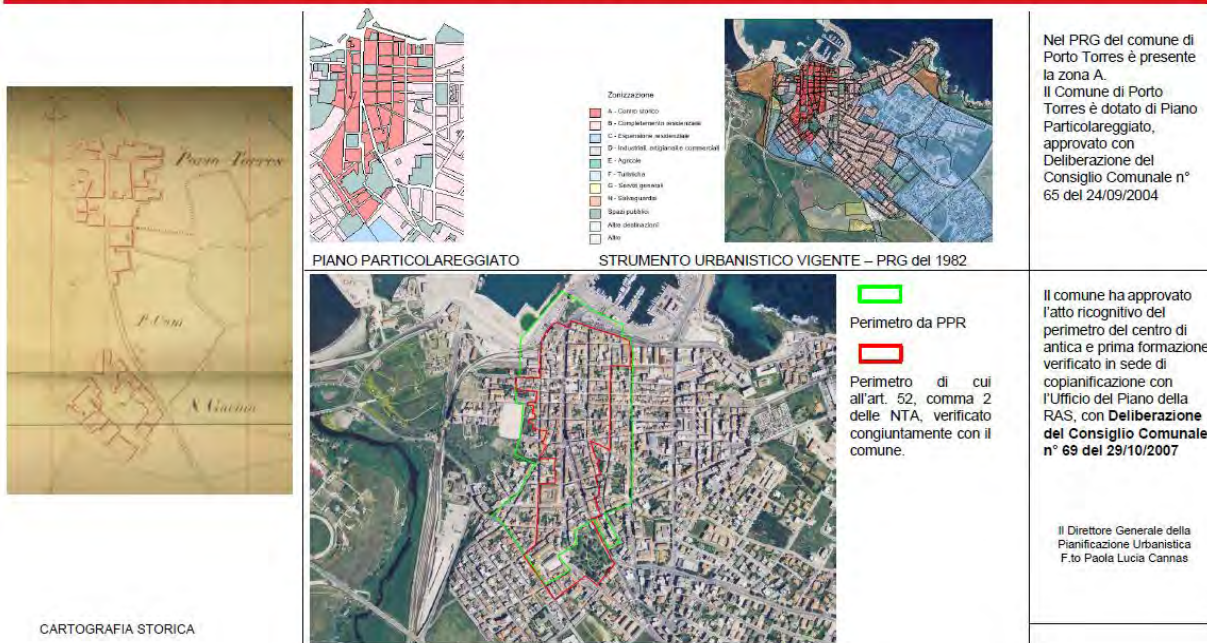


Figura 8-4: Centro di Antica e Prima Formazione del Comune di Porto Torres

- contiguo, nell'area a sud del porto "civico", al Sistema della Colonia Iulia Turris Libissonis, componente di paesaggio con valenza storico culturale (art.59 delle NTA del PPR ). L'area archeologica più importante della città, presso la quale è stato edificato l'Antiquarium Turritano, si trova nella zona NO dietro la darsena vecchia, tra la stazione ferroviaria e il corso del rio Mannu, lungo la via Ponte Romano.

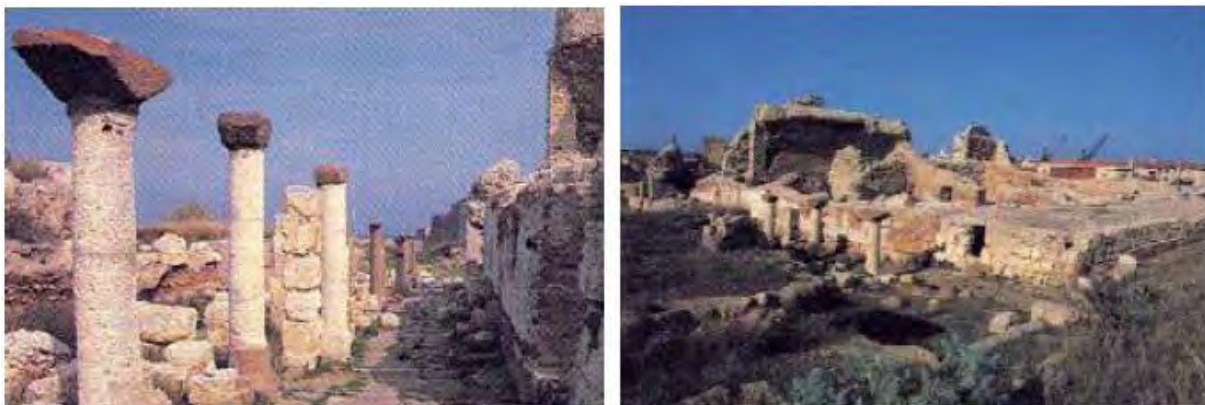
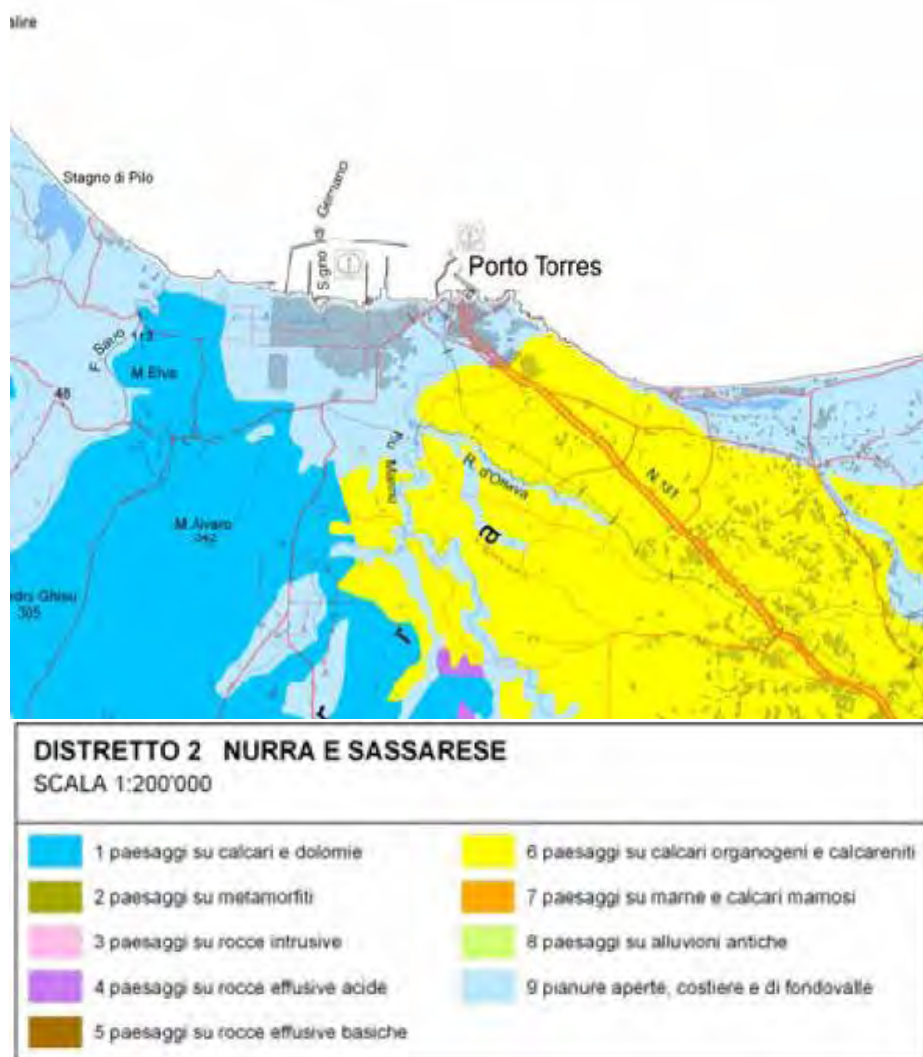


Figura 8-5: Porto Torres – Resti di Turris Libissonis (fonte sardegnacultura.it)

Il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR), approvato con Delibera 53/9 del 27.12.2007, suddivide il territorio regionale in 25 distretti. Il territorio in esame ricade nel distretto n°2 Nurra e Sassarese.

Il PFAR individua delle unità paesaggistiche, la cui perimetrazione è stata realizzata su scala distrettuale sulla base delle caratteristiche geologiche e pedologiche.



**Figura 8-6: Distretto n°2 Nurra e Sassarese n°14 Golfo dell'Asinara (dal PFAR)**

Le unità paesaggistiche individuate dal PFAR nell'area in esame sono:

- Paesaggi su calcari e dolomie: l'ossatura geologica è paleozoica di natura metamorfica, su cui si sovrappongono i sedimenti mioceni in gran parte nascosti



da una paleosuperficie formata da conglomerati arrossati, sabbie e argille più o meno cementate. Il dominio metamorfico è interrotto al centro della Nurra dal rilievo collinare di Santa Giusta, dolcemente modellato su gessi triassici.

- Pianure aperte, costiere e di fondovalle: questa porzione di territorio è costituita da una vasta area sub-pianeggiante, impostata su terreni di natura alluvionale sulla quale si elevano i rilievi allungati di P.ta Pedru Ghisu e le propaggini occidentali del Monte Alvaro, costituite da depositi di calcari selciferi e dolomitici del Giurese densamente vegetati.
- Paesaggi su calcari organogeni e calcareniti: il substrato miocenico è costituito da marne arenaceo-siltose, arenarie e conglomerati su cui poggiano in continuità stratigrafica gli strati lapidei dei calcari organogeni; queste formazioni sedimentarie sono dislocate in blocchi basculati a formare cuestas e altopiani.

La zona di Porto Torres e l'area interessata dagli interventi rientrano nel paesaggio delle pianure aperte, costiere e di fondovalle.

Per quanto riguarda infine la Rete Natura 2000, nell'area in esame interessata dall'intervento non si rinvencono interferenze dirette con aree di tutela naturalistica, SIC e ZPS. I SIC più vicini si riferiscono allo "Stagno e ginepreto di Platamona" a circa 2 km a est dal sito d'intervento e lo "Stagno di Pilo e di Casaraccio" a circa 10 km a ovest.



**Figura 8-7: Aree SIC nell'intorno dell'intervento**

### 8.3. Caratterizzazione del paesaggio nell'area d'intervento

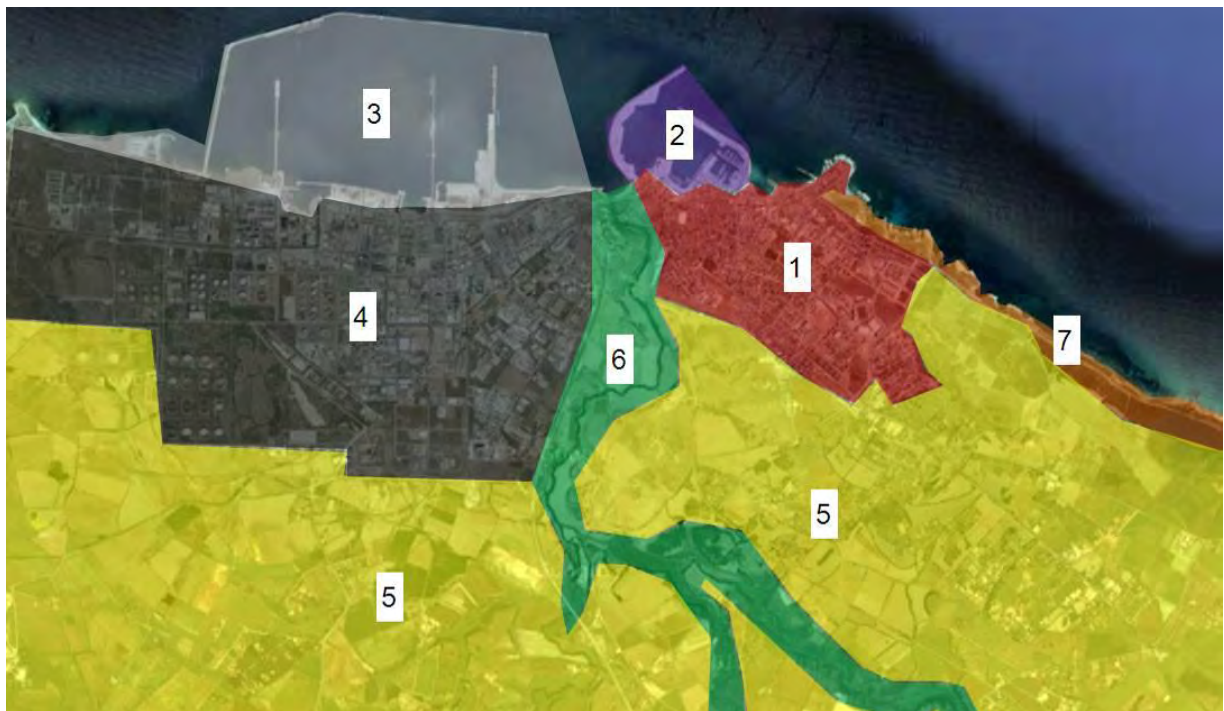
L'area interessata dagli interventi si colloca nel Porto civico di Porto Torres, posto di fronte al centro abitato.



