

Associazione Temporanea d'Imprese:



Tel. e Fax: ++39 0916852121 - ++39 0916850224
www.progettioopere.it



Tel. e Fax: ++39 0289422170 - ++39 0289425133
mall@ldrotec-Ingegneria.it



COMMITTENTE:				AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO Ports of Palermo and Termini Imerese	
TESTATA:					
VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA DEL NUOVO PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO					
TITOLO:					
Rapporto Ambientale ex art. 13 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. VOLUME IV					
ELABORATO:		DATA:		SCALA:	
RA.4		29 settembre 2011			
REDATTORE:		CONTROLLO:		NS. RIF.:	
IL		EC		RA_4.docx	
RIF. ARC. - NA4:					
				AUTAPA08 - 80	
IL COMMITTENTE			IL TECNICO PER L' A.T.I. Ing. Elio Ciralli		

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO, ANCHE IN PARTE, O DI RENDERLO NOTO A TERZI.

**VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA
DEL NUOVO PIANO REGOLATORE
DEL PORTO DI PALERMO**

RAPPORTO AMBIENTALE

ex art. 13 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

VOLUME IV

settembre 2011

VERSIONE:	DESCRIZIONE:	PREPARATO:	APPROVATO:	DATA:
00	EMISSIONE	IL - ED	GI	29 SETT 2011
NOME FILE: RA_4			DISTRIBUZIONE: RISERVATA	

INDICE GENERALE DEL RAPPORTO AMBIENTALE

VOLUME I

PREMESSA	2
ELENCO ACRONIMI	3
1. INTRODUZIONE	4
2. LA VAS E IL PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO	7
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E PROCEDURE VAS/PIANO	7
2.1.1 <i>Riferimenti normativi e procedure della valutazione ambientale strategica</i>	7
2.1.2 <i>Riferimenti normativi e procedure del piano regolatore del porto</i>	8
2.1.3 <i>Processo metodologico</i>	8
2.2 REDAZIONE DEL RAPPORTO PRELIMINARE	10
2.3 CONSULTAZIONE DEL RAPPORTO PRELIMINARE	10
2.4 CONVENZIONE CON L'AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA REGIONE SICILIANA	10
3. CONTENUTI E OBIETTIVI DEL PIANO	12
3.1 LO STATO DI FATTO	12
3.1.1 <i>Criticità</i>	12
3.1.2 <i>Opere e funzioni</i>	12
3.1.3 <i>Accessibilità al porto</i>	17
3.1.4 <i>Viabilità interna e flussi portuali</i>	17
3.1.5 <i>I traffici portuali</i>	18
3.2 IL NUOVO PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI PALERMO	18
3.2.1 <i>Obiettivi e strategie</i>	18
3.2.2 <i>Il nuovo layout del porto</i>	19
3.2.3 <i>Ambito portuale, sotto-ambiti e aree funzionali</i>	20
3.2.4 <i>Il miglioramento della mobilità e dell'accessibilità</i>	30
3.2.5 <i>Relazioni città-porto</i>	33
3.2.6 <i>Potenziamento delle superfici funzionali</i>	35
3.2.7 <i>Interventi sulle opere di grande infrastrutturazione</i>	39
4. RAPPORTO CON ALTRI PIANI E PROGRAMMI PERTINENTI IL PRP	41
4.1 PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	41
4.1.1 <i>Piano Territoriale Paesistico</i>	41
4.1.2 <i>Piano Territoriale Provinciale di Palermo</i>	46
4.1.3 <i>Piano Regolatore Generale e vincoli</i>	54
4.2 PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE SETTORIALE	57
4.2.1 <i>La pianificazione dei trasporti di livello europeo</i>	57

4.2.2	<i>Il Piano Generale dei Trasporti () (P.G.T.)</i>	59
4.2.3	<i>Piano Regionale dei Trasporti e della Mobilità</i>	61
4.2.4	<i>Piano Strategico per lo Sviluppo della Nautica da Diporto in Sicilia</i>	64
4.2.5	<i>Piano Regolatore vigente del Porto di Palermo</i>	74
4.2.6	<i>Piano Regolatore vigente del Porto dell'Arenella</i>	74
4.2.7	<i>Piano Regolatore vigente del Porto di Termini Imerese</i>	74
4.3	PIANIFICAZIONE IN MATERIA DI TUTELA AMBIENTALE.....	79
4.3.1	<i>Aree protette e zone SIC e ZPS (Rete Natura 2000)</i>	79
4.3.2	<i>Important Bird Areas (IBA)</i>	89
4.3.3	<i>Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico</i>	90
4.4	ALTRI PIANI E PROGRAMMI DI LIVELLO LOCALE	96
4.4.1	<i>Piano per il recupero del mare e della costa</i>	96
4.4.2	<i>Piano di Utilizzo delle Aree Demaniali Marittime (P.U.D.M.)</i>	99
4.4.3	<i>Programma Innovativo in Ambito Urbano "Porti e Stazioni" (P.I.A.U.)</i>	100
4.4.4	<i>Piano Generale del Traffico Urbano (P.G.T.U.)</i>	101
4.4.5	<i>Piano Strategico per la Mobilità Sostenibile</i>	103
4.4.6	<i>Piano sulla Qualità dell'Aria</i>	103
4.4.7	<i>Piano di Zonizzazione Acustica</i>	103
4.4.8	<i>Piano d'ambito dell'ATO rifiuti</i>	104
4.4.9	<i>Piano di raccolta e gestione dei rifiuti prodotti dalle navi e residui del carico nel Porto di Palermo</i>	105
4.5	COERENZE CON PIANI E PROGRAMMI	105

VOLUME II

5.	QUADRO AMBIENTALE.....	110
5.1	FLORA, FAUNA, BIODIVERSITÀ.....	110
5.1.1	<i>Aree naturali protette, biodiversità, rete Natura 2000</i>	111
5.1.2	<i>Verde urbano</i>	158
5.1.3	<i>Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore</i>	161
5.2	SUOLO E RISCHI NATURALI	169
5.2.1	<i>Inquadramento idrogeologico, geologico e geotecnico</i>	169
5.2.2	<i>Aspetti idrologici e idraulici</i>	184
5.2.3	<i>Rischio Tsunami</i>	186
5.3	EROSIONE E DINAMICA COSTIERA	192
5.3.1	<i>Tipologia dei sedimenti dei fondali</i>	193
5.3.2	<i>Comportamento dinamico del litorale</i>	227
5.4	ACQUA E AMBIENTE MARINO	235
5.4.1	<i>Analisi della matrice d'acqua</i>	237
5.4.2	<i>TRIX E TRBIX</i>	261

5.4.3	<i>Analisi del macrozoobenthos</i>	265
5.4.4	<i>Caratterizzazione dei sedimenti</i>	266
5.4.5	<i>Risultati delle analisi di qualità per le acque interne: i fiumi Oreto ed Eleuterio</i>	270
5.4.6	<i>Balneazione</i>	277
5.4.7	<i>Studio meteomarinario</i>	278
5.4.8	<i>Studio agitazione interna ed imboccature</i>	280

VOLUME III

5.5	ARIA E FATTORI CLIMATICI	284
5.5.1	<i>Caratterizzazione climatica</i>	284
5.5.2	<i>Qualità dell'aria</i>	288
5.6	POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	358
5.6.1	<i>Territorio e popolazione</i>	358
5.6.2	<i>Caratteristiche strutturali della popolazione</i>	360
5.6.3	<i>L'istruzione: scuole ed università</i>	362
5.6.4	<i>Caratteri del patrimonio edilizio</i>	365
5.6.5	<i>La salute a Palermo: strutture e prevenzione</i>	365
5.6.6	<i>Le campagne di educazione sanitaria promosse dall'amministrazione comunale</i>	368
5.6.7	<i>Le attività sociali promosse dall'Amministrazione</i>	368
5.7	BENI MATERIALI	370
5.7.1	<i>Attività produttive, turismo e agricoltura</i>	370
5.8	PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO ..	383
5.8.1	<i>Paesaggio</i>	383
5.8.2	<i>Patrimonio culturale, architettonico e archeologico</i>	390
5.9	RUMORE E VIBRAZIONI.....	391
5.9.1	<i>Rumore</i>	391
5.9.2	<i>Vibrazioni</i>	401
5.10	ELETTROMAGNETISMO	407
5.10.1	<i>Conclusioni</i>	413
5.11	MOBILITÀ E TRASPORTI.....	413
5.11.1	<i>Mobilità esterna</i>	413
5.11.2	<i>Mobilità interna</i>	417
5.11.3	<i>Parcheggi</i>	418
5.12	AMBIENTE URBANO.....	418
5.13	SITI CONTAMINATI	420
5.14	RIFIUTI	421
5.15	RISCHIO ANTROPOGENICO	433
5.16	ENERGIA	433

VOLUME IV

6. OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE	436
6.1 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE	436
6.2 OBIETTIVI DEL NUOVO PRP	438
6.3 ANALISI DI COERENZA ESTERNA	439
7. VALUTAZIONI STRATEGICHE	443
8. VALUTAZIONE DEI POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE	444
8.1 FLORA, FAUNA E BIODIVERSITÀ.....	444
8.1.1 <i>Relazione di Incidenza</i>	444
8.1.2 <i>Verde urbano</i>	446
8.1.3 <i>Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore</i>	446
8.2 SUOLO E RISCHI NATURALI	446
8.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA	447
8.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO	447
8.4.1 <i>Verifica dell'ossigeno disciolto (DO)</i>	448
8.4.2 <i>Valutazione dell'indice TRIX</i>	460
8.4.3 <i>Conclusioni sulla matrice acqua</i>	464
8.5 ARIA E FATTORI CLIMATICI	465
8.5.1 <i>Introduzione</i>	465
8.5.2 <i>Descrizione del modello di dispersione e del software di lavoro</i>	465
8.5.3 <i>Parametri meteorologici</i>	468
8.5.4 <i>Caratteristiche delle sorgenti</i>	469
8.5.5 <i>Risultati</i>	472
8.5.6 <i>Conclusioni</i>	481
8.6 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	482
8.7 BENI MATERIALI	483
8.8 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO ..	483
8.9 RUMORE E VIBRAZIONI.....	483
8.9.1 <i>Introduzione</i>	483
8.9.2 <i>Descrizione del modello ISO 9613 e del software di lavoro</i>	484
8.9.3 <i>I dati in ingresso al programma</i>	484
8.9.4 <i>Risultati</i>	486
8.9.5 <i>Conclusioni</i>	492
8.10 ELETTRROMAGNETISMO	492
8.11 MOBILITÀ E TRASPORTI.....	493
8.12 AMBIENTE URBANO.....	493
8.13 SITI CONTAMINATI	493

8.14 RIFIUTI	493
8.15 RISCHIO ANTROPOGENICO	493
8.16 ENERGIA	493
8.17 MATRICE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE.....	494
9. MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE	497
10. SINTESI DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DELLE ALTERNATIVE.....	499
11. MISURE PER IL MONITORAGGIO	500

INDICE DEL VOLUME IV

6. OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE	436
6.1 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE	436
6.2 OBIETTIVI DEL NUOVO PRP	438
6.3 ANALISI DI COERENZA ESTERNA	439
7. VALUTAZIONI STRATEGICHE	443
8. VALUTAZIONE DEI POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE	444
8.1 FLORA, FAUNA E BIODIVERSITÀ.....	444
8.1.1 <i>Relazione di Incidenza</i>	444
8.1.2 <i>Verde urbano</i>	446
8.1.3 <i>Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore</i>	446
8.2 SUOLO E RISCHI NATURALI	446
8.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA	447
8.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO	447
8.4.1 <i>Verifica dell'ossigeno disciolto (DO)</i>	448
8.4.2 <i>Valutazione dell'indice TRIX</i>	460
8.4.3 <i>Conclusioni sulla matrice acqua</i>	464
8.5 ARIA E FATTORI CLIMATICI	465
8.5.1 <i>Introduzione</i>	465
8.5.2 <i>Descrizione del modello di dispersione e del software di lavoro</i>	465
8.5.3 <i>Parametri meteorologici</i>	468
8.5.4 <i>Caratteristiche delle sorgenti</i>	469
8.5.5 <i>Risultati</i>	472
8.5.6 <i>Conclusioni</i>	481
8.6 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA	482
8.7 BENI MATERIALI	483
8.8 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO ..	483
8.9 RUMORE E VIBRAZIONI.....	483
8.9.1 <i>Introduzione</i>	483
8.9.2 <i>Descrizione del modello ISO 9613 e del software di lavoro</i>	484
8.9.3 <i>I dati in ingresso al programma</i>	484
8.9.4 <i>Risultati</i>	486
8.9.5 <i>Conclusioni</i>	492
8.10 ELETTRROMAGNETISMO	492
8.11 MOBILITÀ E TRASPORTI.....	493
8.12 AMBIENTE URBANO.....	493
8.13 SITI CONTAMINATI	493

8.14 RIFIUTI	493
8.15 RISCHIO ANTROPOGENICO	493
8.16 ENERGIA	493
8.17 MATRICE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE.....	494
9. MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE	497
10. SINTESI DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DELLE ALTERNATIVE.....	499
11. MISURE PER IL MONITORAGGIO	500

VOLUME IV

6. OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE

6.1 DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE

Per l'individuazione degli obiettivi di protezione ambientale di carattere esogeno (derivati da politiche, decisioni, Piani di Enti od organismi esterni) si sono anche confrontati quelli individuati ed approvati per altri Piani e Programmi regionali di riferimento, già sottoposti a procedura di VAS con esito finale positivo, e pertinenti al PRP in questione.

Nella tabella sottostante si riporta, per singolo tema ambientale, il principale quadro di riferimento normativo, programmatico e pianificatorio da cui scaturiscono i relativi obiettivi di protezione ambientale.