**Figura 8-8: Vista aerea dell'area in studio (da Google Earth)**

Partendo dall'analisi della Carta delle Unità di Paesaggio redatta all'interno del Piano Forestale Ambientale Regionale e mediante l'analisi e lo studio delle caratteristiche morfologiche, fisiografiche, delle caratteristiche della copertura vegetale e dell'uso del suolo della vasta area di studio e mediante l'integrazione con rilievi di campo sono state identificate le Unità di Paesaggio a scala locale. L'area, nel suo insieme, è caratterizzata da alcuni elementi che spiccano sul paesaggio e che hanno consentito di individuare le seguenti unità paesaggistiche:

1. il centro abitato di Porto Torres
2. il porto civico
3. il Porto industriale
4. l'area industriale
5. le campagne all'interno
6. il corso del fiume Mannu
7. la costa alta e le spiagge poste prevalentemente ad est del centro abitato



**Figura 8-9: Le unità paesaggistiche**

### **1. Paesaggio insediativo urbano**

L'attuale configurazione della città di Porto Torres è nata dalla congiunzione nell'800 del centro storico di Torres intorno alla Basilica romanica ed il porto di Torres; il tessuto urbano si è sviluppato sovrapponendosi all'antica città rafforzando il ruolo preminente del suo porto nei traffici del Mediterraneo.

Il centro storico, pur collocato in posizione periferica rispetto alle estese zone edificate, grazie alla sua posizione rispetto al porto, alla ferrovia, alla Basilica di San Gavino e alle rovine romane, risulta ancora oggi il centro degli interessi della città.

In zona più periferica, nell'area ad est rispetto al centro storico, vi è il nucleo di espansione della cittadina; a differenza di questa naturalmente non presenta i caratteri storici, si denota bensì una schematicità ed una linearità nel suo sviluppo.



**Figura 8-10: Vista aerea del centro abitato di Porto Torres (da Google Earth)**

## **2. Il porto civico**

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. Si colloca in posizione antistante al centro abitato, pur rimanendo non completamente inserito all'interno dello stesso e presenta problemi di viabilità.



**Figura 8-11: Vista del porto civico (da Porto Torres)**



**Figura 8-12: Vista del porto civico**

### 3 Il porto industriale

La notevole estensione del bacino portuale industriale e la retrostante area industriale ad esso direttamente collegata e riconducibile, costituisce un forte detrattore delle caratteristiche paesaggistiche dell'area.



**Figura 8-13: Vista del porto industriale**

### 4. Paesaggio insediativo industriale

Il comparto industriale dell'area petrolchimica costituisce una presenza radicata nel paesaggio da un punto di vista urbanistico territoriale, che tende a compromettere le risorse del territorio limitrofo.

L'area è caratterizzata dalla presenza di camini, torri, torce che impattano rispetto alla visuale sia dell'entroterra che costiera, si tratta di strutture molto voluminose distribuite su una superficie molto ampia, inoltre nell'area non vi è alcun ostacolo di varia natura che limiti l'impatto visivo.



**Figura 8-14: Vista dell'area industriale**

### **5. Paesaggio di pianura con seminativi irrigui e colture complesse**

Questa unità di paesaggio interessa principalmente l'area a Sud Sud-Est di Porto Torres, in questa area di ampia pianura alluvionale si alternano sistemi produttivi agricoli abbastanza complessi, che sfruttano la presenza delle risorse idriche, ad aree con seminativi semplici. Il paesaggio presenta le sue peculiarità nel sistema idrografico formato dal Rio Mannu di Porto Torres le cui aste fluviali incidono il territorio costiero nel tratto prossimo alla foce.

Per quanto concerne la componente vegetale naturale, questa è limitata alle aree spondali dell'asta del Rio Mannu.



**Figura 8-15: Paesaggio agricolo a sud est di Porto Torres**

## **6. Paesaggio delle fasce fluviali**

Questa 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 questi ambienti emergono le peculiarità dei paesaggi fluviali, con vegetazione spesso molto densa che connota con colori forti la visuale.





**Figura 8-16: Il corso del Rio Mannu in prossimità della foce**

## **7. Paesaggio costiero**

Il paesaggio costiero si sviluppa prevalentemente ad Est dall'area indagata e può essere esteso fino allo Stagno di Platamona area a rilevanza naturalistica elevata.

E' caratterizzato da alternanze di spiagge e coste basse e sabbiose, e promontori conglomeratici erosi elevati sul mare.





**Figura 8-17: Esempi di paesaggio costiero**



**Figura 8-18: Veduta dello Stagno di Platamona**

#### **8.4. Effetti degli interventi previsti dal progetto**

Da quanto riscontrato attraverso le indagini e sopralluoghi, si possono formulare le considerazioni riportate nel prosieguo.

Nei riguardi della pianificazione territoriale e del regime vincolistico:

- Il proposto intervento non ricade negli elenchi sottoposti a vincolo paesaggistico, ai sensi della L. 1497/39 e della L. 431/85, oggi sostituite dal D.Lgs. 42/2004 (“Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio”).
- Nei riguardi delle emergenze archeologiche ed architettoniche presenti sul territorio: non si segnalano interferenze dirette con il proposto intervento.
- La proposta realizzazione non interferisce con aree di specifico interesse naturalistico.

Per ciò che riguarda la modifica delle caratteristiche fisiche del paesaggio, si fa presente che l'intervento modifica in modo poco significativo l'attuale tratto di litorale, poiché si presenta come un prolungamento dell'attuale Molo di Ponente.

Gli effetti più significativi possono essere riconducibili all'intrusione visuale delle opere (vedi Tavola 6 e Appendice 3).

Sulla base delle valutazioni condotte possono formularsi le considerazioni conclusive di seguito riportate.

L'assetto morfologico del territorio contribuisce in maniera determinante all'estensione ed alla configurazione del bacino visuale del molo in progetto, bacino visuale inteso come il luogo dei punti nello spazio da cui i manufatti del proposto intervento risultano direttamente visibili.

In linea orientativa il bacino visuale dell'opera può ritenersi individuato nelle seguenti principali porzioni di territorio:

- una prima porzione comprendente il centro abitato di Porto Torres. Detta area è caratterizzata da valori molto alti di frequentazione, giustificati dalla presenza dei residenti fissi, dai frequentatori occasionali e/o abitudinari presenti lungo il litorale e operanti nell'attuale approdo. Nei confronti di tale aspetto tuttavia si registra che:
  - buona parte del nuovo intervento si pone aldilà dell'attuale Molo di Levante che pertanto lo maschererà quasi completamente alle visuali.
  - l'intervento si colloca ad oltre 1 Km di distanza dalle abitazioni più prossime al porto civico.
  - solo alcuni condomini di diversi piani di altezza avranno una vista diretta dell'opera in oggetto.

Alla luce di quanto sopra riportato l'impatto paesaggistico nei confronti dell'abitato di Porto Torres può essere ritenuto trascurabile.

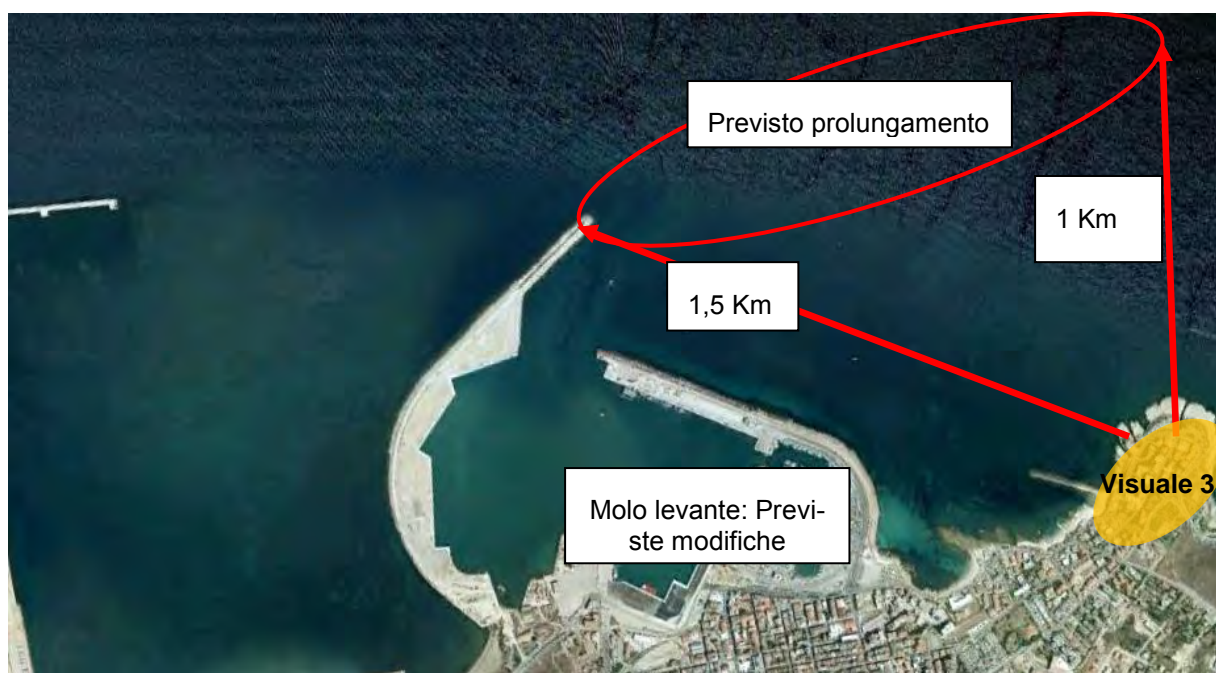
- una seconda area comprende la zona archeologica di Torres. Detta area è caratterizzata da valori alti di frequentazione e di elevata sensibilità alla trasformazione. Nei confronti di tale aspetto si registra che:
  - l'intervento si colloca ad elevata distanza, superiore ad un chilometro
  - la visuale è parzialmente occultata

Nei confronti di tale aree l'impatto paesaggistico si può valutare di media entità, poiché parte del prolungamento del Molo di Ponente risulta visibile. Per una maggiore chiarezza è stata realizzata una simulazione visuale dal Ponte Romano (simulazione 3) alla quale si rimanda.



**Figura 8-19: Aspetti visuali: dall'abitato di Porto Torres (visuale 1) e dall'area archeologica (visuale 2)**

- una terza porzione di territorio, si estende sulle zone costiere, a partire dal promontorio abitato di San Gavino a Mare, facente parte dell'espansione posta ad est della città. Anche detta area è caratterizzata da valori alti di frequentazione, giustificati dalla presenza dei residenti fissi, dai frequentatori occasionali e/o abitudinari presenti lungo il litorale. Inoltre generalmente il livello di sensibilità dei frequentatori di questa porzione di territorio è elevata. Nei confronti di tale aspetto si registra che:
  - l'intervento si colloca ad elevata distanza, superiore ad un chilometro
  - la visuale è completamente libera
  - lo sfondo è rappresentato dal porto industriale, e ciò attenua parzialmente l'impatto
  - l'impatto maggiore si avrà nella fase di realizzazione degli interventi



**Figura 8-20: Aspetti visuali dall'espansione ad est dell'abitato di Porto Torres**

Nell'immagine successiva si può vedere l'estensione dell'area maggiormente potenzialmente interferita dal proposto intervento lungo il promontorio di San Gavino a Mare.

Nei confronti di tale aree l'impatto paesaggistico si può valutare di medio-alta entità, poichè il prolungamento del Molo di Ponente risulta visibile. Per una maggiore chiarezza è stata realizzata una simulazione visuale (simulazione 2) alla quale si rimanda.



**Figura 8-21: Aspetti visuali - Area maggiormente interferita dal progetto**

Altro punto di impatto identificato è relativo alle visuali attingibili da mare per coloro che transitano su navi da crociera e da diporto. Nei confronti di tale aspetto è stata realizzata una simulazione visuale (simulazione 1) che consente di verificare le modifiche allo skyline.

Le rimanenti porzioni di territorio non risultano significativamente interferite dal progetto di prolungamento del Molo di Ponente. Infatti, la visuale attingibile dalla rimanente porzione di costa ad est dell'abitato rimane in buona parte coperta dal promontorio di San Gavino a Mare pertanto non risulta significativamente penalizzato e quando la visuale potrebbe aprirsi la distanza è superiore ai due chilometri.

Nel tratto di costa ad ovest gli interventi rimangono occultati dal porto industriale. Visuali dall'entroterra infine sono da escludersi sia per questioni morfologiche sia per le distanze significative.