<i>Temi ambientali</i>	<i>Quadro di riferimento normativo, programmatico e pianificatorio</i>	<i>Obiettivi di protezione ambientale</i>
Fauna, flora e biodiversità	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione internazionale relativa alle Zone Umide di importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici – Ramsar (1971); • Convenzione di Berna relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa (1979); • Nazioni Unite - Convenzione sulla biodiversità, Rio de Janeiro 1992; • Comunicazione Commissione Strategia comunitaria per la diversità biologica (1998); • Direttiva UE sulla conservazione degli uccelli selvatici – Dir. 79/409/EEC; • Direttiva UE sulla conservazione degli Habitat – Dir. 92/43/EC; • Comunicazione della Piano d'azione comunitario per la Biodiversità (2001); • Commissione: Arrestare la perdita di biodiversità entro il 2010 - e oltre (2006); • Carta della Natura; • Progetto Integrato Regionale Rete Ecologica (PIR Rete Ecologica); • Piano Regionale Parchi e Riserve. 	Tutelare e valorizzare il patrimonio naturale e la biodiversità
Paesaggio, patrimonio culturale, architettonico e archeologico e beni materiali	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione europea del Paesaggio, Firenze, 2002; • Decreto Legislativo n. 42 del 22.01.2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge n. 137 del 6.07.2002" (GU n. 45 del 24.02.2004 - Supplemento Ordinario n. 28), si tutela e si valorizza il "patrimonio culturale", inteso come insieme dei beni culturali e dei beni paesaggistici; • Legge Nazionale n. 431/85, che concede alle regioni la facoltà di opzione tra la redazione di uno strumento a valenza urbanistico-territoriale e il Piano Paesistico, quest'ultimo disciplinato dall'art. 5 della LN 1497/39; • D.Lgs. 26 marzo 2008, n. 63 - Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42; • Linee guida del Piano territoriale paesistico regionale; • Piano Regionale Parchi e Riserve. 	Tutelare e valorizzare i beni e il patrimonio storico-culturale
Suolo	<ul style="list-style-type: none"> • Strategia tematica per la protezione del suolo (COM/2006/231); • Strategia tematica per l'uso sostenibile delle risorse naturali (COM/2005/670); • Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). 	Favorire il recupero di aree degradate; Prevenire e ridurre i rischi idrogeologici e d'inquinamento del suolo e del sottosuolo

<i>Tem ambien tali</i>	<i>Quadro di riferimen to normativo, program matico e pianificator io</i>	<i>Obie ttivi di prote zione ambien tale</i>
Acqua e ambiente marino	<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva quadro UE sulle acque - Dir. 2000/60/CE; • Piano di Tutela delle Acque in Sicilia O.C. 24/12/2008 su GURS n. 6 del 6/2/2009; • Direttiva 2006/7/CEE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione; • Direttiva Quadro per l'Ambiente Marino – Dir. 2008/56/CE; • Protocollo ICZM-Integrated Coastal Zone Management della Convenzione di Barcellona; • Legge n.979/82 "Disposizioni per la difesa del mare" e s.m.i.; • D.Lgs. 152/2006, recante "Norme in materia ambientale" e .s.m.i.. 	Raggiungere un buono stato delle acque superficiali; conservare e/o migliorare la qualità dell'ambiente marino costiero
Aria e fattori climatici	<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva 2008/50/CE, Qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa; • COM(2008) 30, Due volte 20 per il 2020, l'opportunità del cambiamento climatico per l'Europa; • Piano Regionale di Coordinamento per la Tutela della Qualità dell'Aria. 	Ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera
Popolazione e salute umana	<ul style="list-style-type: none"> • Leggi sanitarie; • Piano Sanitario Regionale; • Piano Regolatore Generale della Città di Palermo (PRG). • Linee guida per la classificazione acustica del territorio dei comuni – ARPA Sicilia 07-2007 	Proteggere la popolazione e il territorio dai fattori di rischio
Mobilità e Trasporti	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicazione della Commissione - Programma di azione europeo per la sicurezza stradale - Dimezzare il numero di vittime della strada nell'Unione europea entro il 2010: una responsabilità condivisa; • Piano regionale dei trasporti e della mobilità; • Piano Generale Urbano del Traffico; • Piano Strategico per la Mobilità Sostenibile. 	Promuovere modalità di trasporto sostenibili
Ambiente urbano	<ul style="list-style-type: none"> • COM/2005/0718, Strategia tematica sull'ambiente urbano. 	Migliorare la qualità della vita dei cittadini
Rifiuti	<ul style="list-style-type: none"> • Direttiva 2008/1/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 15 gennaio 2008, sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento; • Direttiva 2006/12/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, relativa ai rifiuti; • COM(2005) 666, Portare avanti l'utilizzo sostenibile delle risorse - Una strategia tematica sulla prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti; • Direttiva 1999/31/CE del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti; • Piano di gestione dei rifiuti in Sicilia; • Piano d'Ambito dell'ATO Rifiuti. 	Ridurre la produzione dei rifiuti e la loro pericolosità
Energia	<ul style="list-style-type: none"> • COM(2008) 781, Secondo riesame strategico della politica energetica, Piano d'azione dell'UE per la sicurezza e la solidarietà nel settore energetico; • COM(2007) 1, Una politica energetica per l'Europa; • Libro verde sull'efficienza energetica (2005). • Piano Energetico Ambientale Regionale Sicilia (PEARS). 	Promuovere politiche energetiche sostenibili
Turismo	<ul style="list-style-type: none"> • Piano Regionale di Propaganda Turistica 2011 della Regione Siciliana; • Programma triennale di sviluppo turistico 2007-2009. 	Garantire una gestione turistica sostenibile

Tabella 6.1 – Obiettivi di protezione ambientale

6.2 OBIETTIVI DEL NUOVO PRP

Dall'analisi della Relazione generale e delle NTA del nuovo PRP è stato possibile individuare gli obiettivi del nuovo PRP del Porto di Palermo, riassumendoli nella Tabella 6.2 distinti secondo tematiche fondamentali.

TEMA A EVOLUZIONE LOGISTICA PORTUALE	razionalizzazione e potenziamento delle funzioni pur non ampliando la superficie di pertinenza del Porto
	miglioramento della qualità delle attività per la nautica da diporto
	potenziamento degli spazi e delle attrezzature dell'area cantieristica
	razionalizzazione dei percorsi interni, delle aree di accumulo e di sosta e la nuova definizione della viabilità carrabile e pedonale
	collegamento della nuova viabilità carrabile portuale con le nuove infrastrutture di mobilità urbana
	potenziamento dei mezzi di trasporto pubblici urbani
	proposta di ottimizzazione della viabilità urbana a servizio del porto
TEMA B WATERFRONT E CONTESTO STORICO ARCHITETTONICO	creazione di aree di interfaccia con attività ad uso misto città-porto: aree verdi, polo turistico-culturale e servizi, area commerciale e servizi integrati
	attuazione di progetti di architettura contemporanea per lo sviluppo e ed il miglioramento della qualità del waterfront urbano
	realizzazione dei nuovi edifici portuali attraverso l'utilizzo di "crediti edilizi" prodotti da demolizioni che consentiranno la concentrazione delle nuove cubature in senso trasversale rispetto al waterfront
	conservazione e fruizione del patrimonio culturale del Parco Archeologico del Castello a Mare
	mantenimento dell'area del Foro Italico come parco pubblico per le attività culturali e ricreative integrate, spazi per il gioco, per lo sport ed il tempo libero;
	progettazione e manutenzione del verde e dei parcheggi a raso
	studio degli elementi di arredo degli spazi e della segnaletica portuale
	illuminazione degli spazi all'aperto studiata per creare un paesaggio notturno non inquinante e di particolare suggestione, funzionale all'apertura del waterfront alla città
TEMA C SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	saranno preferiti i progetti che prevedano l'applicazione di impianti di produzione di energia elettrica con fonti alternative ai combustibili fossili
	saranno preferiti i progetti architettonici che impieghino criteri di bio-ingegneria finalizzata al risparmio energetico e applichino criteri volti all'uso di materiali provenienti dal recupero

Tabella 6.2 – Obiettivi del nuovo PRP

6.3 ANALISI DI COERENZA ESTERNA

L'analisi del contesto programmatico, e cioè degli strumenti di programmazione e di pianificazione che ai diversi livelli delineano le strategie di sviluppo del territorio, finalizzata a valutare la congruenza degli obiettivi del PRP rispetto a quelli dei piani o programmi pertinenti, è già stata effettuata nel paragrafo 4.5.

La definizione degli obiettivi ambientali del P.R.P. e l'analisi degli strumenti pianificatori pertinenti permettono di condurre la verifica di coerenza del Piano stesso rispetto agli obiettivi di sostenibilità ambientale a scala nazionale e regionale.

Al fine di valutare il grado di recepimento del Piano nei confronti di strategie, piani e programmi finalizzati allo sviluppo del territorio e alla tutela dell'ambiente è stata costruita una matrice di confronto con gli obiettivi ambientali del P.R.P. (Tabella 6.3, Tabella 6.4, Tabella 6.5).

È stato valutato se gli obiettivi sono coerenti, parzialmente coerenti o non coerenti, secondo la seguente legenda:

● Coerenza: corrispondenza tra le finalità del P.R.P. e gli obiettivi relativi alla tematica ambientale esaminata

● Parziale coerenza: parziale corrispondenza tra le finalità del P.R.P. e gli obiettivi relativi alla tematica ambientale esaminata

● Incoerenza: contrapposizione tra le finalità del P.R.P. e gli obiettivi relativi alla tematica ambientale esaminata

Dalla matrice si evince che le azioni del Piano mirano al raggiungimento degli obiettivi prefissati e non emerge alcuna conflittualità tra i temi conduttori del piano stesso.

Dall'analisi scaturisce che tutti gli obiettivi del P.R.P. contribuiscono indirettamente e talvolta anche direttamente a perseguire gli obiettivi di sostenibilità ambientale dei piani e programmi esaminati. Non si sono, infatti, ravvisate incoerenze nelle comparazioni tra obiettivi, pertanto, si può asserire che nessun obiettivo del P.R.P. persegue finalità in opposizione a quelle degli strumenti presi in esame.

OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE												
	Tutelare e valorizzare il patrimonio naturale e la biodiversità	Tutelare e valorizzare i beni e il patrimonio storico-culturale	Favorire il recupero di aree degradate	Prevenire e ridurre i rischi idrogeologici e d'inquinamento del suolo e del sottosuolo	Raggiungere un buono stato delle acque superficiali; conservare e/o migliorare la qualità dell'ambiente marino costiero	Ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera	Proteggere la popolazione e il territorio dai fattori di rischio	Promuovere modalità di trasporto sostenibili	Migliorare la qualità della vita dei cittadini	Ridurre la produzione dei rifiuti e la loro pericolosità	Promuovere politiche energetiche sostenibili	Garantire una gestione turistica sostenibile
OBIETTIVI DEL PRP												
razionalizzazione e potenziamento delle funzioni pur non ampliando la superficie di pertinenza del Porto	●					●	●		●	●		
miglioramento della qualità delle attività per la nautica da diporto			●		●				●			●
potenziamento degli spazi e delle attrezzature dell'area cantieristica			●		●		●			●		
razionalizzazione dei percorsi interni, delle aree di accumulo e di sosta e la nuova definizione della viabilità carrabile e pedonale						●	●	●	●			
collegamento della nuova viabilità carrabile portuale con le nuove infrastrutture di mobilità urbana						●	●	●	●			
potenziamento dei mezzi di trasporto pubblici urbani						●	●	●	●			●
proposta di ottimizzazione della viabilità urbana a servizio del porto						●	●	●	●			●

Tabella 6.3 – Confronto tra gli obiettivi di protezione ambientale e gli obiettivi del nuovo PRP (parte 1/3)

OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE												
	Tutelare e valorizzare il patrimonio naturale e la biodiversità	Tutelare e valorizzare i beni e il patrimonio storico-culturale	Favorire il recupero di aree degradate	Prevenire e ridurre i rischi idrogeologici e d'inquinamento del suolo e del sottosuolo	Raggiungere un buono stato delle acque superficiali; conservare e/o migliorare la qualità dell'ambiente marino costiero	Ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera	Proteggere la popolazione e il territorio dai fattori di rischio	Promuovere modalità di trasporto sostenibili	Migliorare la qualità della vita dei cittadini	Ridurre la produzione dei rifiuti e la loro pericolosità	Promuovere politiche energetiche sostenibili	Garantire una gestione turistica sostenibile
OBIETTIVI DEL PRP												
creazione di aree di interfaccia con attività ad uso misto città-porto: aree verdi, polo turistico-culturale e servizi, area commerciale e servizi intergati		●	●						●			●
attuazione di progetti di architettura contemporanea per lo sviluppo ed il miglioramento della qualità del waterfront urbano		●	●						●		●	●
realizzazione dei nuovi edifici portuali attraverso l'utilizzo di "crediti edilizi" prodotti da demolizioni che consentiranno la concentrazione delle nuove cubature in senso trasversale rispetto al waterfront		●	●						●			●
conservazione e fruizione del patrimonio culturale del Parco Archeologico del Castello a Mare		●	●						●			●
mantenimento dell'area del Foro Italico come parco pubblico per le attività culturali e ricreative integrate, spazi per il gioco, per lo sport ed il tempo libero;	●	●							●			●

Tabella 6.4 – Confronto tra gli obiettivi di protezione ambientale e gli obiettivi del nuovo PRP (parte 2/3)

OBIETTIVI DI PROTEZIONE AMBIENTALE												
	Tutelare e valorizzare il patrimonio naturale e la biodiversità	Tutelare e valorizzare i beni e il patrimonio storico-culturale	Favorire il recupero di aree degradate	Prevenire e ridurre i rischi idrogeologici e d'inquinamento del suolo e del sottosuolo	Raggiungere un buono stato delle acque superficiali; conservare e/o migliorare la qualità dell'ambiente marino costiero	Ridurre le emissioni climalteranti in atmosfera	Proteggere la popolazione e il territorio dai fattori di rischio	Promuovere modalità di trasporto sostenibili	Migliorare la qualità della vita dei cittadini	Ridurre la produzione dei rifiuti e la loro pericolosità	Promuovere politiche energetiche sostenibili	Garantire una gestione turistica sostenibile
OBIETTIVI DEL PRP												
progettazione e manutenzione del verde e dei parcheggi a raso	●		●						●			
studio degli elementi di arredo degli spazi e della segnaletica portuale		●							●			●
illuminazione degli spazi all'aperto studiata per creare un paesaggio notturno non inquinante e di particolare suggestione, funzionale all'apertura del waterfront alla città		●							●			●
saranno preferiti i progetti che prevedano l'applicazione di impianti di produzione di energia elettrica con fonti alternative ai combustibili fossili						●					●	●
saranno preferiti i progetti architettonici che impieghino criteri di bio-ingegneria finalizzata al risparmio energetico e applichino criteri volti all'uso di materiali provenienti dal recupero						●					●	●

Tabella 6.5 – Confronto tra gli obiettivi di protezione ambientale e gli obiettivi del nuovo PRP (parte 3/3)

7. VALUTAZIONI STRATEGICHE

La VAS riguarda problemi su scala geografica molto ampia (non localizzata in uno specifico sito) e si concentra sugli effetti strategici.

La VAS è applicata ai piani e ai programmi e richiede che le questioni ambientali legate allo sviluppo sostenibile siano attentamente vagliate, fin dal primo stadio della programmazione. Ciò per garantire che i risultati e le informazioni ottenuti avvantaggino i livelli di pianificazione successivi, riducendo così i continui conflitti che spesso si sono riscontrati tra obiettivi economici ed ambientali, tradizionalmente percepiti come alternativi tra loro.