Le informazioni ricavabili dall'analisi svolta permettono l'enucleazione dei seguenti criteri di allestimento delle misure mitigatrici d'impatto e di inserimento paesaggistico.

## 8.5. Misure mitigatrici

Come visto nei paragrafi precedenti l'impatto sul paesaggio risulta sostanzialmente limitato ad alcune porzioni di costa. Nei confronti di tali aree realisticamente non sono individuabili mascheramenti di nessun genere.

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

Nel caso specifico si prevede pertanto di realizzare una diga a cassoni, con una larghezza del coronamento di circa 13.50 m, a quota a circa +4.0 m slm per la parte che comprende il muro paraonde e a quota +2.5 m slm per la parte retrostante.

Ciò consentirà di limitare fortemente l'intrusione visuale del prolungamento in studio.

Inoltre, il prolungamento del muro paraonde del Molo di Ponente verrà realizzato in modo da costituire prosecuzione dell'esistente sia in termini di sagoma che di materiali. È previsto, infatti, il rivestimento in analogia con il muro esistente.



**Figura 8-22: Vista del nuovo Molo di Ponente in prosecuzione di quello esistente**



Inoltre, il progetto prevede l'illuminazione del Molo di Ponente attraverso sorgenti puntuali a basso consumo . Benché il principale obiettivo sia quello di migliorare la visibilità dell'opera a mare con benefici sulla sicurezza è indubbio che tale scelta abbia un positivo effetto di valorizzazione paesaggistica.



**Figura 8-23: Foto-simulazione di una vista notturna del Molo di Ponente**

## **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
- Appendice 2: Paesaggio – simulazioni visuali

AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA

COMUNE DI PORTO TORRES

PORTO CIVICO DI PORTO TORRES

*HUB portuale di Porto Torres – Prolungamento  
dell'Antimurale di Ponente e resecazione banchina Alti  
Fondali 1° e 2° stralcio*

## **Quadro di Riferimento Ambientale**

Rumore – Appendice 1A: Rilevamenti fonometrici

Febbraio 2015

## INDICE

<b>1. RILEVAMENTI FONOMETRICI .....</b>	<b>3</b>
1.1. Metodologia di indagine .....	3
1.2. Localizzazione delle postazioni di misura .....	3
1.3. Strumentazione di misura utilizzata .....	5
1.4. Risultati delle misurazioni effettuate .....	5
<b>ALLEGATI .....</b>	<b>7</b>
Allegato 1 - Ubicazione delle postazioni fonometriche (campagna di rilievo dicembre 2012).....	8
Allegato 2 - Documentazione fotografica delle postazioni di misura .....	10
Allegato 3 - Scheda tecnica delle caratteristiche del fonometro analizzatore LD 824 .....	13
Allegato 4 - Certificati di taratura del fonometro analizzatore LD 824 e del calibratore CAL 200 .....	14
Allegato 5 - Grafici dei rilevamenti acustici (Time-history e spettro) .....	25

## 1. RILEVAMENTI FONOMETRICI

Il clima acustico che caratterizza l'area del porto turistico e la zona abitativa di Porto Torres posta a ridosso dell'infrastruttura portuale è stato determinato mediante una campagna di misure fonometriche effettuate nel dicembre 2012, durante giornate feriali lavorative; le indagini sono state estese anche ad un'area esterna all'abitato lungo la viabilità di accesso (SP42) ai siti di approvvigionamento inerti.

### 1.1. Metodologia di indagine

La campagna di misure è stata eseguita svolgendo dei rilievi di rumore a breve termine, utilizzando a questo proposito la "tecnica di campionamento" definita nel D.M.A. 16 marzo 1998, relativo alle *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*.

Il personale che ha svolto i rilievi è accreditato del riconoscimento di "Tecnico competente in acustica ambientale"<sup>1</sup>, ai sensi dell'art.2 comma 7 della Legge n.447/95 (Legge Quadro sull'inquinamento acustico).

I rilievi dei livelli sonori ante-operam sono stati eseguiti in corrispondenza di n. 3 postazioni di misura per ciascuna delle quali si sono effettuati campionamenti della durata di 10 minuti ciascuno, nel periodo diurno (tra le ore 06.00 e le ore 22.00) al fine di avere un riscontro dell'andamento dei livelli sonori nell'area di interesse durante l'arco temporale giornaliero in cui si prevedono le attività per il prolungamento dell'antemurale di Ponente e per la realizzazione del nuovo molo di Levante.

Nel corso della campagna di indagine, effettuata il 21 dicembre 2012, sono stati acquisiti tutti i principali parametri acustici, sia in termini globali che spettrali, tra i quali il Livello equivalente continuo (Leq); in particolare, i rilievi spettrali sono stati eseguiti in bande di 1/3 di ottava nel range compreso tra 12.5Hz e 20 KHz.

### 1.2. Localizzazione delle postazioni di misura

La localizzazione delle postazioni di misura effettuata nell'ambito del presente studio è stata determinata sulla base dei seguenti criteri:

- rappresentatività del clima acustico dell'ambito di studio adiacente l'area di intervento;
- tipologia dei ricettori;
- presenza di altre sorgenti di inquinamento acustico;
- localizzazione ed estensione dell'area di intervento;

---

<sup>1</sup> Il tecnico coinvolto è l'Ing. Stefano Saffioti, iscritto al n. 653 dell'Elenco Regionale del Lazio dei tecnici competenti in acustica ambientale

- previsti percorsi dei mezzi veicolari durante la fase di costruzione.

Nella seguente Tabella 1-1 è riportata una breve descrizione di ciascuna delle tre postazioni di misura, oltre all'indicazione della relativa classe acustica individuata dalla proposta di zonizzazione acustica del Comune di Porto Torres (limitatamente al centro abitato) presa come riferimento nella presente trattazione.

Il terzo punto di misura prescelto (P3) rientra, inoltre, all'interno della fascia di pertinenza acustica stradale ai sensi del D.P.R. n.142/2004.

Punto Misura	Localizzazione e descrizione del punto di misura	Proposta di zonizzazione acustica (DPCM 14/11/97) e fascia di pertinenza acustica stradale (DPR 142/04)
P1	Punto di misura localizzato sulla banchina Alti Fondali immediatamente a nord del porto turistico.	Classe IV (cfr. DPCM 14/11/97)
P2	Punto di misura localizzato sulla Via del Mare in corrispondenza del fabbricato posto tra questa e via E. Sacchi	Classe IV (cfr. DPCM 14/11/97)
P3	Punto di misura localizzato a bordo della SP 42 (arteria di accesso alla principale cava di approvvigionamento dei materiali lapidei da costruzione) in corrispondenza dell'intersezione con via Badde Tribide	Strada extraurbana secondaria esistente di tipo "Cb" (cfr. DPR 142/04)

**Tabella 1-1 – Localizzazione e caratterizzazione delle postazioni di misura**

I valori limite assoluti di immissione fissati per la classe IV (aree di intensa attività umana), in cui ricadono le postazioni P1 e P2 (area portuale e fascia abitativa frontaliere a questa), risultano pari a 65 dBA nel periodo diurno.

Per quanto riguarda la postazione P3 (a ridosso della SP 42 che collega Alghero con Porto Torres), questa ricade all'interno della fascia di pertinenza acustica stradale di 150 m, ed in particolare nella prima fascia A (pari a 100 m) in cui il valore limite di immissione diurno risulta pari a 50 dBA per ospedali, scuole, case di cura e di riposo e pari a 70 dBA per tutti gli altri tipi di ricettori.

L'ubicazione dei punti di rilevamento fonometrico sono riportati su due stralci di foto area in Allegato 1; le foto delle stesse postazioni sono invece riportate in Allegato 2.

### 1.3. Strumentazione di misura utilizzata

Le rilevazioni dei livelli sonori effettuate nell'ambito del presente studio sono state realizzate con la strumentazione di misura di seguito indicata:

- Fonometro integratore/Analizzatore Real Time LARSON DAVIS, modello LD 824 (matricola n. 0885), dotato di microfono a campo libero LARSON DAVIS, modello 2541;
- Calibratore LARSON DAVIS, modello CAL 200 (matricola n. 2391)

In particolare, il fonometro integratore LD 824 è conforme alle prescrizioni del D.M.A. 16.3.1998, con particolare riferimento a quanto indicato nell'Allegato C "*Metodologia di misura del rumore stradale*", nonché alle Norme IEC 651 Tipo 1 e IEC 804 Tipo 1 (identiche alle EN 60651, EN 60804 e CEI 29-10), oltre alle più recenti IEC 61672; tale strumento, inoltre, soddisfa le richieste della Legge Quadro sull'inquinamento acustico ed i successivi decreti attuativi.

Le misurazioni sono state eseguite con le seguenti impostazioni di misura:

- Modalità: **SSA-SLM+RTA**
  - Costante di tempo: **FAST**
  - Curva di ponderazione: **A**
  - Spettro: **1/3 oct; FAST; LINEARE**
  - Time-history: **Tempo di campionamento 1 sec; risoluzione 0,1 dB(A)**

In allegato 3 e 4 sono riportati la scheda tecnica ed i certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

### 1.4. Risultati delle misurazioni effettuate

La registrazione dei livelli sonori è stata effettuata con la catena di strumentazione sopra indicata, opportunamente tarata e calibrata sulla base dei riferimenti normativi vigenti.

Le calibrazioni effettuate prima e dopo ogni misura non hanno mostrato scostamenti superiori a 0,5 dB.

Nella seguente Tabella 1-2 sono riportati i risultati delle rilevazioni effettuate, della durata di 10 minuti ciascuna, contenenti i contributi emissivi di tutte le sorgenti sonore presenti nell'area (in particolare traffico veicolare urbano ed extraurbano, attività portuali). In particolare, per ciascun punto di misura e per ognuno dei cicli di misurazione effettuati (n. 2 cicli nel periodo diurno), è indicato il Leq rilevato in dBA, oltre ad alcune note descrittive della misura stessa. I dettagli di tali misure con gli andamenti grafici sono riportati in Allegato 5.

Punto Misura	Periodo Riferim.	Num. Camp.	Data/ora Misura	Durata	Leq	Fonti di rumore prevalenti
P1	Diurno	1	21/12/12 ore 11,47	10 min	61,9	La prima misura comprende l'emissione connessa al passaggio e alla manovra di un autobotte di carburante; nella seconda misura non si è verificato tale evento. Si sono rilevati in entrambi le misure rari passaggi di natanti e di autovetture.
	Diurno	2	21/12/12 ore 14,20	10 min	51,3	
P2	Diurno	1	21/12/12 ore 11,32	10 min	67,1	Intenso traffico veicolare urbano su tratto di strada (via del Mare) a ridosso dell'area portuale. Si sono rilevati in prevalenza mezzi leggeri e qualche passaggio di pulman.
	Diurno	2	21/12/12 ore 14,36	10 min	63,5	
P3	Diurno	1	21/12/12 ore 12,17	10 min	64,5	Medio-alto traffico veicolare di cui il 30-40% costituito da mezzi pesanti.
	Diurno	2	21/12/12 ore 15,01	10 min	64,5	

**Tabella 1-2 – Risultati delle rilevazioni effettuate nell'area di studio**

Nell'intervallo di tempo delle misurazioni a seguito dell'elaborazione effettuata dei dati acustici rilevati, non si è riscontrata in generale la presenza di componenti tonali ed impulsive, così come definite dal D.M.A. 16 marzo 1998.

Dai risultati della campagna di monitoraggio effettuata il 21 dicembre 2012 emerge un generale rispetto dei limiti di rumorosità in riferimento alla proposta di zonizzazione acustica per il Comune di Porto Torres (cfr il DPCM 14/11/1997) nell'area portuale e semiportuale e alle fasce 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 (in riferimento, però, solo alla classe IV del DPCM 14/11/1997 e non ai limiti vigenti) si è riscontrato nella misura eseguita in mattinata presso la postazione P2 (67,1 dBA) a causa dell'intenso traffico veicolare transitante sulla via del Mare che in alcune ore di punta comporta un innalzamento dei livelli di rumorosità al di sopra dei limiti di legge.



## **ALLEGATI**

- Allegato 1 – Ubicazione delle postazioni fonometriche
- Allegato 2 – Documentazione fotografica delle postazioni di misura
- Allegato 3 - Scheda tecnica del fonometro-analizzatore L&D 824
- Allegato 4 – Certificati di taratura del fonometro e del calibratore
- Allegato 5 – Grafici dei rilevamenti fonometrici (Time history e spettro)

**Allegato 1 - Ubicazione delle postazioni fonometriche (campagna di rilievo dicembre 2012)**



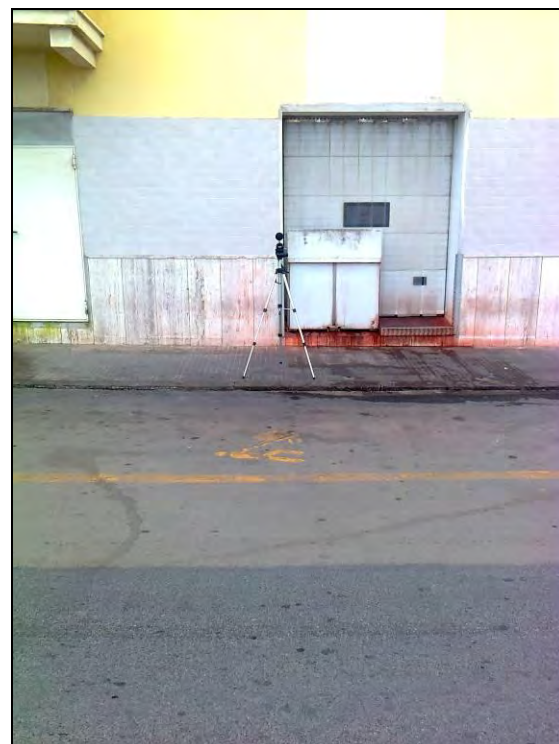


## Allegato 2 - Documentazione fotografica delle postazioni di misura

Porto turistico: banchina Alti Fondali – Foto 1, 2, 3, 4 (Postazione P1)



*Abitato di Porto Torres: Via del Mare - Foto 5, 6, 7, 8 (Postazione P2)*



SP 42 incrocio con via Badde Tribide – Foto 9, 10, 11, 12 (Postazione P3)



## Allegato 3 - Scheda tecnica delle caratteristiche del fonometro analizzatore LD 824

### CARATTERISTICHE SALIENTI DEL FONOMETRO ANALIZZATORE LD 824

- Grande display grafico retroilluminato
- Tasti morbidi retroilluminati
- Menù a finestre, con barre di scorrimento
- Impostazioni dello strumento memorizzabili
- Gestione intelligente della memoria
- Diversi modi di funzionamento in funzione delle esigenze di misura :
  - SLM + RTA (fonometro base con analizzatore in tempo reale) (standard)
  - Logging SLM (fonometro data logger e analizzatore statistico) (opzionale)
  - HiRange SLM (fonometro a gamma estesa) (opzionale)
  - RTA analyzer (analizzatore in tempo reale evoluto) (opzionale)
  - FFT analyzer (analizzatore di Fourier) (opzionale)
- Soddisfa la IEC 651-1979, la IEC 804-1985, la Draft IEC 1672 e la ANSI S1.4 -1983
- Misura simultanea del livello di pressione sonora con costanti Fast, Slow ed Impulse, e con ponderazioni in frequenza secondo la curva 'A', la curva 'C' e la curva 'LIN' (nelle configurazioni SLM + RTA, Logging SLM e HiRange)
- Dinamica di misura fino a 110 dB (con l'opzione HiRange)
- Filtri digitali fino a 20 kHz conformi alla IEC 1260-1995 Classe 0 e ANSI S1.11-1986 Tipo 1-D con linearità dinamica di 100 dB :
  - filtri in banda di ottava da 16 Hz a 16 kHz (11 filtri)
  - filtri in banda di 1/3 di ottava da 12.5 Hz a 20 kHz (33 filtri)
- Memorizzazione automatica dei parametri fonometrici, degli Intervalli, dei valori  $L_n$ , degli Eventi e della Time History (con l'opzione Logging SLM)
- acquisizione simultanea dei parametri fonometrici e dello spettro, con ponderazioni in frequenza indipendenti (nel modo SLM+RTA)
- Analisi a banda fine su 400 linee con ponderazione Hanning (con l'opzione FFT)
- Memoria base di 512 kB sufficiente a memorizzare :
  - 17000 spettri in banda di 1/1 ottava
  - 6800 spettri in banda di 1/3 di ottava
  - 5688 misure fonometriche semplici
  - 7529 intervalli senza parametri  $L_n$
  - 4923 intervalli con parametri  $L_n$
  - 256000 valori relativi alla Time History
- Espansioni di memoria da :
  - 1 MB (opzione 20)
  - 2 MB (opzione 21)
- Uscita AC e DC, non pesata, con regolazione da -20 a +50 dB
- Flash memory per aggiornamento firmware
- Processore multitasking (è possibile visualizzare, trasferire o stampare i dati mentre lo strumento sta misurando)
- Interfaccia RS-422 (compatibile RS-232) con velocità fino a 115 kbps
- Stampa diretta dei risultati

# Allegato 4 - Certificati di taratura del fonometro analizzatore LD 824 e del calibratore CAL 200

## Fonometro

# SIT

## SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA

Calibration Service in Italy



Il SIT è uno dei firmatari degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA-MLA ed ILAC-MRA dei certificati di taratura.  
SIT is one of the signatories to the Mutual Recognition Agreement EA-MLA and ILAC-MRA for the calibration certificates

**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 – 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451

Sede Legale: Via India, 36/a – 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

Pagina 1 di 8  
Page 1 of 8

**CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM**  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

- Data di emissione <i>date of issue</i>	<b>2011-03-16</b>
- destinatario <i>addressee</i>	<b>S.I.A. - Roma</b>
- richiesta <i>application</i>	<b>T100/11</b>
- in data <i>date</i>	<b>2011-03-14</b>
<u>Si riferisce a</u> <i>referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	<b>Fonometro</b>
- costruttore <i>manufacturer</i>	<b>Larson Davis</b>
- modello <i>model</i>	<b>824</b>
- matricola <i>serial number</i>	<b>0885</b>
- data delle misure <i>date of measurements</i>	<b>2011-03-16</b>
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	<b>Fon 01033-RM</b>

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento SIT N. 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). Il SIT garantisce le capacità di misura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation SIT No.146, granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. SIT attests the measurement capability and metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile del U.O.D.  
Head of the U.O.D.

ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



Isoambiente s.r.l.  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00181 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Ternoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 2 di 8  
Page 2 of 8

VERIFICA DELLA TARATURA DEL:

<b>Fonometro Larson Davis tipo 824 matricola n° 0885</b>
<b>Capsula Microfonica BSWA tipo MP 201 matricola n° 4400062</b>
<b>Preamplificatore Larson Davis tipo PRM902 matricola n° 1335</b>

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura: <b>PR001 Rev. 00 del M. O. del Centro.</b>	The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedure: <b>PR001 Rev. 00 of the M.O. of the Centre.</b>
---	--

RIFERIMENTI NORMATIVI
<b>CEI 29-30, CEI EN 60651, CEI EN 60804, CEI EN 61094-5</b>

CAMPIONI DI PRIMA LINEA						
n° id.	Strumento	Marca e Modello	Matricola n°	Data emissione	Certificato n°	Ente
<b>CPL 01</b>	<b>Multimetro numerale</b>	<b>Keithley 2000</b>	<b>758523</b>	<b>2010-03-31</b>	<b>334515</b>	<b>ARO</b>
<b>CPL 02</b>	<b>Pistonofono</b>	<b>B&amp;K 4228</b>	<b>1793028</b>	<b>2010-03-26</b>	<b>10-0208-01</b>	<b>I.N.RI.M.</b>
<b>CPL 03</b>	<b>Capsula Microfonica</b>	<b>B&amp;K 4180</b>	<b>2488278</b>	<b>2010-09-02</b>	<b>10-0564-01</b>	<b>I.N.RI.M.</b>

CONDIZIONI AMBIENTALI			
Fase Prova	Temperatura /°C	Umidità relativa /%	Pressione /hPa
Inizio	<b>23,9</b>	<b>45,8</b>	<b>1000,3</b>
Fine	<b>24,3</b>	<b>45,1</b>	<b>999,4</b>

INCERTEZZE DI MISURA	
Tabella di accreditamento SIT	
Fonometri	Capsule microfoniche
<b>da 0,13 dB a 1,5 dB</b>	<b>da 0,3 dB a 0,9 dB</b>

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 3 di 8  
Page 3 of 8

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.

PROVA TEST	INCERTEZZA ESTESA EXPANDED UNCERTAINTY	
Regolazione della sensibilità acustica Acoustical sensitivity adjustment	0,23 dB	
Risposta acustica Acoustical response	31,5 Hz	0,28 dB
	63 Hz	0,27 dB
	125 Hz	0,27 dB
	250 Hz	0,32 dB
	500 Hz	0,35 dB
	1K Hz	0,41 dB
	2K Hz	0,43 dB
	4K Hz	0,49 dB
	8K Hz	0,63 dB
	12,5K Hz	0,78 dB
16K Hz	0,89 dB	
Selettore del campo di misura Measurement range selector	0,13 dB	
Rumore autogenerato Self generated noise	0,10 dB	
Linearità del campo di misura principale Linearity of reference measurement range	0,16 dB	
Linearità dei campi di misura secondari Linearity of secondary measurement ranges	0,16 dB	
Ponderazioni in frequenza Frequency weighting	0,16 dB	
Pesature temporali (F, S ed I) Time weighting (F, S and I)	0,16 dB	
Rilevatore del valore efficace RMS value detector	0,16 dB	
Rilevatore del valore di picco Peak value detector	0,16 dB	
Media Temporale Time averaging	0,16 dB	
Campo dinamico agli impulsi Impulse dynamic range	0,16 dB	
Indicatore di sovraccarico Overload detector	0,16 dB	

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 4 di 8  
Page 4 of 8

### CONDIZIONI PER LA VERIFICA

Il misuratore di livello di pressione sonora viene sottoposto alla verifica unitamente a tutti i suoi accessori, compresi microfoni aggiuntivi ed il manuale di istruzioni per l'uso.

Prima di ogni misura, lo strumento ed i suoi componenti vengono ispezionati visivamente e si eseguono tutti i controlli che assicurino la funzionalità dell'insieme. Lo strumento viene sottoposto ad un periodo di preriscaldamento per la stabilizzazione termica come indicato dal costruttore.

Il campo scala di riferimento, dichiarato nel manuale dello strumento, risulta essere di:

**40 - 120 dB.**

### VERIFICHE ACUSTICHE

#### REGOLAZIONE DELLA SENSIBILITÀ

Verifica ed eventuale regolazione della sensibilità acustica del complesso fonometro-microfono per predisporre lo strumento alla esecuzione delle prove successive. Si invia al microfono un segnale sinusoidale di frequenza 250 o 1000 Hz e di livello compreso tra 94 e 124 dB tramite un pistonofono (campione di prima linea). Se necessario la sensibilità dello strumento deve essere regolata in modo tale da ottenere l'indicazione del livello di pressione acustica generato dal pistonofono, opportunamente corretto in funzione della pressione atmosferica, del volume dell'accoppiamento e se necessario dell'umidità relativa.

LIVELLO PRIMA DELLA REGOLAZIONE /dB	LIVELLO DOPO LA REGOLAZIONE /dB
<b>124,0</b>	<b>124,0</b>

### RISPOSTA ACUSTICA DEL MICROFONO

Verifica della risposta acustica del microfono nel campo di frequenza da 31,5 a 12500 Hz.

La prova viene effettuata inviando al microfono in prova ed al microfono campione, tramite l'accoppiatore, segnali sinusoidali continui di frequenza variabile tra 31,5 e 12500 Hz.

FREQ. /Hz	RISPOSTA IN PRESSIONE /dB	RISPOSTA IN CAMPO LIBERO /dB
31,5	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
63	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
125	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
250	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
500	<b>-0,1</b>	<b>-0,1</b>
1000	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
2000	<b>-0,1</b>	<b>0,1</b>
4000	<b>-0,8</b>	<b>0,0</b>
8000	<b>-3,2</b>	<b>-0,6</b>
12500	<b>-6,5</b>	<b>-2,0</b>

### RISPOSTA ACUSTICA DEL FONOMETRO

Verifica della risposta acustica del fonometro nel campo di frequenza da 31,5 a 12500 Hz.

Alla risposta acustica del microfono in campo libero si aggiunge la risposta in frequenza del fonometro ponderazione Lin o ponderazione A inversa.

FREQ. /Hz	RISPOSTA ACUSTICA FONOMETRO /dB	TOLL. /dB
31,5	<b>-0,8</b>	<b>(-1,5;1,5)</b>
63	<b>-0,1</b>	<b>(-1;1)</b>
125	<b>-0,1</b>	<b>(-1;1)</b>
250	<b>-0,1</b>	<b>(-1;1)</b>
500	<b>-0,1</b>	<b>(-1;1)</b>
1000	<b>0,0</b>	<b>(-1;1)</b>
2000	<b>0,0</b>	<b>(-1;1)</b>
4000	<b>-0,1</b>	<b>(-1;1)</b>
8000	<b>-0,7</b>	<b>(-3;1,5)</b>
12500	<b>-2,1</b>	<b>(-6;3)</b>

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti

Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti

**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 06039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax +39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 5 di 8  
Page 5 of 8

#### VERIFICHE ELETTRICHE

Le prove specificate nel seguito sono eseguite sostituendo un segnale elettrico a quello microfonico. Si sostituisce la capsula microfonica con un adattatore capacitivo di impedenza equivalente secondo le indicazioni del costruttore, applicato in serie al generatore.