È evidente quindi che gli scopi della VAS sono quelli che maggiormente coinvolgono l'attività di pianificazione territoriale, poiché in relazione ad essi, nei diversi livelli di governo sopranazionale, nazionale e locale, devono essere calibrate le funzioni e le attività d'uso del territorio in funzione di uno sviluppo che non privilegi unicamente gli obiettivi economici, ma che risulti anche "sostenibile" e quindi compatibile con la tutela dell'ambiente in cui ogni insediamento umano, qualunque sia la sua finalità, si troverà a convivere.

Ecco perché, prima di passare all'analisi predisposta al capitolo successivo che permette di sintetizzare impatti positivi e negativi delle azioni di PRP sulle varie componenti ambientali, si ritiene necessario fare una sintesi degli aspetti strategici del nuovo PRP di Palermo, poiché alcuni di essi devono essere considerati a scala di intero ambito territoriale di riferimento al fine di effettuare un corretto bilancio valutativo (ambientale – sociale – economico).

Il porto di Palermo deve essere considerato prioritariamente come facente parte, nell'ambito regionale, del "Sistema portuale Tirrenico: Palermo - Termini Imerese".

Questo è così definito dal "Piano Attuativo del trasporto marittimo", uno dei piani di settore costituenti il Piano Regionale dei Trasporti e della Mobilità, che individua in Sicilia quattro sistemi portuali di valenza extraregionale i quali, in un'ottica di cooperazione e specializzazione, dovranno razionalizzare e potenziare l'attuale offerta di trasporto.

Tale Sistema si inserisce nelle reti europee TEN-T, costituendo, insieme a Trapani, la Piattaforma denominata "Sicilia Occidentale" la quale rappresenta ad oggi il punto di arrivo, e quindi di snodo e di distribuzione dei flussi, del Corridoio Transeuropeo 1 (Berlino-Palermo).

Il "Sistema portuale Tirrenico: Palermo - Termini Imerese" è caratterizzato da due polarità, sovrapposte alla configurazione territoriale dell'area: i porti di Palermo e Termini Imerese, appartenenti all'area metropolitana di Palermo.

Il nuovo PRP di Palermo, in coerenza con la pianificazione regionale e provinciale, definisce i suoi obiettivi e azioni in sinergia con il Porto di Termini Imerese.

Obiettivo del sistema è quello di specializzazione del porto di Termini sul trasporto di merci combinato strada-mare (modalità Ro-Ro), per le rotte tirreniche, in accordo con quanto previsto dal PRP del porto di Termini Imerese.

Tale delocalizzazione di funzioni consentirà un alleggerimento del carico di traffici attualmente presente sul porto di Palermo e di conseguenza apporterà benefici permanenti al territorio metropolitano sotto diversi aspetti:

- socio-economico, per lo slancio che certamente subiranno sia l'economia palermitana che quella imerese, grazie ad una migliore gestione di flussi di traffico;
- ambientale, determinando un'effettiva diminuzione delle pressioni concentrate sul territorio del comune di Palermo, portando ad un miglioramento dei fattori ambientali che influenzano la salute umana e la qualità della vita in ambiente urbano.

8. VALUTAZIONE DEI POSSIBILI EFFETTI SIGNIFICATIVI SULL'AMBIENTE

Nel presente capitolo vengono individuati e valutati, qualitativamente o quantitativamente attraverso simulazioni modellistiche (a carico delle componenti aria e rumore) gli effetti ambientali significativi che l'attuazione del Piano potrebbe comportare sul quadro ambientale iniziale.

8.1 FLORA, FAUNA E BIODIVERSITÀ

8.1.1 Relazione di Incidenza

Nell'ambito della Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992 (Direttiva Habitat), relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, è stata costituita una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata Natura 2000.

Questa rete, formata dai siti in cui si trovano tipi di habitat naturali elencati nell'allegato I e habitat delle specie di cui all'allegato II, deve garantire il mantenimento ovvero, all'occorrenza, il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, dei tipi di habitat naturali e degli habitat delle specie interessati nella loro area di ripartizione naturale.

In tale quadro gli Stati membri sono tenuti ad adottare opportune precauzioni per evitare nelle zone speciali di conservazione il degrado degli habitat naturali e degli habitat di specie nonché la perturbazione delle specie per cui le zone sono state designate, nella misura in cui tale perturbazione potrebbe avere conseguenze significative per quanto riguarda gli obiettivi della presente direttiva.

Quindi, qualsiasi piano o progetto non direttamente connesso e necessario alla gestione del sito ma che possa avere incidenze significative su tale sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di un'opportuna valutazione dell'incidenza che ha sul sito, tenendo conto degli obiettivi di conservazione del medesimo.

La Direttiva Habitat è stata recepita nella normativa nazionale con il DPR 357/97 che nell'allegato G indica i contenuti della relazione per la Valutazione di Incidenza di piani e progetti.

Nella Regione Siciliana le modalità di svolgimento della Valutazione Incidenza sono regolate dal decreto ARTA 30 marzo 2007 e s.m.i..

Sono integrati, pertanto, nel presente Rapporto Ambientale, i contenuti della relazione di incidenza.

Sono state riportate nei capitoli precedenti le caratteristiche del piano, i rapporti con altri piani o programmi, il quadro ambientale in cui si inserisce il piano e le caratteristiche dei siti Natura 2000 ricadenti all'interno del territorio comunale di Palermo.

Quelli più prossimi all'ambito del PRP sono risultati essere:

- S.I.C. ITA020012 "Valle del Fiume Oreto";
- S.I.C. ITA020014 "Monte Pellegrino".

In riferimento ad essi può essere effettuata una valutazione di incidenza, tenendo conto che le opere più vicine ai siti sono quelle previste nel porto turistico dell'Arenella e nel porto turistico di S. Erasmo.

In questi due porti turistici le previsioni di PRP riprendono i singoli progetti già redatti e sottoposti a procedure di valutazione di incidenza con buon esito.

Nel sito portuale dell'Arenella, su iniziativa privata, è stato presentato il progetto di completamento del molo di sottoflutto, opera già prevista nel PRP vigente del porto dell'Arenella e ripresa dal nuovo PRP del porto di Palermo.

Per tale intervento è stata redatta dalla "C.R.E.A. Soc. Coop." una "Relazione di Screening sulla possibile incidenza del progetto sul S.I.C. Monte Pellegrino", le cui conclusioni risultano rilevanti ai fini del presente rapporto ambientale:

"La realizzazione dell'opera non interferisce con l'area S.I.C. citata e pertanto "il progetto non avrà incidenza significativa sul sito Natura 2000 e non è quindi necessario passare alla fase successiva della Valutazione d'incidenza, né tantomeno ha bisogno di essere sottoposto a S.I.A., almeno per quanto riguarda gli aspetti legati al S.I.C. Monte Pellegrino".

Per lo stesso sito, l'Autorità Portuale ha redatto il progetto definitivo per i "Lavori di completamento del molo foraneo del porto dell'Arenella secondo la configurazione di Piano Regolatore approvato dal Consiglio Superiore LL.PP. con voto n. 529 del 11/09/1974".

Anche tale intervento è stato accompagnato da una "Relazione di Screening sulla possibile incidenza del progetto sul S.I.C. Monte Pellegrino" della quale si riportano le conclusioni:

"Gli impatti previsti nelle varie fasi del progetto sono da considerarsi nulli e/o trascurabili rispetto alle sensibilità ambientali presenti all'interno del S.I.C., sia per la loro natura, sia per la distanza che separa le due aree; non si prevedono quindi interazioni di alcun tipo fra la realizzazione del progetto e l'area in cui è presente il S.I.C.".

L'Autorità portuale ha inoltre proposto il progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo ed ha stipulato con privati il contratto di concessione per la progettazione definitiva, esecutiva, e la realizzazione della darsena turistica.

Nell'ambito di tale progetto è stata redatta la "Relazione di incidenza" sul S.I.C. ITA020012 "Valle del Fiume Oreto" che è pervenuta alle seguenti conclusioni:

"L'analisi delle caratteristiche degli habitat e delle specie animali e vegetali presenti nell'area SIC ha evidenziato che si tratta di entità presenti ad una certa distanza dall'area di intervento e pertanto, i rispettivi popolamenti non potranno risentire degli interventi previsti per la realizzazione dell'approdo di S. Erasmo.

Per quanto concerne l'Avifauna, l'intera area SIC, non rappresenta un'area importante per la riproduzione delle specie elencate nella scheda SIC, che invece risultano esclusivamente migratorie.

Le azioni di cantiere e di esercizio previste a seguito della realizzazione delle opere non comporteranno dei cambiamenti significativi e rilevabili per le specie e gli habitat.

Quanto detto è da ricondurre allo stato di degrado che interessa il tratto terminale lungo l'area urbana e la foce del Fiume Oreto, laddove l'eccessiva urbanizzazione ai margini del corso d'acqua, la cementificazione spinta delle sponde e di parte delle golene, gli scarichi, le discariche e quant'altro, hanno causato la sostituzione di formazioni vegetali di pregio con vegetazione erbacea".

In conclusione il nuovo PRP del Porto di Palermo prevede per i porti dell'Arenella e di S. Erasmo esclusivamente interventi in coerenza con il PRP vigente e per i quali le singole valutazioni di incidenza non hanno rilevato alcuna effetto significativo sui S.I.C. prossimi all'ambito portuale.

In generale, visto l'elevato grado di urbanizzazione dell'area circostante l'ambito di piano e la distanza dei siti protetti dall'ambito stesso, si può affermare che la totalità delle azioni previste dal nuovo PRP di Palermo non avrà alcuna incidenza significativa sui S.I.C. ITA020012 e ITA020014.

Al contrario avrà, proprio sul S.I.C. ITA020012, degli effetti positivi in quanto il PRP include nelle sue previsioni, quale area di compensazione urbanistica per la realizzazione del porto turistico di Sant'Erasmus, la riqualificazione ambientale e paesaggistica della Foce del Fiume Oreto (cfr. tavv. 18 e 21 PRP).

8.1.2 Verde urbano

Come visto nel quadro ambientale, Palermo è tra i capoluoghi siciliani, quello con la più alta superficie di verde urbano pro capite. Le NTA del PRP prevedono che, allo scopo di rendere compatibile la sua presenza in un ambito urbano con forte vocazione turistica, il Porto di Palermo dovrà avere una apprezzabile dotazione di aree verdi, comunque non meno della somma delle prescrizioni minime; l'Autorità Portuale dovrà curarne con particolare attenzione il progetto e la manutenzione.

I parcheggi delle automobili dovranno essere realizzati ovunque possibile con pavimentazioni semiverdi, erbose e filtranti, ombreggiate con piante o pergolati verdi. Di seguito, distinti per aree funzionali del PRP, le superfici di aree verdi secondo gli standard minimi indicati nelle NTA.

Tabella 8.1 – Superfici minime di aree verdi

Area funzionali	m ²
Area A	97.430
Area B (Sub-Aree B1-B2-B3)	21.595
Area B (Sub-Area B4)	5.850
Area C	9.210
Totale	134.085

Nell'area D è previsto solo verde di arredo.

Le nuove sistemazioni a verde ed il mantenimento e riordino di quelle esistenti hanno sicuramente un impatto positivo sul porto e sull'ambiente circostante, in particolare ci si riferisce:

- alle Sotto-Zone A2.1 e A3.2 del parco pubblico del Foro Italico e della Villa a mare;
- alla Sotto-Zona A3.3 della Foce del Fiume Oreto, dove è prevista la riqualificazione ambientale e paesaggistica per attività ricreative e sportive (area di compensazione urbanistica porticciolo di Sant'Erasmus – cfr. Tav. 18 PRP);
- alla Sub-Area B2 di interfaccia con la città.

8.1.3 Comunità bentoniche della frangia e dell'infralitorale superiore

Dall'esame delle cartografie ufficiali delle biocenosi bentoniche (Si.Di.Mar.) e di rilievi appositamente effettuati per progetti ricadenti all'interno dell'ambito del PRP, è stato verificato che le praterie di posidonia oceanica o di altre biocenosi bentoniche di pregio risultano esterne alle aree dell'ambito del PRP, pertanto esse non subiranno effetti negativi né dalla futura realizzazione delle modifiche alle opere foranee previste nel nuovo PRP, né dalle rotte di ingresso al porto, che non attraversano le praterie.

8.2 SUOLO E RISCHI NATURALI

Gli effetti significativi sul suolo che l'adozione del piano potrebbe dare sullo scenario del sistema portuale di Palermo sono molto limitati e più che altro relativi al tipo di uso del suolo previsto dal piano stesso. In linea di massima il piano fa aumentare le aree funzionali relative alle attività portuali, il che comporta da una parte un maggiore consumo del suolo, ma dall'altra la possibilità di controllo nei confronti di minacce di tipo antropico non pianificato quali l'abusivismo (edilizio, discariche abusive etc) e di minacce di tipo naturale quali per esempio l'ingressione marina a causa di mareggiate particolarmente violente o l'erosione costiera. Quanto aspetto è particolarmente valido nei casi in cui lo stato dei luoghi si presenti abbandonato e privo di difese naturali che dovrebbero garantire una regimentazione di equilibrio.

Entrando più nello specifico le aree sulle quali il piano intende intervenire sono comunque già utilizzate in ambito portuale. Pertanto, anche se vi sarà una variazione di destinazione d'uso, riguarderà una superficie già sfruttata. In ogni caso l'effetto indotto dalla realizzazione di quanto previsto dal piano, considerato che l'obiettivo della pianificazione deve cercare di prevedere gli sviluppi futuri, non potrà che essere positivo sia a breve che a lungo termine. In termini di reversibilità dell'area non si è in grado di definire correttamente una vera e propria capacità di riconversione in quanto le aree sono comunque parzialmente già utilizzate o peggio ancora degradate, in attesa di una riqualificazione che il piano porterà a tali aree.

In generale, gli effetti dell'adozione del piano sono neutri nei confronti del rischio di alluvioni in quanto non si interviene su corsi d'acqua o su sistemi di drenaggio; sono altresì neutri e debolmente positivi per quanto riguarda il rischio di desertificazione, in quanto si tratta comunque di aree già destinate ad attività antropiche produttive. Per quanto riguarda la contaminazione del suolo si ritiene possa esserci un beneficio in particolare per le aree A e B in quanto è prevista dal piano la realizzazione di spazi verdi, ma anche la realizzazione di parcheggi e di edificazione potranno, grazie soprattutto alle moderne tecnologie di smaltimento delle acque di prima pioggia e all'isolamento delle terre sottostanti, preservare la natura dei suoli. In area C l'adozione del piano pare essere neutra nei confronti dei suoli, mentre in area D potrebbero esserci delle contaminazioni dovute alla realizzazione di piazzali per la movimentazione, rimessaggio ma soprattutto carenaggio delle imbarcazioni. Tali rischi potranno essere in ogni caso mitigati in maniera efficace con impianti di drenaggio delle acque meteoriche correttamente dimensionati e che utilizzano moderne tecnologie.