#### SELETTORE DEL CAMPO DI MISURA

Si applica alla strumentazione in prova un segnale continuo sinusoidale con frequenza 4000 Hz e di ampiezza pari a 94 dB, esaminando tutti i campi in cui è possibile misurare il livello del segnale applicato.

CAMPO DI MISURA /dB	DEV. Leq /dB	DEV. Lp /dB	TOLL. /dB
130	0,0	0,0	(-0,5;0,5)
110	-0,1	0,0	(-0,5;0,5)
100	0,0	0,0	(-0,5;0,5)

#### RUMORE AUTOGENERATO

Si sostituisce il generatore di segnali con un cortocircuito. Si legge l'indicazione relativa al livello del rumore autogenerato.

CURVE DI PESATURA	Lp o Leq /dB
LIN	13,5
A	7,8
C	14,8

#### LINEARITÀ DEL CAMPO DI INDICAZIONE PRINCIPALE

Si applica alla strumentazione in prova un segnale sinusoidale con frequenza 4000 Hz e di ampiezza variabile in passi di 5 dB, ad eccezione dei primi e degli ultimi 5 dB, per i quali la variazione dei livelli avviene per passi di 1 dB.

LIVELLO /dB	DEV. Leq /dB	DEV. Lp /dB	TOLL. /dB
40	0,0	0,1	(-0,7;0,7)
41	0,1	-0,1	(-0,7;0,7)
42	0,0	0,1	(-0,7;0,7)
43	-0,1	0,1	(-0,7;0,7)
44	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
45	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
50	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
55	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
60	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
65	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
70	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
75	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
80	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
85	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
90	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
95	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
100	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
105	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
110	0,0	0,0	(-0,7;0,7)
115	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
116	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
117	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
118	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
119	-0,1	0,0	(-0,7;0,7)
120	-0,3	-0,2	(-0,7;0,7)

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 6 di 8  
Page 6 of 8

#### LINEARITÀ DEI CAMPI DI INDICAZIONE SECONDARI

Si applica alla strumentazione in prova un segnale sinusoidale con frequenza 4000 Hz e di ampiezza 2 dB inferiore all'estremo superiore e di 2 dB superiore all'estremo inferiore. In ogni caso il livello di prova deve essere maggiore di almeno 16 dB rispetto al rumore di fondo autogenerato dal fonometro.

CAMPO DI MISURA /dB	DEV. LIMITE INF. /dB	DEV. LIMITE SUP. /dB	TOLL. /dB
130	0,0	0,0	(-1;1)
110	0,0	0,0	(-1;1)
100	0,1	0,1	(-1;1)
90	-0,1	-0,1	(-1;1)
80	0,0	0,0	(-1;1)

#### PONDERAZIONI IN FREQUENZA

Si applica alla strumentazione in prova un segnale la cui ampiezza varia in modo opposto alle attenuazioni dei filtri di ponderazione in esame per ciascuna frequenza, in modo che l'indicatore dello strumento sia costante. La prova è effettuata a passi di 1 ottavo, da 31,5 Hz a 16000 Hz, oltre la frequenza di 12500 Hz. Il livello del segnale di prova viene impostato per la ponderazione A come il valore del fondo scala meno 40 dB, mentre per le altre curve di ponderazione come il valore del fondo scala meno 30 dB.

FREQ. /Hz	DEVIATIONE Lp /dB				TOLL. /dB
	CURVA A	CURVA B	CURVA C	LIN	
31,5	-0,2	--	-0,2	-0,9	(-1,5;1,5)
63	-0,2	--	-0,2	-0,2	(-1;1)
125	-0,1	--	-0,1	-0,2	(-1;1)
250	-0,2	--	-0,2	-0,1	(-1;1)
500	-0,1	--	-0,1	0,0	(-1;1)
1000	0,0	--	0,0	0,0	(-1;1)
2000	-0,1	--	-0,2	-0,1	(-1;1)
4000	-0,2	--	-0,2	-0,1	(-1;1)
8000	-0,1	--	-0,1	-0,1	(-3;1,5)
12500	0,0	--	-0,1	-0,1	(-6;3)
16000	-0,1	--	-0,2	-0,1	(-1000;3)

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 7 di 8  
Page 7 of 8

#### PESATURE TEMPORALI (S, F, I)

Si applica alla strumentazione in prova un segnale continuo di frequenza pari 2000 Hz e successivamente un segnale costituito da un singolo treno d'onda sinusoidale di frequenza pari 2000 Hz e della durata dipendente dalla caratteristica dinamica con ampiezza di picco costante. Il livello del segnale continuo deve essere inferiore di 4 dB rispetto al fondo scala per le costanti S e F e pari al fondo scala per la costante di tempo I.

CARATTERISTICA DINAMICA	DURATA DEI TRENI D'ONDA /ms	DEVIAZIONE /dB	TOLL. /dB
Slow	500	0,0	(-1;1)
Fast	200	0,0	(-1;1)
Impulse	5	-0,5	(-2;2)

#### RIVELATORE DEL VALORE EFFICACE

Si applica alla strumentazione in prova un segnale di riferimento alla frequenza di 2000 Hz ed ampiezza pari a 2 dB inferiore al fondo scala. Viene inviato un segnale in prova composto da 11 cicli di senoide con frequenza 2000 Hz, con frequenza di ripetizione di 40 Hz e ampiezza maggiore di 6,6 dB rispetto al segnale di riferimento. Se si registra la saturazione si diminuisce l'ampiezza del segnale a passi di 1 dB.

DEVIAZIONE Lp /dB	TOLL. /dB
-0,2	(-0,5;0,5)

#### RIVELATORE DEL VALORE DI PICCO

Si applicano alla strumentazione in prova due segnali rettangolari di eguale valore di picco e durata differente. Il segnale di riferimento è costituito da un impulso della durata di 10 ms e di ampiezza inferiore di 1 dB al fondo scala. Mentre il segnale di prova consiste in un impulso della durata di 100  $\mu$ s e con il medesimo valore di picco.

SEGNALE DI PROVA	DEVIAZIONE /dB	TOLL. /dB
Positivo	-0,1	(-2;2)
Negativo	0,0	(-2;2)

#### MEDIA TEMPORALE

Si applica alla strumentazione in prova un segnale di riferimento sinusoidale continuo alla frequenza di 4000 Hz, di ampiezza tale da fornire un indicazione di 20 dB superiore al limite inferiore del campo di misura principale. Quindi si sostituisce il segnale continuo con dei treni d'onda con fattore di durata rispettivamente di  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  il cui livello equivalente sia identico a quello del segnale continuo.

FATTORE DI DURATA DEL SEGNALE DI PROVA	DEVIAZIONE /dB	TOLL. /dB
$10^{-3}$	-0,1	(-1;1)
$10^{-4}$	-0,1	(-1;1)

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti

Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti

**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 – 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a – 86039 Temoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

CERTIFICATO DI TARATURA N. 01033-RM  
Certificate of Calibration No. 01033-RM

Pagina 8 di 8  
Page 8 of 8

#### CAMPO DINAMICO AGLI IMPULSI

Si applica alla strumentazione in prova un treno d'onda sinusoidale a 4000 Hz di durata pari a 10 ms durante un periodo di integrazione preimpostato di 10 s. Il treno d'onda è sovrapposto ad un segnale sinusoidale continuo di base che ha un'ampiezza pari al limite inferiore del campo di misura principale.

DEVIAZIONE Leq /dB	TOLL. /dB
-0,1	(-1,7;1,7)

#### INDICATORE DI SOVRACCARICO

Si applica alla strumentazione in prova un segnale costituito da treni d'onda sinusoidali formati da 11 cicli alla frequenza di 2000 Hz con frequenza di ripetizione di 40 Hz (fattore di cresta pari a 3) nel campo di misura principale; si incrementa l'ampiezza finché non si ha la segnalazione di sovraccarico. Si applica un segnale di ampiezza di 1 dB inferiore al segnale precedente e si verifica che non esista più una condizione di sovraccarico. Si assume tale valore come "valore di riferimento". Si riduce tale valore di ulteriori 3 dB e si rileva l'indicazione.

DEVIAZIONE Lp /dB	TOLL. /dB
0,1	(-0,4;0,4)

Roma, 2011-03-16

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti

Il Responsabile del U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti

**SIT**

**SERVIZIO DI TARATURA IN ITALIA**  
Calibration Service in Italy



Il SIT è uno dei firmatari degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA-MLA ed ILAC-MRA dei certificati di taratura  
SIT is one of the signatories to the Mutual Recognition Agreement EA-MLA and ILAC-MRA for the calibration certificates

**CENTRO DI TARATURA n° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451

Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

Pagina 1 di 3  
Page 1 of 3

**CERTIFICATO DI TARATURA N. 01034-RM**  
Certificate of Calibration No. 01034 - RM

- Data di emissione date of issue	<b>2011-03-16</b>
- destinatario addressee	<b>S.I.A. - Roma</b>
- richiesta application	<b>T100/11</b>
- in data date	<b>2011-03-14</b>
<b>Si riferisce a</b> referring to	<b>Calibratore</b>
- oggetto item	<b>Larson Davis</b>
- costruttore manufacturer	<b>Cal 21</b>
- modello model	<b>2391</b>
- matricola serial number	<b>2011-03-16</b>
- data delle misure date of measurements	<b>Cal 01034-RM</b>
- registro di laboratorio laboratory reference	

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento SIT N. 146 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). Il SIT garantisce le capacità di misura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).  
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation SIT No.146, granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. SIT attests the measurement capability and metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).  
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni di prima linea da cui inizia la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura, in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards are indicated as well, from which starts the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in their course of validity. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to EA-4/02. They were estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor  $k$  corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor  $k$  is 2.*

Il Responsabile dell'U.O.D.  
Head of the U.O.D.

Ing. Tiziano MUCHETTI



**CENTRO DI TARATURA N° 146**  
Calibration Centre n° 146



**Isoambiente s.r.l.**  
**Unità Operativa Distaccata di Roma**  
Via Guglielmo Saliceto, 4 – 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a – 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

Certificato di taratura n. 01034-RM  
Certificate of calibration No. 01034- RM

Pagina 2 di 3  
Page 2 of 3

VERIFICA DELLA TARATURA DEL:

**CALIBRATORE Larson Davis tipo Cal 21 matricola n° 2391**

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando la procedura:	The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedure:
PR003 Rev. 01 del M. O. del Centro.	PR003 Rev. 01 of the M.O. of the Centre.

**RIFERIMENTI NORMATIVI**

CEI EN 60942

**CAMPIONI DI PRIMA LINEA**

n° id.	Strumento	Marca e Modello	n° matric.	Ente / Certificato	Data emissione
CPL 01	Multimetro numerale	Keithley 2000	758523	ARO / n° 334515	31/03/2010
CPL 02	Pistonofono	B&K 4228	1793028	I.N.R.I.M. / n° 10-0208-01	26/03/2010
CPL 03	Capsula Microfonica	B&K 4180	2488278	I.N.R.I.M. / n° 10-0564-01	02/09/2010

**CONDIZIONI AMBIENTALI**

Fase Prova	Temperatura	Umidità relativa	Pressione
Inizio	24,3 °C	44,9 %	999,6 hPa
Fine	24,3 °C	44,6 %	999,2 hPa

**INCERTEZZE DI MISURA**

Tabella di accreditamento SIT

Strumento	Campo di misura / dB	Condizione di misura / Hz	Incertezza Estesa		
			Livello di pressione / dB	Frequenza / %	Distorsione / %
Pistonofono	124	250	0,10	0,02	0,24
Calibratore	da 94 a 114	250 – 1K	0,15	0,02	0,24

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/02 e sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore  $k$  vale 2.

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



Il Responsabile dell'U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



**CENTRO DI TARATURA N° 146**  
Calibration Centre n° 146



isoambiente s.r.l.  
Unità Operativa Distaccata di Roma  
Via Guglielmo Saliceto, 4 - 00161 Roma  
Tel.&Fax +39 06.44290451  
Sede Legale: Via India, 36/a - 86039 Termoli (CB)  
Tel.&Fax+ 39 0875.702542  
Web : [www.isoambiente.com](http://www.isoambiente.com) e-mail: [sit@isoambiente.com](mailto:sit@isoambiente.com)

Certificato di taratura n. 01034-RM  
Certificate of calibration No. 01034- RM

Pagina 3 di 3  
Page 3 of 3

### MISURE ESEGUITE

#### MISURA DEL LIVELLO DI PRESSIONE ACUSTICA

114,00 dB [TOLL. CL 1 =  $\pm 0,3$  dB]

#### MISURA DELLA DISTORSIONE TOTALE

0,6 % [TOLL. CL 1 = 3 %]

#### MISURA DELLA FREQUENZA

1000,00 Hz [TOLL. CL 1 =  $\pm 2$  %]

- (1) I limiti di tolleranza si riferiscono al valore assoluto della differenza tra il livello di pressione acustica generato dallo strumento e il livello di pressione specificato, aumentati dall'incertezza estesa della misura, sono espressi in dB.
- (2) I limiti di tolleranza si riferiscono al valore assoluto della differenza, espresso come percentuale, tra la frequenza del suono generato dallo strumento e la frequenza specificata, aumentata dall'incertezza estesa della misura.
- (3) I limiti di tolleranza si riferiscono al valore massimo della distorsione generata dallo strumento, espresso in percentuale, aumentato dall'incertezza estesa della misura.

Roma, 2011-03-16

Lo Sperimentatore  
ing. Tiziano Muchetti



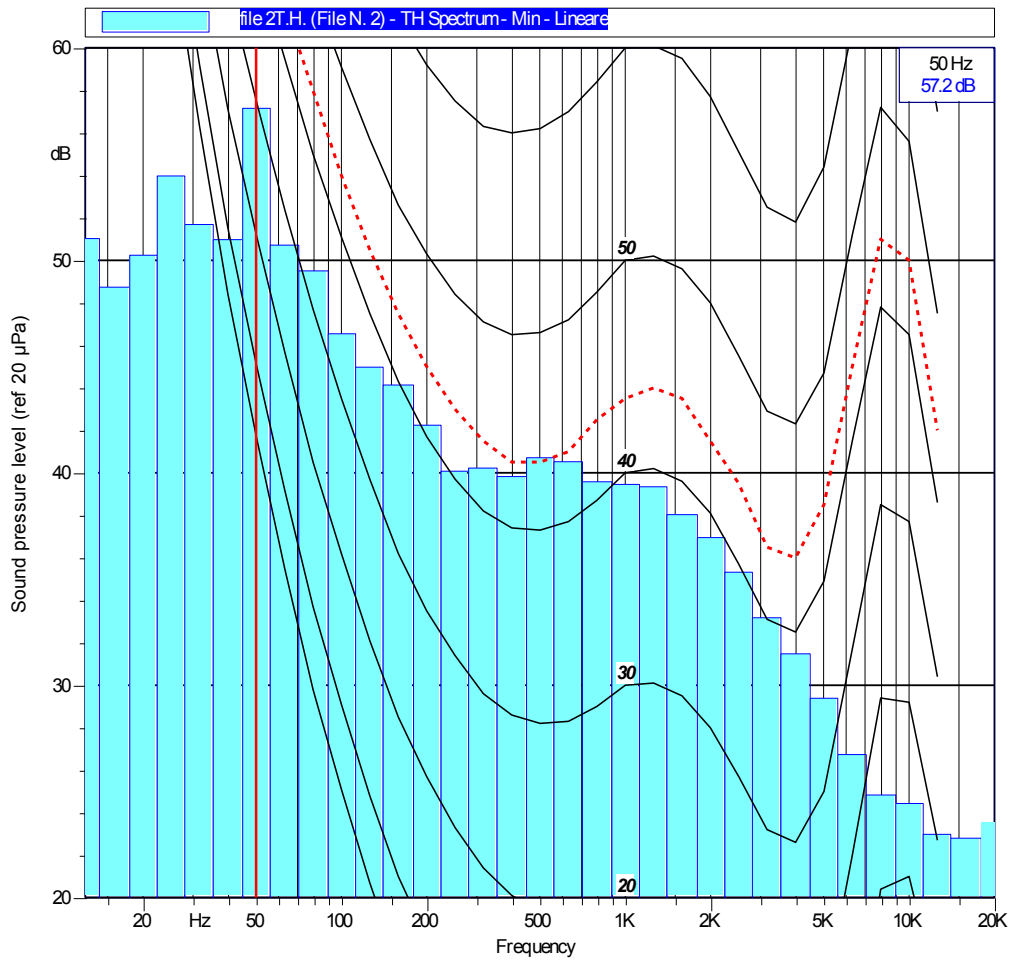
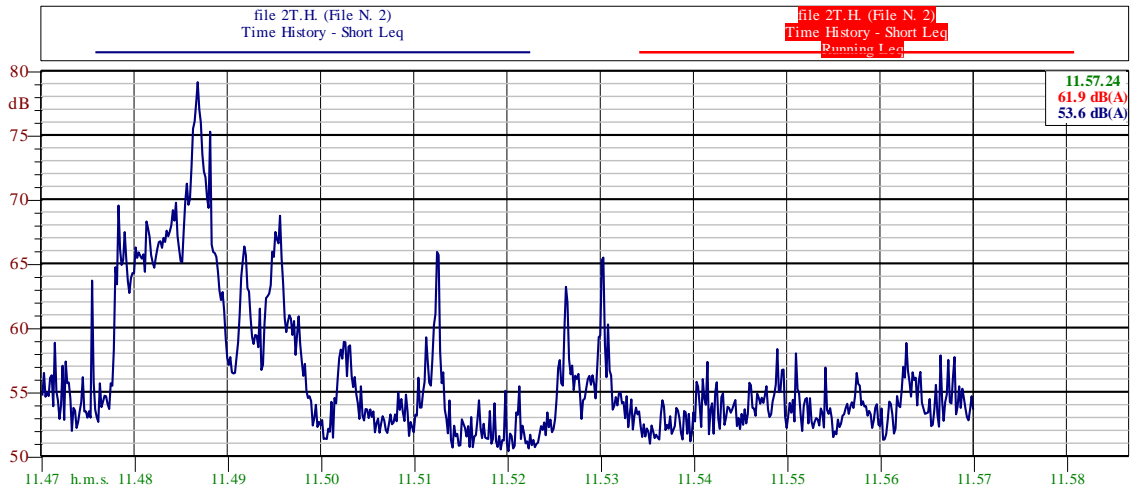
Il Responsabile dell'U.O.D.  
ing. Tiziano Muchetti



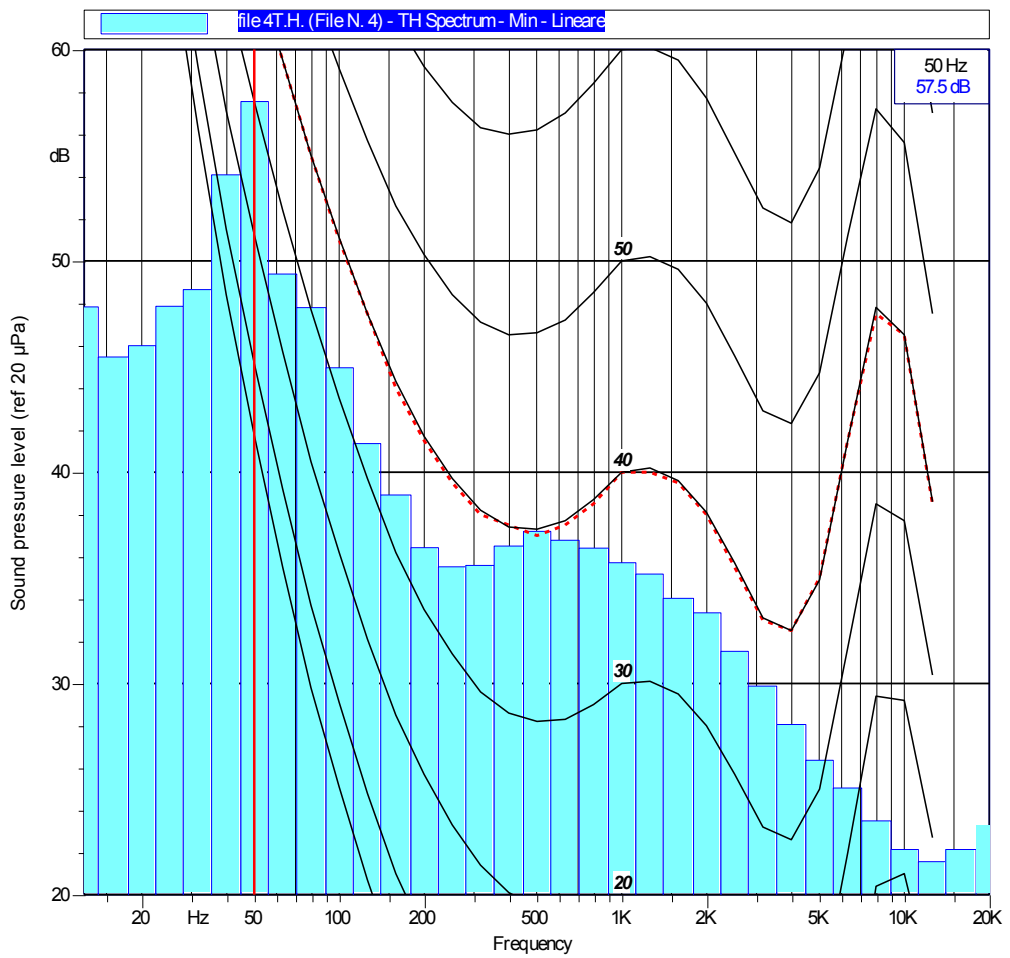
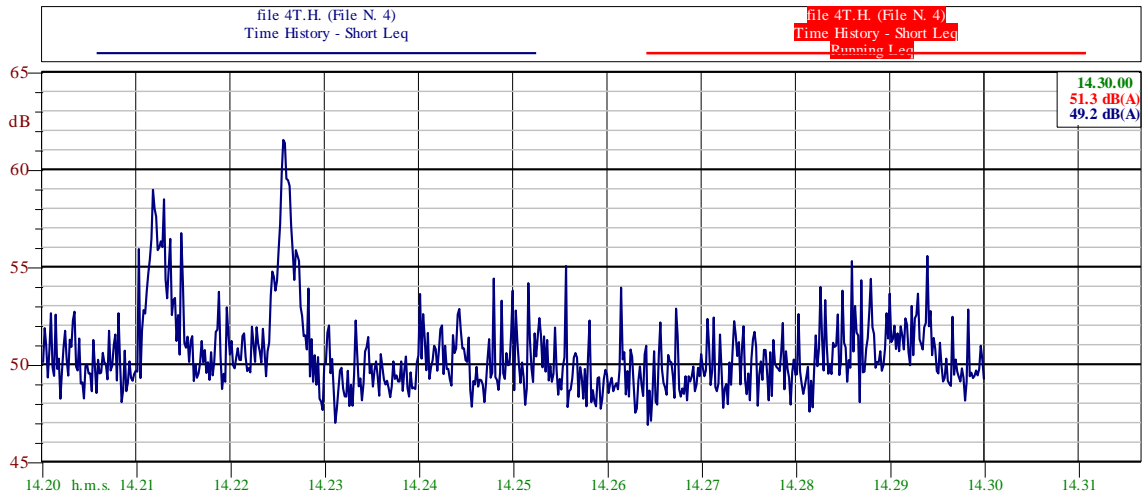
## **Allegato 5 - Grafici dei rilevamenti acustici (Time-history e spettro)**

- Postazione P1 (Porto turistico – banchina Alti Fondali): misure diurno 1 e 2
- Postazione P2 (Abitato di Porto Torres – via del Mare): misure diurno 1 e 2
- Postazione P3 (SP 42 incrocio con via Badde Tribide ): misure diurno 1 e 2