8.3 EROSIONE E DINAMICA COSTIERA

Gli effetti delle variazioni previste dal piano rispetto allo stato attuale, in termini di effetti sul litorale o direttamente sul regime della dinamica che si instaura per effetto dell'interazione tra le forzanti ambientali e la morfologia costiera, sono decisamente molto limitati e ridotti. Tale neutralità, che le nuove opere previste dal piano possono avere sul regime litoraneo, e quindi indirettamente sulla dinamica morfologica, è da attribuire soprattutto al fatto che gli interventi proposti sono molto limitati dal punto di vista dimensionale. Inoltre sono previsti in zone protette, all'interno dei porti industriale e commerciale. Per quanto riguarda il rischio di erosione delle coste basse, come anche evidenziato nel rapporto PAI (unità fisiografica 16 e 17 paragrafo 3.2, pagina 49) l'area non è interessata da questo tipo di fenomeni e l'adozione del piano non implica nessun tipo di ulteriore rischio.

Per quanto riguarda l'erosione di coste alte si hanno (sempre secondo il PAI, rapporto unità fisiografica 16 e 17, paragrafo 3.3) delle zone a rischio R4 e pericolosità P3 e P4 nel comune di Ficarizzi (circa 7 km a Est del porto commerciale). Tuttavia, mentre il fenomeno dell'erosione delle spiagge è una conseguenza di un regime litoraneo che interessa tutta l'unità fisiografica, l'erosione e il dissesto delle falesie è localizzato in quel particolare punto e difficilmente influenzato da tutto il meccanismo della dinamica. Pertanto, dato che le aree interessate dal rischio di frane/erosione sono ben distanti dalle zone interessate dall'adozione del piano si ritiene verosimilmente che le interazioni delle azioni del piano con l'erosione della costa alta siano trascurabili.

Infine è da rimarcare l'effetto positivo che potrà essere indotto dalle azioni del piano sul miglioramento della condizione di insabbiamento del porto dell'Arenella grazie al prolungamento dei moli esistenti in zona d'ombra del vettore traspedeponzionale (sub area A5).

8.4 ACQUA E AMBIENTE MARINO

Negli Studi di Settore redatti per il nuovo PRP è stata verificata la qualità delle acque nell'ambito delle opere previste dallo strumento di pianificazione (cfr. l'elaborato A5 "Studio del ricambio idrico e della diffusione degli inquinanti").

Lo studio era finalizzato alla verifica della qualità delle acque nei bacini dei porti turistici dell'Arenella e della Cala, attraverso l'analisi del ricambio idrico e della dispersione degli inquinanti, che hanno evidenziato come, in relazione alla geometria talvolta complessa dell'impianto portuale ed all'ampiezza spesso troppo modesta dell'onda di marea, la circolazione naturale può avere un'afficacia limitata solo alle aree più esterne dei bacini, lasciando così che nelle zone più interne di questi si possano instaurare condizioni di ristagno.

8.4.1 Verifica dell'ossigeno disciolto (DO)

A completamento delle indagini numeriche eseguite per la determinazione delle qualità delle acque all'interno dei bacini, è stata effettuata la verifica dell'ossigeno disciolto (DO), tramite l'applicazione in serie dei codici RMA2-RMA4, già utilizzati durante la redazione dell'elaborato A.5.

L'ossigeno disciolto (DO) consente una valida caratterizzazione qualitativa dello "stato di salute" delle acque invase, anche se non è certo in grado di esprimere i complessi rapporti biologici, chimici e fisici che si instaurano all'interno del corpo d'acqua, per l'analisi dei quali si renderebbe necessario definire altri parametri quali la temperatura, il pH, il BOD, la carica batterica, le sostanze disciolte e quelle in sospensione.

In generale infatti si osserva che il corpo d'acqua permane in uno stato di "salute", fin tanto che in esso si mantiene una concentrazione di ossigeno tale da assicurare la vita e lo sviluppo degli organismi più elevati e più sensibili a carenze di ossigeno (Masotti, 1978). La concentrazione di ossigeno disciolto in acqua di mare in condizioni di saturazione varia tra 6,4 e 11,9 mg/l con temperatura variabile tra 30°C e 0°C.

E' stato provato che una riduzione della concentrazione di ossigeno sotto valori di 3mg/l provocherebbe la morte ed il decadimento delle specie di macro invertebrati e fitoplancton più sensibili, incrementando la massa dei fanghi organici ed innescando ulteriori fenomeni di deterioramento della qualità della massa idrica invasata.

8.4.1.1 I modelli di calcolo utilizzati

Sono stati utilizzati due modelli idrodinamici per la verifica dell'ossigeno disciolto, di seguito descritti.

8.4.1.2 Il modello di calcolo RMA2

Il modello idrodinamico è stato costruito con il codice di calcolo RMA2 sviluppato da US Army Engineer Research and Development Center, Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory a partire dal 1973. Nell'attuale studio è stato utilizzato il codice RMA-2 V4.35. RMA2 è un modello agli elementi finiti che si basa sulla soluzione delle equazioni di governo bidimensionali e per profondità medie delle acque basse, utilizzando la forma di Reynolds delle equazioni non lineari di Navier-Stokes per moti turbolenti. Lo scopo del modello è predire quantitativamente le velocità, la percentuale di flusso e le elevazioni della superficie dell'acqua. Le ipotesi del modello sono:

- stato stazionario delle correnti e dei venti;
- moto bidirezionale su di un piano orizzontale;
- corrente costante per tutta l'altezza della colonna d'acqua.

Le equazioni di governo, come già accennato, sono quelle della conservazione nelle due direzioni orizzontali della massa e del momento del fluido integrate rispetto alla profondità:

$$(1)$$

$$h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left(E_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + gh \left(\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{gun^2}{(1.486h^{1/6})^2} + (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2h\omega v \sin \phi = 0$$

$$(2)$$

$$h \frac{\partial v}{\partial t} + hu \frac{\partial v}{\partial x} + hv \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left(E_{yx} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + gh \left(\frac{\partial a}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{gvn^2}{(1.486h^{1/6})^2} + (u^2 + v^2)^{1/2} - \zeta V_a^2 \sin \psi + 2h\omega v \sin \phi = 0$$

$$(3)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0$$

dove:

- h = profondità;
- u, v = velocità nelle direzioni cartesiane;
- x, y, t = coordinate cartesiane e tempo;
- ρ = densità del fluido;
- E = Eddy viscosity coefficient;
- g = accelerazione di gravità;
- a = elevazione del fondale;
- n = Manning's roughness n-value;
- ω = velocità della rotazione angolare terrestre;
- ϕ = latitudine locale.

8.4.1.3 Il modello di calcolo RMA4

RMA4 è un modello matematico bidimensionale agli elementi finiti nel quale la distribuzione della concentrazione viene assunta costante col variare della profondità. Il modello è stato sviluppato dalla *US Army Engineer Research and Development Center, Waterways Experiment Station Coastal and Hydraulics Laboratory*.

La forma dell'equazione di governo per il trasporto nelle profondità medie è la seguente:

$$h \left(\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial c}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial c}{\partial y} - \sigma + kc + \frac{R(c)}{h} \right) = 0$$

dove:

- h = profondità dell'acqua;
- c = concentrazione d'inquinante per un dato costituente;
- t = tempo;
- u, v = velocità nelle direzioni x e y ;
- D_x, D_y = coefficiente di dispersione;

- k = decadimento del primo ordine dell'inquinante;
- σ = sorgente del costituente;
- $R(c)$ = indice di pioggia/evaporazione.

Il modello utilizza gli stessi domini di calcolo di RMA2, dal quale riceve anche gli input idrodinamici.

8.4.1.4 Definizione del dominio di calcolo

Considerata la localizzazione del sito in analisi (Golfo di Palermo), sono stati realizzati due domini di calcolo, chiusi da un contorno semicircolare. Ogni dominio è costituito da una mesh ad elementi finiti bidimensionali ed isoparametrici di forma triangolare o quadrilaterale. Per entrambi i domini è stata utilizzata una risoluzione maggiore degli elementi in prossimità delle strutture portuali.

La figura 7.1 mostra l'andamento della profondità dei fondali delle zone in esame; il DTM è stato ottenuto attraverso un opportuno algoritmo di interpolazione applicato alle informazioni batimetriche ottenute dal committente. Le configurazioni portuali in analisi sono quelle previste dal nuovo Piano Regolatore Portuale. Per una descrizione di quest'ultime si rimanda agli elaborati di piano.

La mesh denominata "1" (cfr. Figura 8.2) è stata utilizzata per valutare la circolazione idrica relativa alla porzione a sud del golfo di Palermo che va dai cantieri navali al litorale di Romagnolo ed è composta da 9928 elementi, 20778 nodi. La profondità massima è pari a 75,9m.

La mesh denominata "2" (cfr. Figura 8.2) è stata utilizzata per valutare la circolazione idrica nella porzione a Nord del golfo di Palermo che va dal litorale di Vergine Maria alla diga di protezione del Bacino dei Cantieri Navali ed è composta da 5291 elementi, 11198 nodi. La profondità massima è pari a 96,5 m.

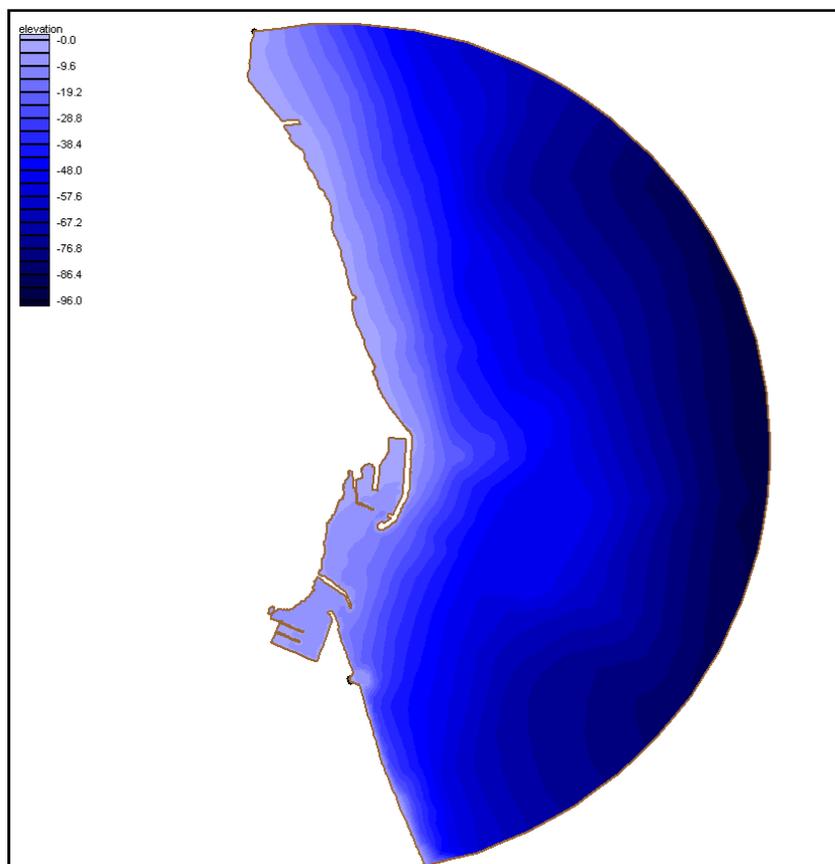


Figura 8.1 – Dominio di calcolo con visualizzazione delle batimetrie per il bacino 1 (nord)

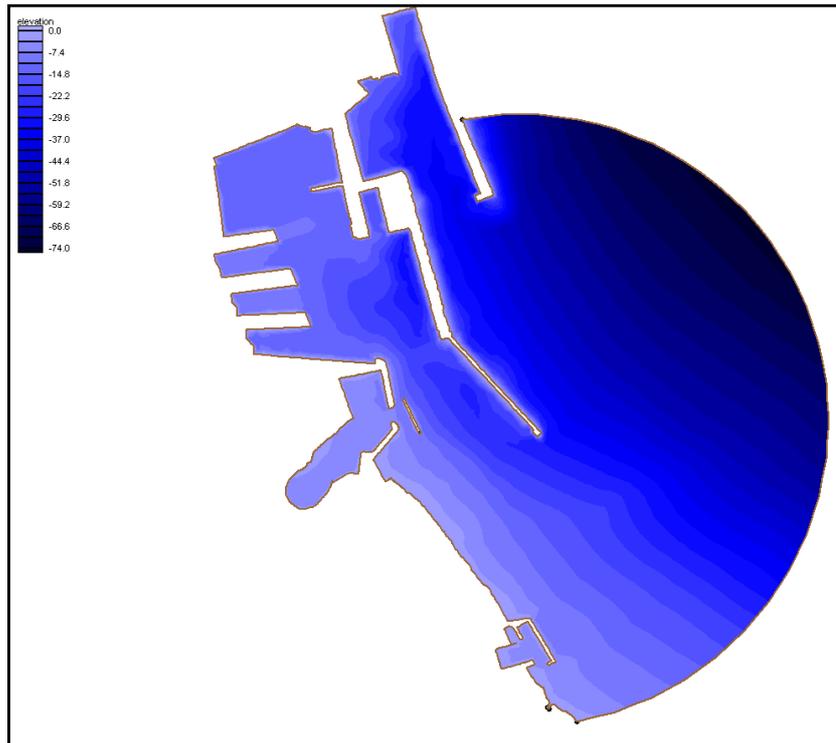


Figura 8.2 – Dominio di calcolo con visualizzazione delle batimetrie per il bacino 2 (sud)

8.4.1.5 Scelta delle condizioni al contorno

Le simulazioni numeriche per la valutazione dei gradienti di concentrazione dell'ossigeno disciolto sono state effettuate con l'ausilio dei codici RMA2 e RMA4, modelli già descritti in precedenza.

Queste hanno avuto lo scopo di verificare il grado di concentrazione dell'ossigeno disciolto a regime, in uno scenario di simulazione cautelativo (temperature medie del periodo estivo e sola escursione di marea).

E' stata posta una concentrazione iniziale minima su tutto il dominio pari a 3.0 mg/l, corrispondente al valore che corrisponde alla morte e al decadimento delle specie acquatiche.

Si osserva che è stata considerata una legge di decadimento di tipo esponenziale:

$$C(t) = C(t_0)e^{-kt}$$

assumendo come coefficiente di decadimento un valore pari a $k = 1,0$.

Inoltre si è imposto che in corrispondenza del "contorno aperto" del bacino si abbia una concentrazione di ossigeno disciolto non eccessivamente elevata e pari a 5.0 mg/l operando, in tal modo, a vantaggio di sicurezza.

Nella realtà, lungo tale contorno si potranno riscontrare valori della concentrazione di ossigeno disciolto superiori a quelli assunti, in ragione della marcata miscelazione operata dalle onde e dalle correnti marine; a conferma di ciò si rimanda ai dati forniti dall'Autorità Portuale alle attività di campionamento delle acque effettuate da ARPA Sicilia, nel periodo 2009-2001, su convenzione con l'Autorità Portuale: nel report relativo a tale campagna di misura, sono riportati nelle tabelle i valori di ossigeno disciolto in vari punti di campionamento ed in cui ogni valore di concentrazione è superiore a 5.0 mg/l.

Le simulazioni effettuate sono state riferite ad un arco temporale di 96 ore, con uno step temporale pari ad 1 ora.

Per poter applicare le condizioni al contorno alla “open boundary” di forma semicircolare è stata attribuita:

- la condizione idrodinamica (per RMA2) relativa alla variazione temporale dei livelli idrici dovuti agli effetti della marea astronomica;
- la condizione sulla concentrazione in ingresso di DO pari a 5 mg/l (per RMA4).

Inoltre durante le simulazioni RMA4, su tutto il dominio è stata applicata una concentrazione iniziale minima su tutto il dominio pari a 3.0 mg/l.

Si riportano di seguito alcune osservazioni relative alla forzante principale del sistema utilizzata in via cautelativa, che è l'oscillazione di marea che si propaga dal mare.

Per la modellazione di quest'ultima, si sono utilizzate le componenti di marea astronomica ricavate dai dati registrati dalla stazione mareografica sita nel porto di Palermo. Per questo sito le componenti significative sono quelle riportate nella Tabella 8.2. L'andamento risultante è di tipo semidiurno (cfr. Figura 8.3) con due alte maree e due basse maree al giorno di ampiezza diversa (maree di tipo sinodico-declinazionale). Le escursioni di marea astronomica sono caratterizzate da una periodicità bimensile distinta nelle fasi sizigie (luna piena e nuova) e di quadratura. Dai risultati dell'analisi emerge dunque che l'ampiezza complessiva della marea astronomica è compresa in un intervallo pari compreso tra i -20 e + 23 cm.

Nome	Periodo [ore min]	Ampiezza [cm]	Fase [°]
M2	12 25'	11.25	207.39
S2	12 00'	4.23	229.84
K1	23 56'	2.83	180.91
N2	12 39'	2.33	192.31
K2	12 39'	1.18	223.21
O1	25 49'	1.07	100.85
P1	24 04'	0.03	169.54
M4	6 12'	0.52	76.42

Tabella 8.2 – Principali componenti armoniche della marea ricavate dall'analisi in frequenza dei dati registrati dal mareografo della Rete Mareografica Nazionale sito nel porto di Palermo

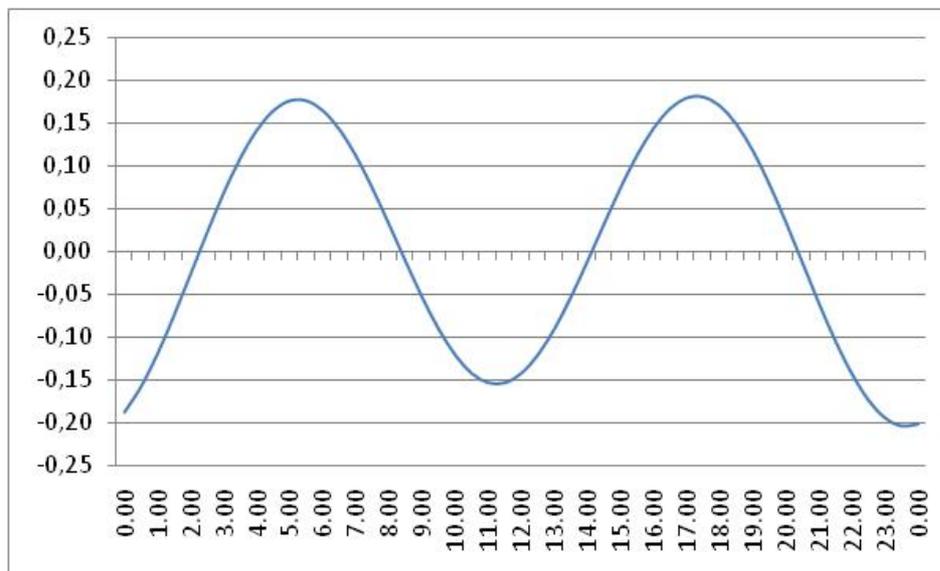


Figura 8.3 – Andamento risultante della marea astronomica nel Porto di Palermo nell'arco di 24 ore

A tutti i nodi lungo il confine semicircolare esterno del dominio sono stati assegnati gli stessi valori di elevazione della superficie dell'acqua per ogni intervallo temporale della simulazione in funzione della curva dell'andamento di marea.

Per tener conto della fase di avvio (spin up) ed arrivare ad una situazione non influenzata dalle condizioni iniziali, è stato utilizzato un tempo di simulazione pari a 96 ore (4 giorni).

Si riporta in Figura 8.4 la curva sinusoidale dell'andamento di marea esteso a 96 ore utilizzata per definire le condizioni al contorno.

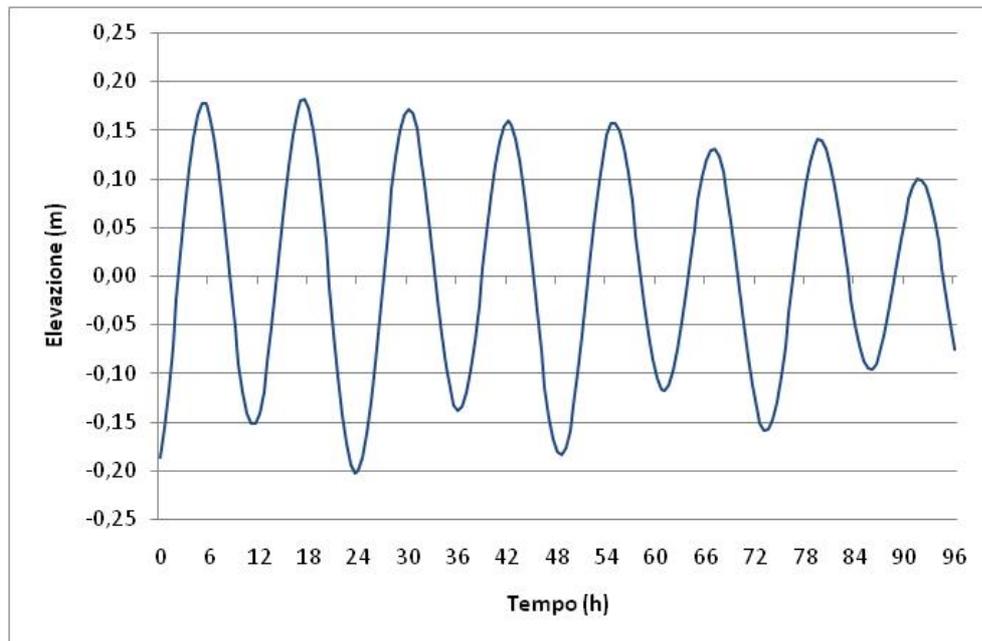


Figura 8.4 – Andamento della marea astronomica per un periodo di 96 ore

I modelli sono stati quindi calibrati e verificati in funzione delle velocità risultanti e della variazione del livello superficiale dell'acqua; si riporta in Tabella 8.3 il prospetto riepilogativo.

CRITERIO DINAMICO DI CONVERGENZA	0.001 m
TEMPERATURA DELL'ACQUA	15°C
NUMERO DI ITERAZIONI ALGORITMO ASCIUTTO/BAGNATO	4
PROFONDITA' DEL NODO ASCIUTTO	0.084 m
PROFONDITA' DEL NODO ATTIVO	0.183 m

Tabella 8.3 – Prospetto riepilogativo dei dati di input per le simulazioni RMA2

La risoluzione temporale è stata scelta in modo da ottimizzare il livello di stabilità delle simulazioni numeriche, che dipende anche dalla risoluzione spaziale: i migliori risultati sono stati ottenuti per $\Delta t = 1,0$ h.

8.4.1.6 Risultati relativi al dominio 1 (nord)

Le simulazioni numeriche di tipo RMA4 hanno fornito i trend di diffusione/dispersione dell'ossigeno disciolto. Di seguito si riportano alcune mappe cromatiche in cui al rosso è stato associato il valore di 3 mg/l, valore minimo ammissibile riconosciuto in letteratura; al valore blu è stato associato il valore 8 mg/l; in Figura 8.5 sono riportate le mappe cromatiche relative al dominio Nord, per un periodo di 24 ore, ritenute idonee per identificare i gradienti di ossigeno disciolto all'interno del dominio stesso.

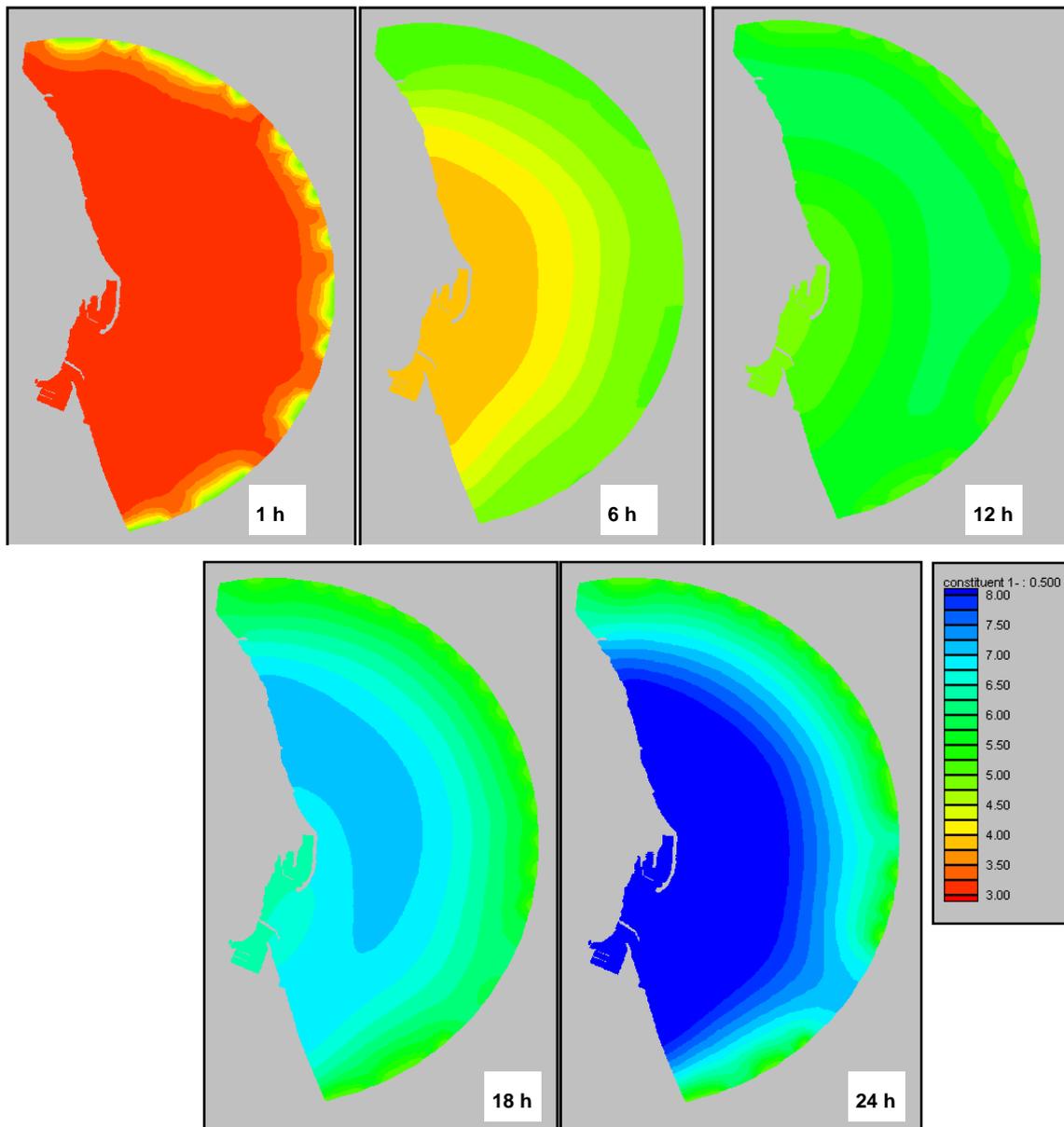


Figura 8.5 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Condizioni dopo 1, 6, 12, 18 e 24 ore

Come è possibile osservare dalle mappe cromatiche identificate, all’interno del dominio già dopo circa 6 ore dall’inizio della simulazione, in ogni punto le concentrazioni di ossigeno disciolto sono maggiori di 4 mg/l; dopo 12 ore sono maggiori di 5 mg/l e dopo 18 ore maggiori di 6 mg/l.

A conferma di questo trend, si riportano in Figura 8.7, Figura 8.8, Figura 8.9 e Figura 8.10 i diagrammi temporali relativi all’andamento dei gradienti dell’ossigeno disciolto, in alcuni punti di controllo; per la planimetria di riferimento si faccia riferimento alla Figura 8.6.