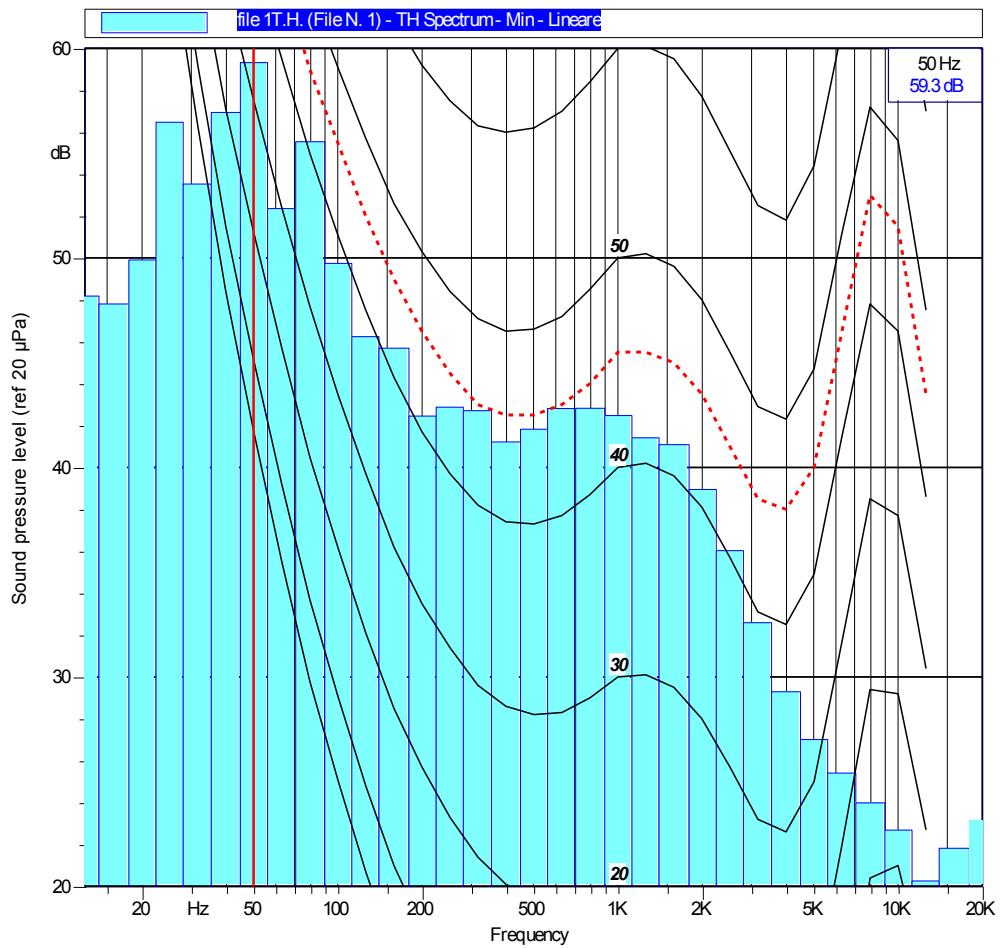
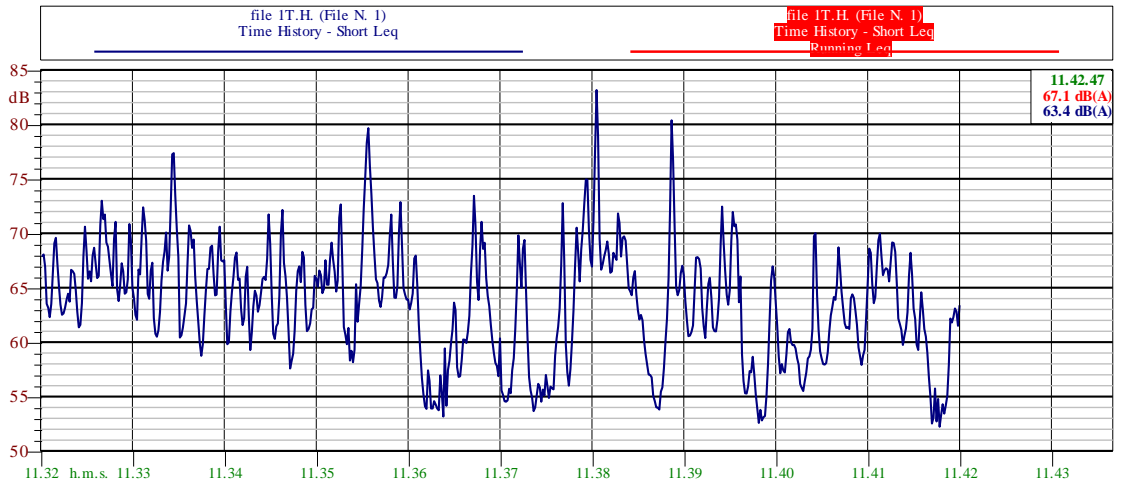
# Postazione P1 – Diurno 1



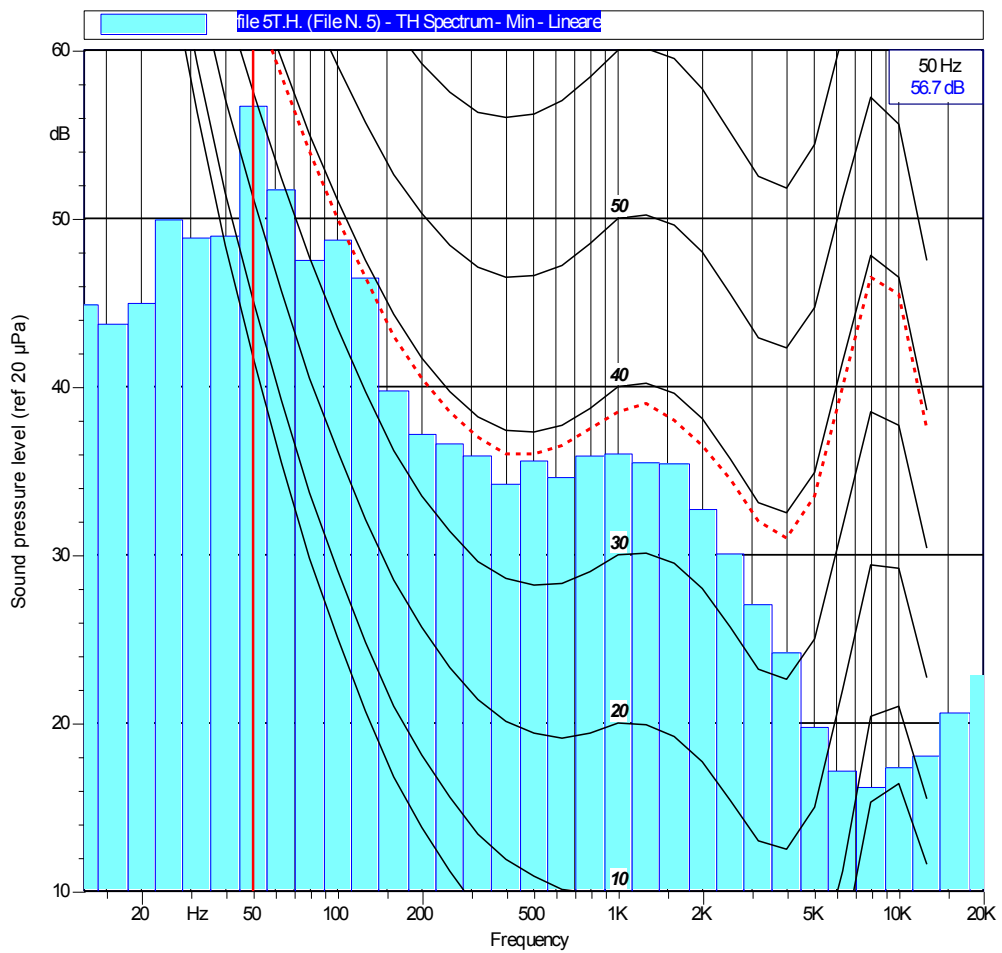
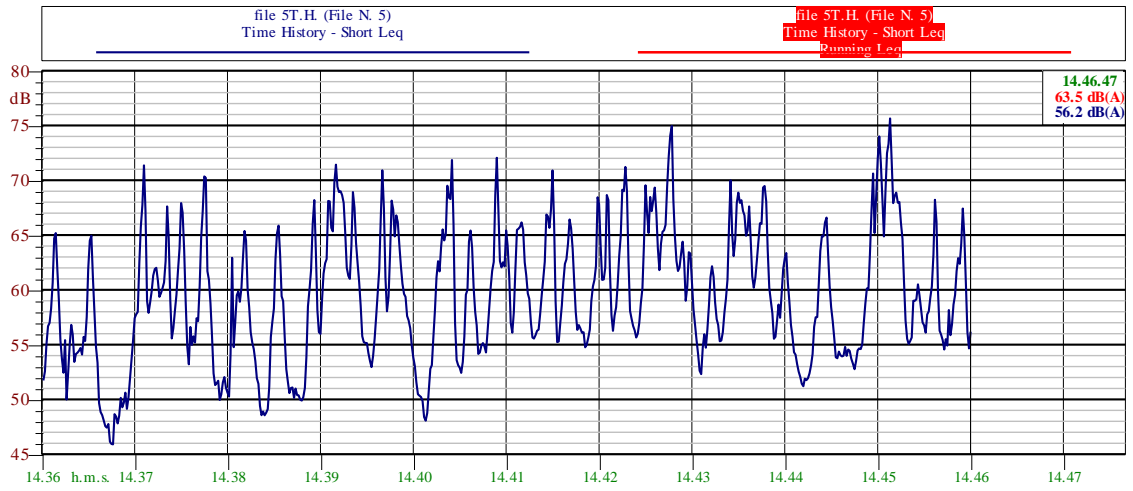
## Postazione P1 – Diurno 2



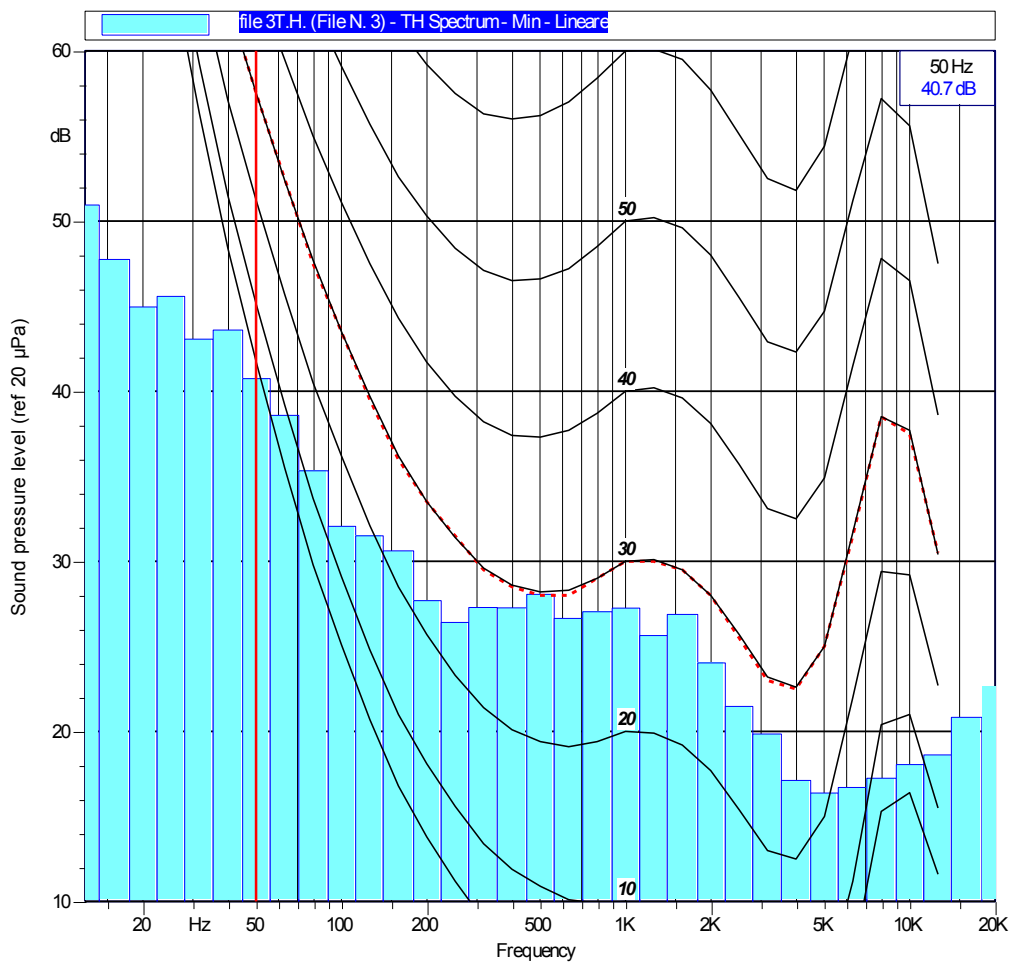
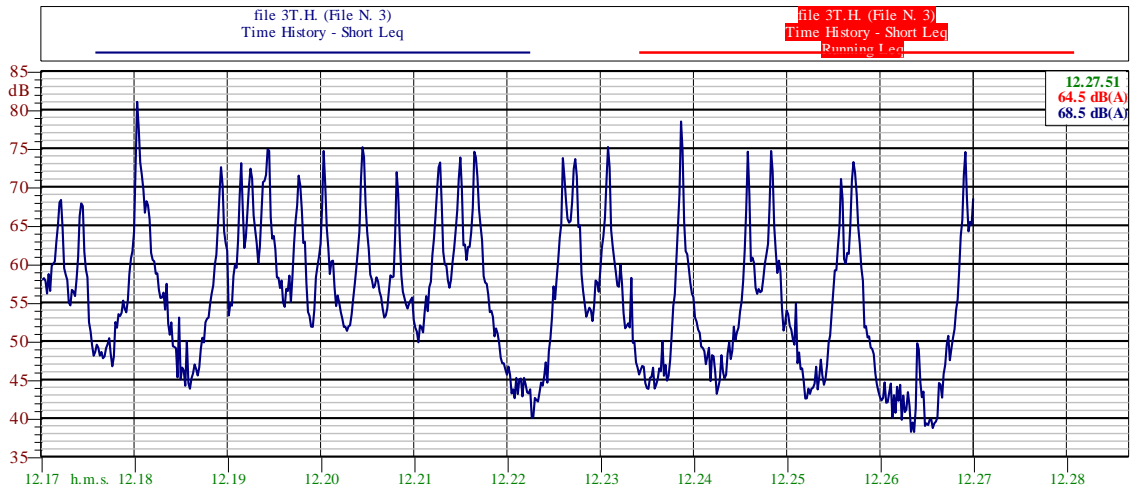
## Postazione P2 – Diurno 1