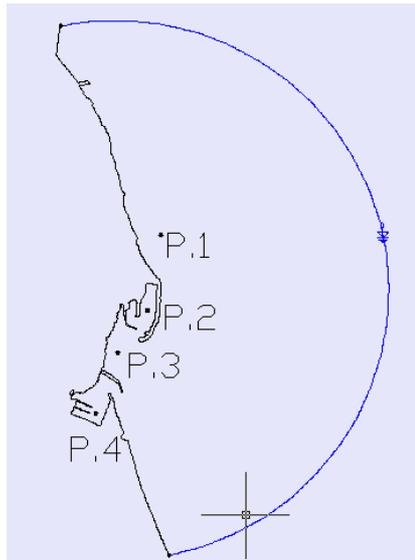


Figura 8.6 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Localizzazione dei Punti di Controllo

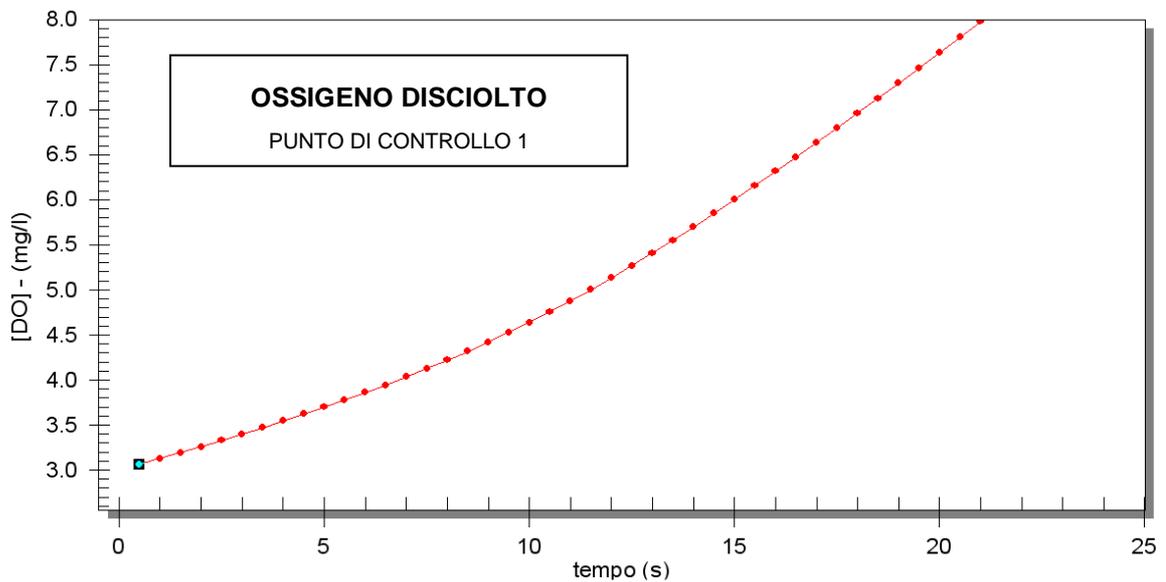


Figura 8.7 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Punto di Controllo 1

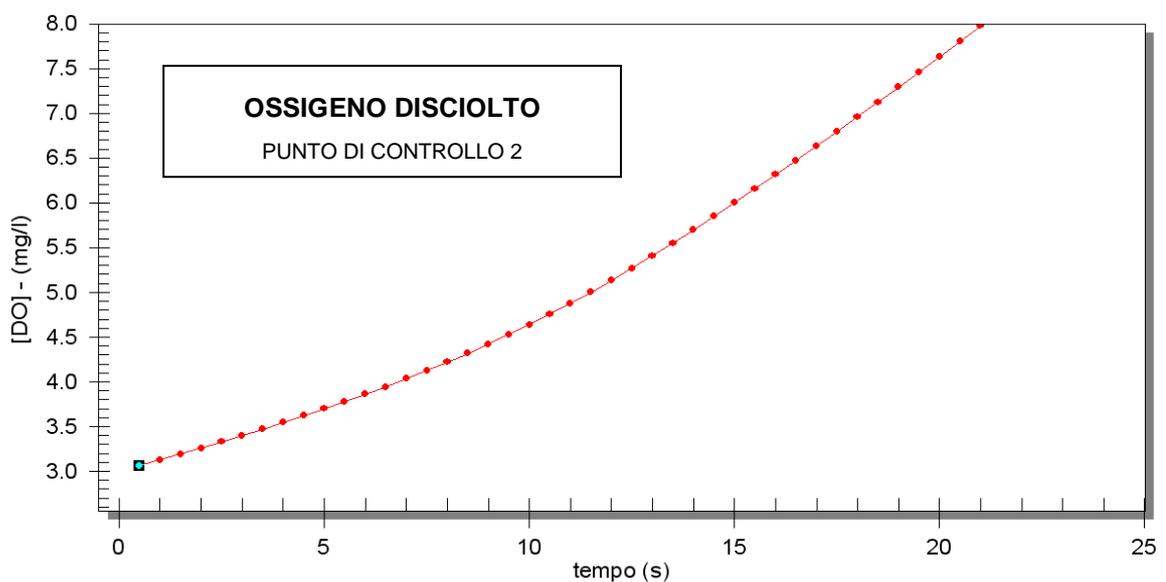


Figura 8.8 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Punto di Controllo 2

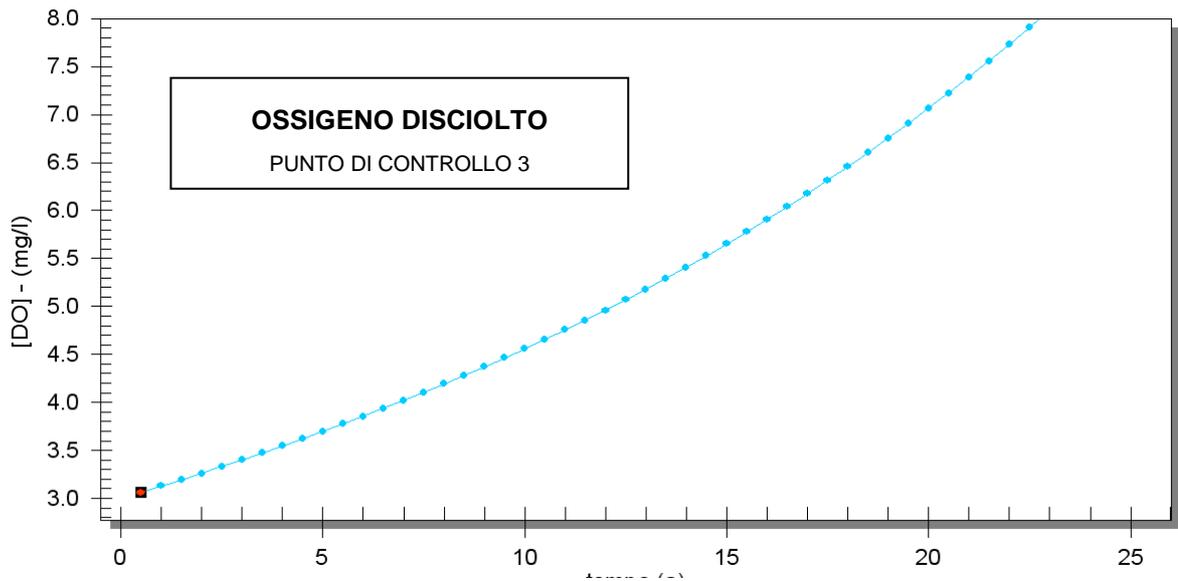


Figura 8.9 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Punto di Controllo 3

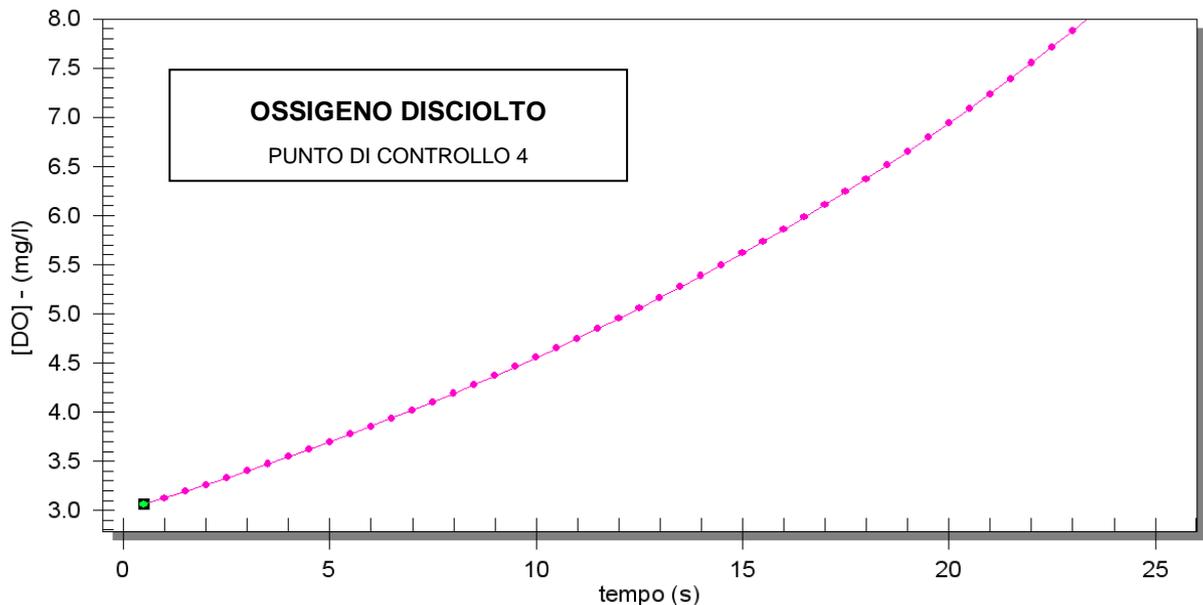


Figura 8.10 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Nord. Punto di Controllo 4

Dall’analisi dei valori di concentrazione di ossigeno disciolto, si osserva che la configurazione è caratterizzata da buoni trend di gradiente di ossigeno disciolto, relativi alla circolazione idrodinamica per sola marea, pari o addirittura migliori di quelli delle condizioni di stato di fatto.

8.4.1.7 Risultati relativi al dominio 2 (sud)

Si riportano in Figura 8.11, le mappe cromatiche relative al dominio Sud, per un periodo di 24 ore, ritenute idonee per identificare i gradienti di ossigeno disciolto all’interno del dominio stesso.

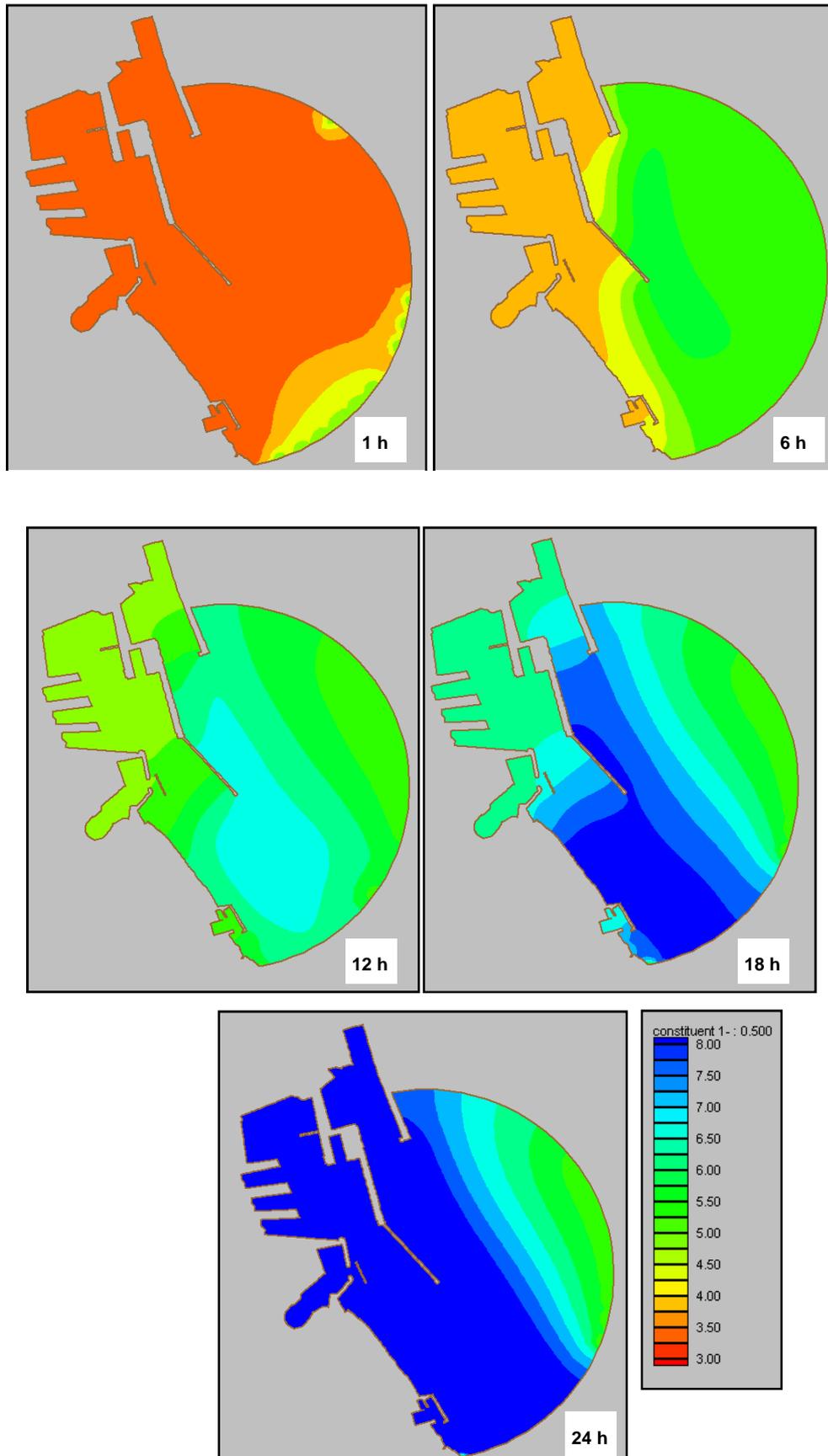


Figura 8.11 – Valutazione dell’ossigeno disciolto. Dominio Sud. Condizioni dopo 1, 6, 12, 18 e 24 ore

Come è possibile osservare dalle mappe cromatiche appena identificate, all'interno del domino già dopo circa 6 ore dall'inizio della simulazione in ogni punto le concentrazioni di ossigeno disciolto sono maggiori di 4 mg/l; dopo 12h sono maggiori di 5 mg/l, dopo 18 maggiori di 6 mg/l.

A conferma di questo trend, si riportano in Figura 8.13, Figura 8.14, Figura 8.15 e Figura 8.16, i diagrammi temporali relativi all'andamento dei gradienti dell'ossigeno disciolto in alcuni punti di controllo; per la planimetria di riferimento si faccia riferimento alla Figura 8.12.

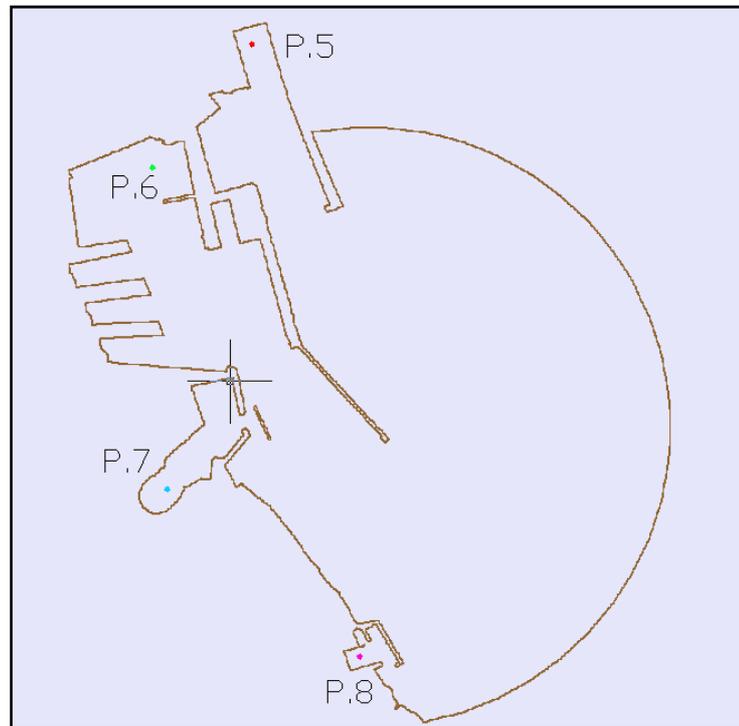


Figura 8.12 – Valutazione dell'ossigeno disciolto. Dominio Sud. Localizzazione dei Punti di Controllo

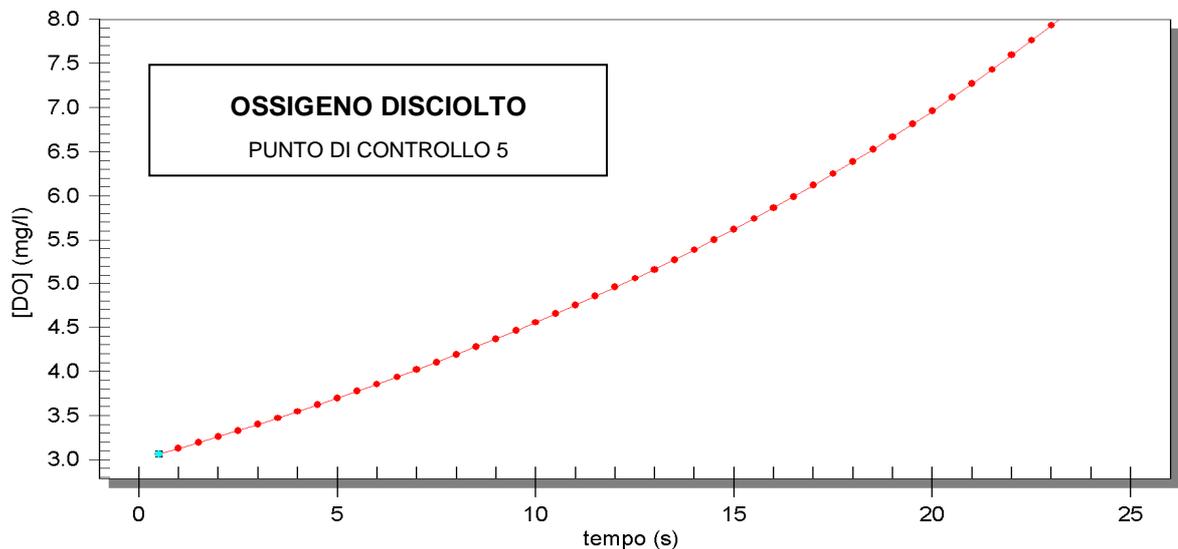


Figura 8.13 – Valutazione dell'ossigeno disciolto. Dominio Sud. Punto di Controllo 5

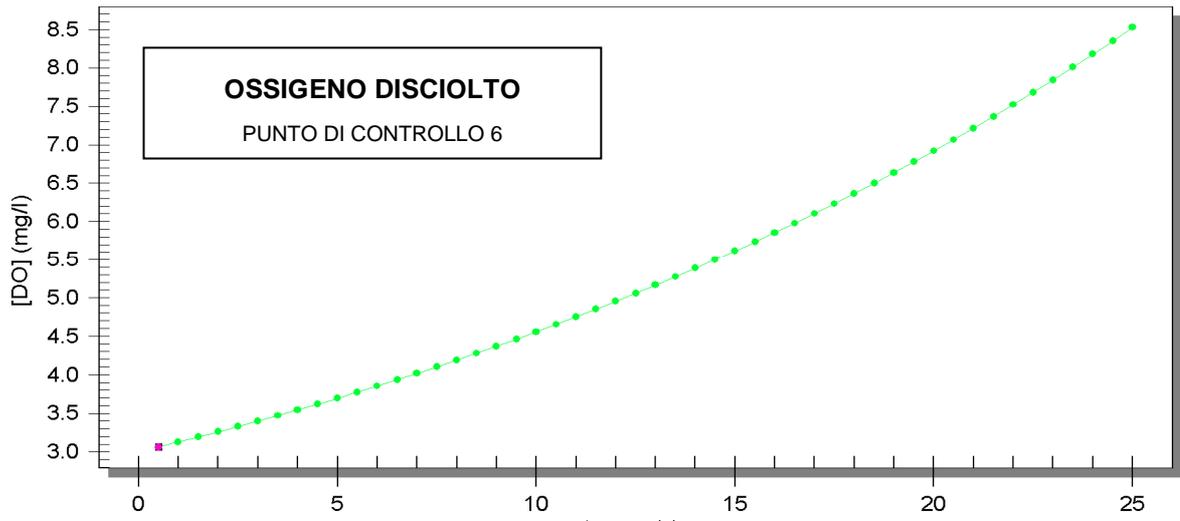


Figura 8.14 – Valutazione dell'ossigeno disciolto. Dominio Sud. Punto di Controllo 6

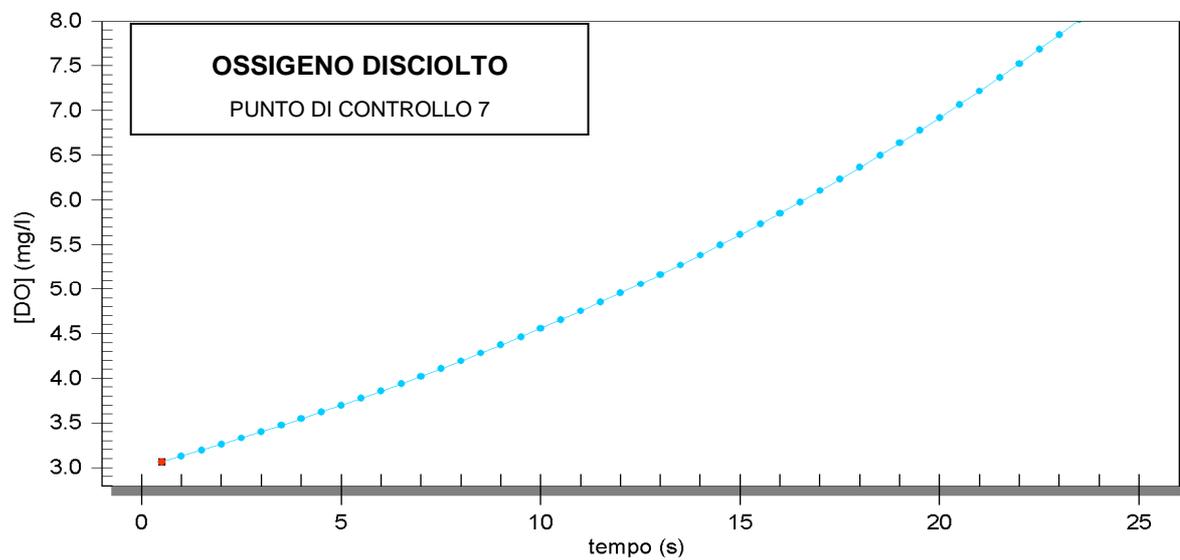


Figura 8.15 – Valutazione dell'ossigeno disciolto. Dominio Sud. Punto di Controllo 7

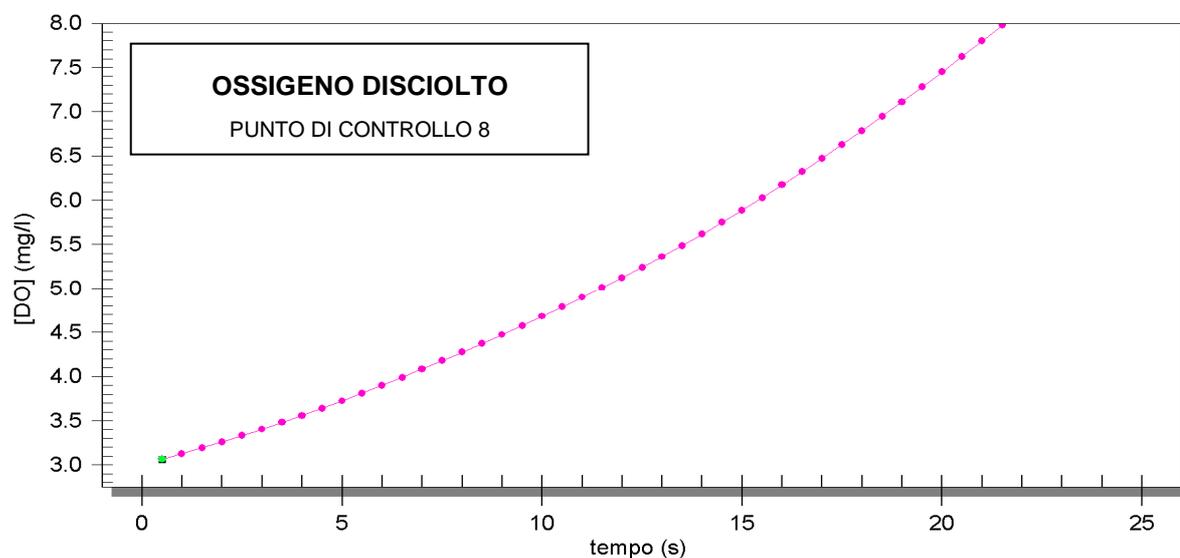


Figura 8.16 – Valutazione dell'ossigeno disciolto. Dominio Sud. Punto di Controllo 8

Dall'analisi dei valori di concentrazione di ossigeno disciolto, si osserva che la configurazione è caratterizzata da buoni trend di gradiente di ossigeno disciolto, relativi alla circolazione idrodinamica per sola marea, pari o addirittura migliori di quelli delle condizioni di stato di fatto.

8.4.2 Valutazione dell'indice TRIX

8.4.2.1 Generalità

I bacini portuali sono potenzialmente soggetti a fenomeni di inquinamento delle loro acque generati dalle seguenti cause:

- scarso ricambio delle acque, con conseguente deficienza dell'ossigeno disciolto;
- scarichi dalle imbarcazioni;
- inquinanti trasportati dalle piogge che sciolgono da piazzali, parcheggi, tetti ed altre superfici impegnate;
- alterazione e/o distruzione meccanica degli ambienti costieri e delle loro comunità biotiche durante la costruzione delle opere;
- inquinamento generato dalle attività di manutenzione e pulizia delle barche, sia che avvengano in acqua che a terra.

Gli effetti e gli inquinanti associati a tali cause possono includere:

- incrementi nel BOD (Biological Oxygen Demand) e SOD (Sediment Oxygen Demand) causati dai rifiuti organici contenuti nelle acque reflue e dagli scarti e rifiuti delle imbarcazioni e del lavaggio delle attrezzature da pesca;
- nutrienti;
- sostanze patogene;
- metalli pesanti;
- torbidità;
- idrocarburi.

I due parametri ritenuti critici per la qualità delle acque sono l'ossigeno disciolto ed il livello di carica batterica. Entrambi sono parametri fortemente influenzati da un ricambio idrico del bacino più o meno efficiente.

Tra i gas disciolti nell'acqua di mare, l'ossigeno è di particolare importanza, sia per quantità, sia soprattutto per il significato ecologico.

La misura dell'ossigeno disciolto nelle acque costituisce un utile tracciante per lo studio dei movimenti delle masse d'acqua ed un sensibile indicatore nelle dinamiche dei processi ciclici che si innescano nel dominio marino.

L'ossigeno è correlato alla produzione fotosintetica, a fenomeni di scambio con l'atmosfera e a mescolamenti verticali delle masse d'acqua.

Le acque degli strati superficiali sono caratterizzate da valori di ossigenazione in genere minimi in inverno (tipicamente per la scarsa attività fotosintetica) e da valori massimi in estate, stagione durante la quale è elevata la produzione primaria di sostanza organica delle acque marine (con condizioni di saturazione o sovrasaturazione, a seconda del peso relativo dei processi biologici di produzione e di consumo e dei flussi con l'atmosfera).

In profondità (periodo primaverile ed invernale), la colonna d'acqua presenta valori generalmente vicini alla saturazione dovuti sia all'attivo mescolamento verticale sia alla re-aerazione per scambio attraverso la superficie.

In estate, sia per la riduzione degli scambi verticali dovuti all'instaurarsi, all'interno della colonna d'acqua, di uno strato termocline, che per la scarsa produzione fotosintetica nella zona afotica (priva o quasi di luce), il consumo di ossigeno eccede generalmente la produzione e si possono verificare condizioni di progressiva ipossia.

Il parametro $|D\%O|$ (deviazione in valore assoluto della saturazione di ossigeno dal 100%), può essere considerato un ottimo indicatore dell'intensità della produzione del sistema acquatico, dal momento che esso esprime sia la fase di attiva fotosintesi (produzione di O_2), sia la fase di prevalente respirazione (consumo di O_2).

Tra gli altri fattori causali da tenere in considerazione, vi sono i parametri legati ai nutrienti fosforo P e azoto N.

Un rapporto N/P anomalo, superiore a 100, rivela una situazione di acque caratterizzate da pressione antropica derivante dall'immissione di scarichi non depurati ed acque di dilavamento provenienti da territori ad utilizzazione intensiva.

Un parametro sostitutivo della biomassa fitoplanctonica autotrofa è ben rappresentato dalla clorofilla; valori medi di clorofilla tra 1 mg/l e 5 mg/l, corrispondono ad acque mesotrofiche o mediamente produttive.

8.4.2.2 L'indice trofico *TRIX*

Per la descrizione dello stato di qualità delle acque di mare viene utilizzato anche l'indice trofico *TRIX*, funzione di grandezze chimiche (percentuale di ossigeno disciolto e concentrazioni di fosforo e azoto) e biologiche (clorofilla a) rilevate nelle acque marine.

L'introduzione dell'indice trofico *TRIX* e della relativa Scala Trofica, ha consentito l'abbandono della categorizzazione trofica tradizionale e reso possibile la misura dei livelli trofici in termini rigorosamente oggettivi, nonché il confronto tra differenti sistemi costieri per mezzo di una scala quantitativa, che copre un'ampia gamma di situazioni trofiche e consente, inoltre, il confronto dei valori in un intervallo temporale al fine di monitorare l'andamento dell'indice nel tempo.