## Postazione P2 – Diurno 2

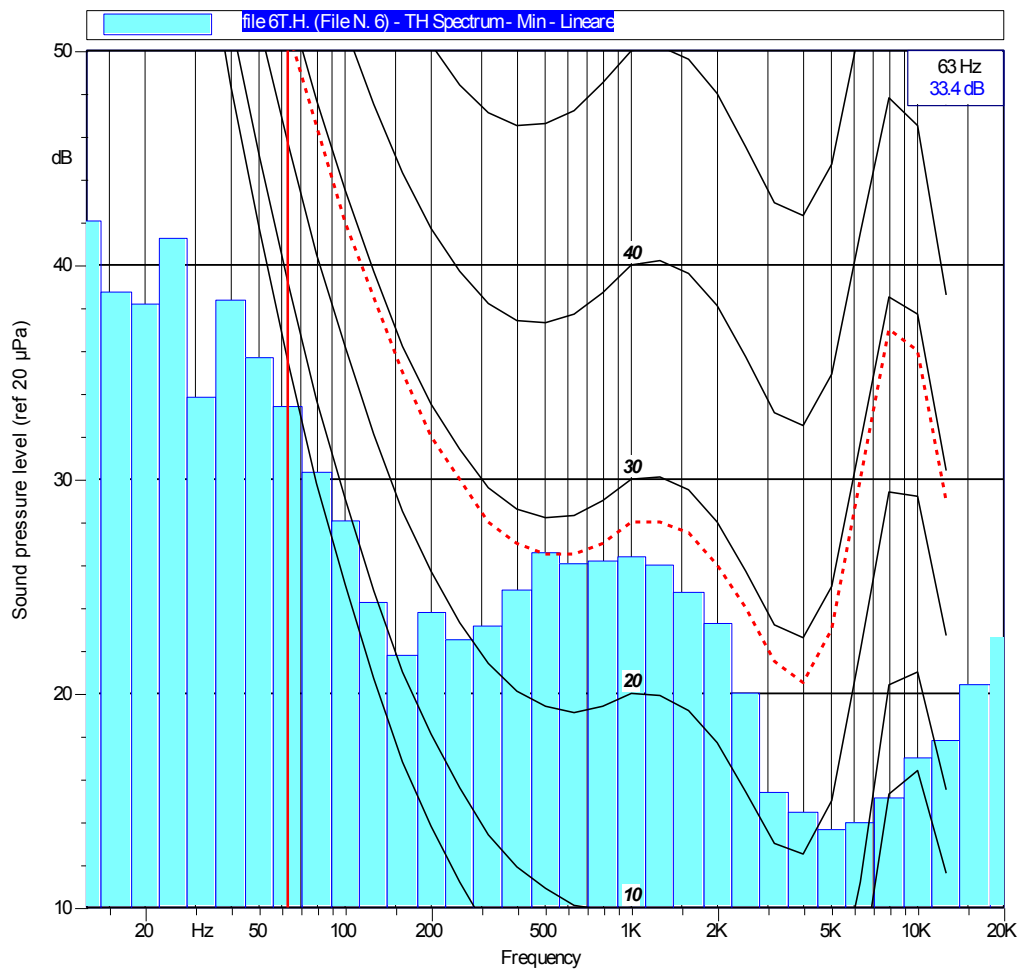
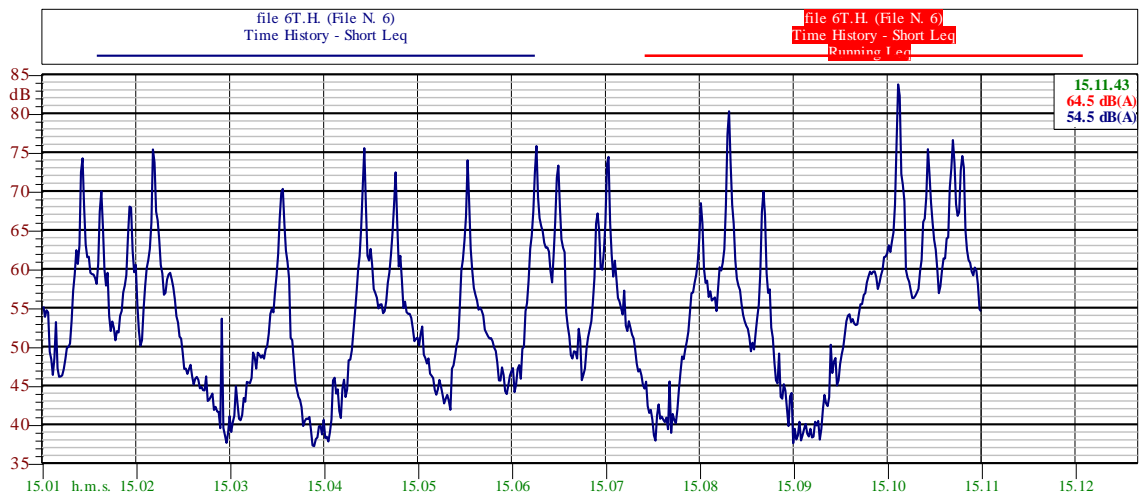


# Postazione P3 – Diurno 1





## Postazione P3 – Diurno 2



AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA

COMUNE DI PORTO TORRES

PORTO CIVICO DI PORTO TORRES

*HUB portuale di Porto Torres – Prolungamento  
dell'Antimurale di Ponente e resecazione banchina Alti  
Fondali 1° e 2° stralcio*

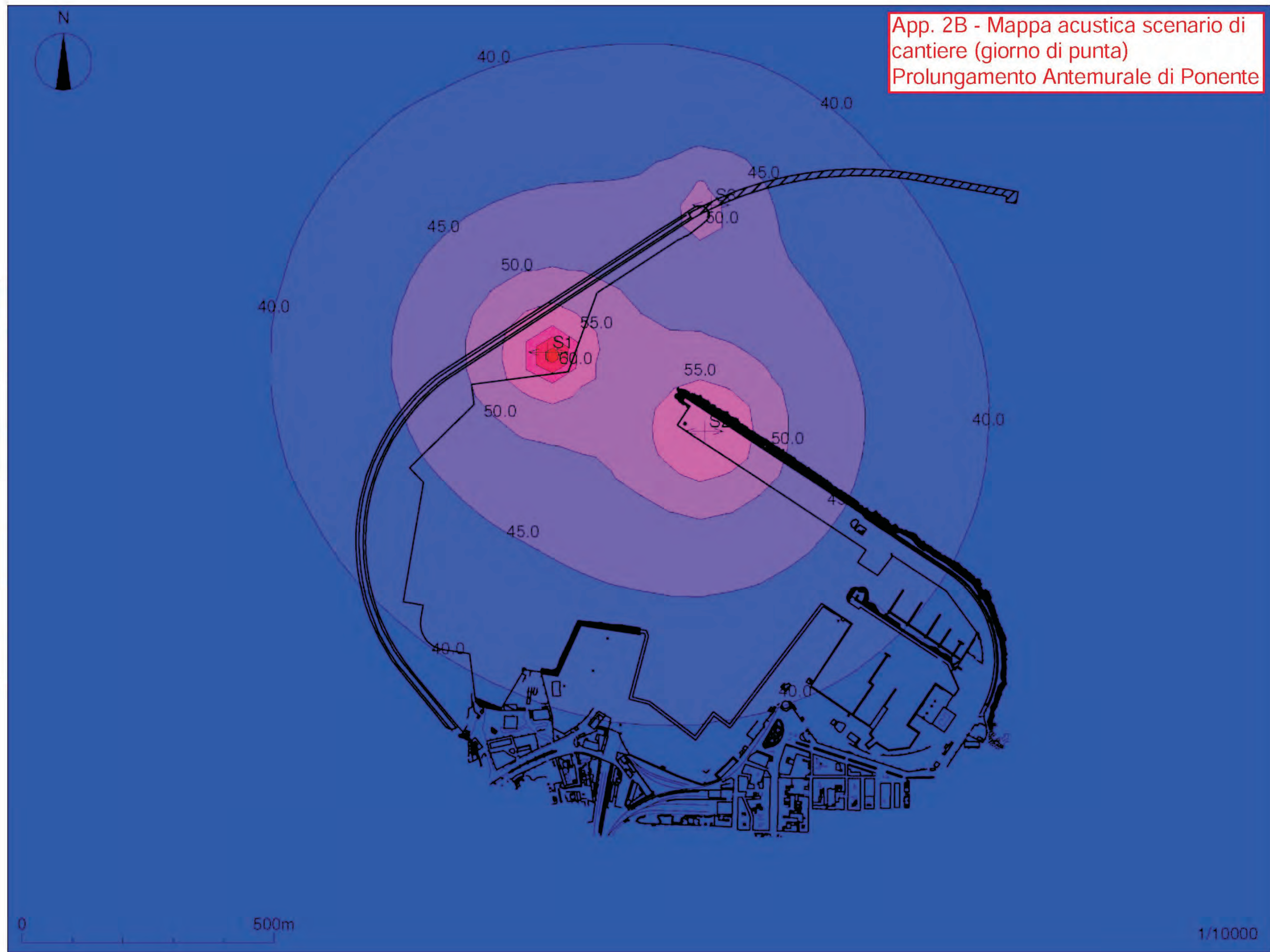
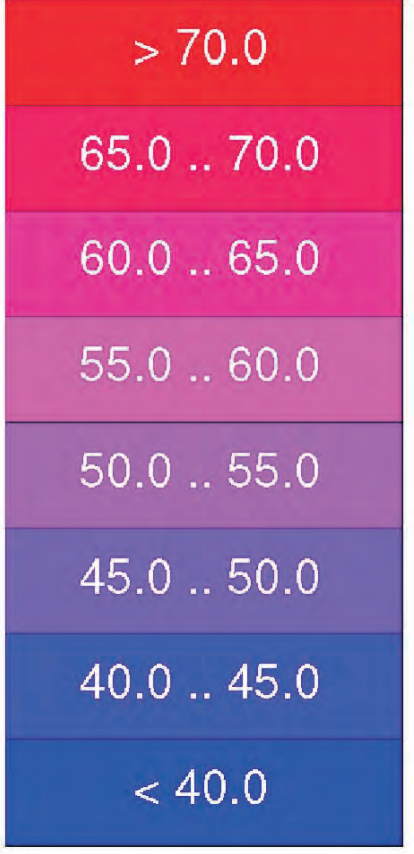
## **Quadro di Riferimento Ambientale**

Rumore – Appendice 1B: Risultati delle simulazioni modellistiche.

Mappa acustica dello scenario di cantiere

Febbraio 2015

App. 2B - Mappa acustica scenario di cantiere (giorno di punta)  
Prolungamento Antemurale di Ponente



AUTORITA' PORTUALE NORD SARDEGNA

COMUNE DI PORTO TORRES

PORTO CIVICO DI PORTO TORRES

HUB portuale di Porto Torres – Prolungamento  
dell'Antimurale di Ponente e resecazione banchina Alti Fondali  
1° e 2° stralcio

## **Quadro di Riferimento Ambientale**

Appendice 2: Paesaggio – simulazioni visuali

Febbraio 2015

## INDICE

FOTO-SIMULAZIONE N° 1.....	3
FOTO-SIMULAZIONE N° 2.....	5
FOTO-SIMULAZIONE N° 3.....	7

## FOTO-SIMULAZIONE N° 1



Ante operam



Post operam

## FOTO-SIMULAZIONE N° 2



Ante operam





Post operam

### FOTO-SIMULAZIONE N° 3



Ante operam



Post operam