Il *TRIX* è un indice di trofia che, sulla base di dati analitici, descrive in modo rapido e sintetico lo stato ambientale e le condizioni di un'area marina sottoposta ad indagine.

L'indice fu elaborato inizialmente per sistemi eutrofici ove il criterio di valutazione dà peso preponderante alla saturazione percentuale di ossigeno, poiché tale parametro è molto indicativo in ambienti soggetti a crisi anossiche nei sistemi di interfaccia colonna d'acqua-fondo.

L'indice trofico *TRIX*, presente nella legislazione italiana, è un indice che permette di definire lo stato di qualità delle acque marino-costiere e fornisce inoltre un modello interpretativo per valutare anche l'andamento temporale e spaziale dei fenomeni e delle variabili che concorrono a determinarlo.

Il calcolo dell'indice *TRIX* viene definito dalla combinazione lineare di quattro variabili (Azoto inorganico, Fosforo totale, Clorofilla "a", Ossigeno disciolto), ognuna delle quali contribuisce a descrivere, secondo il proprio peso, il livello di produttività di una determinata zona costiera.

Il *TRIX* è un indice multimetrico, essendo i parametri che lo compongono indicatori di biomassa fitoplanctonica, reale o potenziale, con il significato di parametri fondamentali di stato trofico; l'indice viene applicato per caratterizzare lo stato trofico delle acque marino-costiere ed è basato sulla somma di indicatori diretti di produttività (clorofilla a ed ossigeno disciolto) e di fattori nutrizionali (azoto minerale disciolto e fosforo totale) (Vollenweider et al. 1998). L'espressione matematica utilizzata per calcolare il *TRIX* è :

$$TRIX = [(Log_{10}(Cha) + Log_{10}(aD\%O) + Log_{10}(DIN) + Log_{10}(TP) - (k)]/m$$

dove:

- *Cha* è il valore di clorofilla a ($\mu\text{g/l}$) (Vollenweider et al.1998);
- *aD%O* è la percentuale di ossigeno disciolto come variazione in valore assoluto della saturazione;
- *DIN* è l'azoto minerale solubile (N- NO_3 , N- NO_2 , N- NH_3) ($\mu\text{g/l}$);

- *TP* è il fosforo totale ($\mu\text{g/l}$).

Infine, i coefficienti $k=1,5$ ed $m=1,2$ adottati dagli autori stabiliscono un range di variabilità del *TRIX* tra 0 (condizioni oligotrofiche) e 10 (condizioni fortemente eutrofiche) unità nella scala trofica. La scala trofica è suddivisa, poi, in 4 categorie che rappresentano le condizioni di produttività e lo stato qualitativo delle acque marine (cfr. Tabella 8.4).

SCALA TROFICA	STATO	CONDIZIONI
2-4	elevato	Acque scarsamente produttive. Livello di trofia basso. Buona trasparenza delle acque. Assenza di anomale colorazioni. Assenza di sottosaturazione sul fondo.
4-5	buono	Acque moderatamente produttive. Livello di trofia medio. Buona trasparenza delle acque. Occasionali intorbidimenti. Occasionali anomale colorazioni. Occasionali ipossie sul fondo.
5-6	mediocre	Acque molto produttive. Livello di trofia elevato. Scarsa trasparenza delle acque. Anomale colorazioni. Ipossie e occasionali anossie sul fondo. Stati di sofferenza sul fondo.
6-8	scadente	Acque fortemente produttive. Livello di trofia molto elevato. Elevata torbidità delle acque. Diffuse e persistenti colorazioni. Diffuse e persistenti ipossie/anossie sul fondo. Morie di organismi bentonici. Alterazioni delle comunità bentoniche. Danni economici turismo, pesca e acquacoltura.

Tabella 8.4 – Indice *TRIX*. Scala trofica di riferimento

Il D.Lgs. 3 aprile 2006 n.152 ha fissato un preciso calendario per il rispetto dei parametri di qualità delle acque:

- entro il 2008 doveva essere raggiunto un obiettivo intermedio di buono stato chimico delle acque, per giungere entro il 2015 ad un livello più alto di protezione dell'ecosistema;
- entro il 31 dicembre 2008, rispetto degli standard di cui alla Tabella 1/A dell'Allegato 1 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006;
- entro il dicembre 2015, rispetto degli standard di cui dell'articolo 16 della direttiva 2000/60/CE.

Lo stesso D.Lgs. 152/06 prevede all'art. 77 che le regioni, sulla base dei dati già acquisiti, identifichino per ciascun corpo idrico significativo le classi di qualità ambientali corrispondenti.

Gli obiettivi di qualità ambientale per le acque marino costiere sono analoghi a quelli previsti per le acque superficiali.

Con i "Piani di Tutela" previsti dall'art.121 devono essere adottate le misure atte a conseguire specifici obiettivi entro il 22 dicembre 2015; in particolare, obiettivo di qualità ambientale prioritario, per la tutela qualitativa delle acque superficiali, è il raggiungimento dello stato "buono" entro il 2015.

Inoltre risulta necessario che, per il raggiungimento del suddetto obiettivo, entro il 31 dicembre 2008 ogni corpo idrico superficiale classificato o tratto di esso abbia conseguito almeno i requisiti dello stato di "sufficiente".

Per quei corpi idrici che, secondo la classificazione redatta dalle regioni, risultano avere già uno stato ambientale "buono" o "elevato", viene posto come obiettivo per il 2015 il mantenimento dello stato attuale.

In particolare relativamente allo stato chimico, l'applicazione degli standard di qualità non dovrà comportare un peggioramento, anche temporaneo, della qualità dei corpi idrici.

In Sicilia è stato approvato il Piano di Tutela delle Acque, il quale costituisce uno specifico piano di settore del distretto idrografico Sicilia. In tale Piano per il tratto di costa in esame, lo stato ambientale viene classificato come "elevato" è pertanto gli obiettivi per il 2008 ed il 2015 corrispondono al mantenimento dello stato attuale.

8.4.2.3 Valutazione dell'indice *TRIX* nelle condizioni post operam

La valutazione dello stato delle acque nell'area di intervento è stata effettuata attraverso una campagna di misure; i risultati ottenuti sono descritti nel relativo capitolo.

La classificazione post operam delle acque marino-costiere è stata condotta attraverso l'applicazione dell'indice trofico *TRIX*.

Nella tabella che segue si riportano i valori dell'indicatore *TRIX* e sono evidenziate le classi di qualità in cui rientrano.

In conseguenza del regime di circolazione delle acque è stata valutata anche la risposta del bacino in termini correntometrici per quanto riguarda i gradienti di concentrazione dell'ossigeno disciolto (DO).

La simulazione dei valori di ossigeno disciolto, ipotizzabili all'interno dei bacini in seguito alla realizzazione delle strutture proposte, ha permesso quindi di calcolare lo stato trofico futuro delle acque portuali, attraverso il valore dell'indice *TRIX*.

Sulla base dei valori dell'ossigeno disciolto ricavato dalla simulazione modellistica si è valutato l'andamento dell'indice *TRIX* post operam e lo si è confrontato con i valori ricavati dalla campagna di monitoraggio ante operam.

Per il calcolo dell'indice *TRIX* è necessario esprimere la concentrazione dell'ossigeno disciolto in percentuale di saturazione; il dato ricavato dal modello, dove la concentrazione è espressa in mg/l di ossigeno, è stato quindi rielaborato.

La percentuale di saturazione corrisponde al rapporto percentuale tra la concentrazione dell'ossigeno disciolto determinata e la corrispondente concentrazione di saturazione alla temperatura registrata, ambedue espresse in mg/l di O₂.

La concentrazione di saturazione può essere ricavata risolvendo l'equazione seguente nella quale la solubilità dell'ossigeno è riportata in funzione della temperatura e della clorinità della soluzione, alla pressione di 760 mm Hg (fonte: http://www.apat.gov.it/SITE/_Files/Pubblicazioni/MetodiAnaliticiAcque/4120.pdf).

$$\ln DO^* = -139,34411 + \left(1,575701 \times \frac{10^5}{T}\right) - \left(6,642308 \times \frac{10^7}{T^2}\right) + \left(1,243800 \times \frac{10^{10}}{T^3}\right) - \left(8,621949 \frac{10^{11}}{T^4}\right) - Chl \left[\left(3,1929 \times 10^{-2}\right) - \left(1,9428 \times \frac{10^7}{T}\right) + \left(3,8673 \times \frac{10^3}{T^2}\right) \right]$$

in cui:

- DO^* = concentrazione di ossigeno all'equilibrio a 101,325 kPa (760 mm Hg);
- T = temperatura (°K) = °C + 273,150
- Chl = clorinità (si ricava dalla salinità mediante l'equazione $Chl = S/1,8$)

Il valore della percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto (OD) post operam è stato valutato per i bacini dell'Arenella, del Porto Commerciale, della Cala, della Darsena dei Cantieri Navali e per la darsena di S. Erasmo; in particolare è stato determinato il valore di 8 Mg/l, che è il valore raggiunto dopo 24 ore dall'inizio delle simulazioni.

Per le altre variabili in gioco, è stato ipotizzato che il trend individuato durante la campagna di misurazione ARPA, relativo alle condizioni ANTE OPERAM, sia anche caratteristico di quello in condizioni POST OPERAM.

In particolare è stato fatto riferimento ai campionamenti ARR01, ARR02, ARR03 (ARENELLA); DPA1, DPA2, DPA3, DPA4, DPA5, DPA6 (Porto Commerciale, Cala, Cantieri Navali); APA01, APA02, APA03 (S. Erasmo). In Figura 8.17 viene riportata una mappatura dei punti campionati.

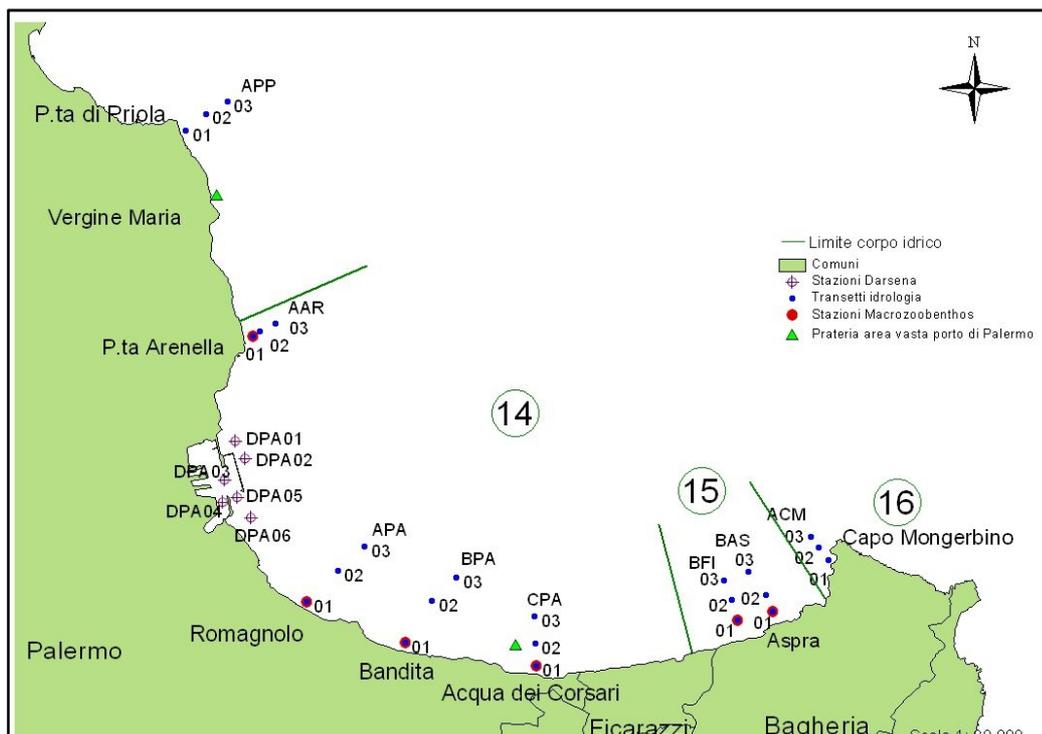


Figura 8.17 – Planimetria di inquadramento dei punti di campionamento

In Tabella 8.5 si riportano i valori dell'indicatore *TRIX* ricavati per i bacini in analisi; vengono inoltre evidenziate le classi di qualità in cui rientrano.

Tabella 8.5 – Valori dell'indice *TRIX* ricavati per i bacini analizzati

DARSENA	TRIX	SCALA TROFICA
Arenella	3.12	Elevato
Cantieri navali	4.92	Buono
Porto commerciale	3.51	Elevato
Cala	4.10	Buono
S. Erasmo	3.95	Elevato

La configurazione dei bacini portuali, così come proposta nella variante di Piano, permette di ottenere uno stato trofico adeguato, compatibile con i valori dettati dalla normativa.

8.4.3 Conclusioni sulla matrice acqua

La tutela della risorsa idrica risulta fondamentale non solo per gli aspetti qualitativi della stessa ma anche per garantire la salubrità del porto per chi vive, transita o lavora all'interno.

La realizzazione di nuove edificazioni, parcheggi, viabilità e piazzali potrebbe determinare il potenziale incremento degli scarichi non trattati a mare, se questi non verranno opportunamente collettati e recapitati alla rete fognaria. Di contro, la realizzazione di aree verdi e la riorganizzazione di quelle esistenti farà sì che in ambito portuale siano presenti aree non impermeabilizzate, ove il carico di acque meteoriche direttamente scaricanti nelle fognature risulti essere contenuto.

Il piano non prevede comunque l'implementazione di scarichi in mare, tuttavia ulteriori potenziali pericoli di inquinamento delle acque marino costiere potrebbero essere gli sversamenti accidentali di olii e carburanti che potrebbero verificarsi durante il rifornimento delle imbarcazioni e durante lo scarico delle acque di sentina, così come le attività cantieristiche maggiori e minori.

Si ritiene, tuttavia, che tali pericoli possano essere mitigati attraverso la corretta applicazione delle norme per la protezione dall'inquinamento del mare, valevoli per tutte le unità navali incluse quelle da diporto, e per la gestione dei reflui.

Complessivamente le considerazioni effettuate negli studi a supporto del PRP (cfr. l'elaborato A5 "Studio del ricambio idrico e della diffusione degli inquinanti") mostrano che gli interventi previsti dal nuovo piano, insieme a quelli relativi al disinquinamento delle acque realizzati (cfr. ad esempio interventi di collettamento alla Cala, la nuova rete fognaria dell'Arenella-Vergine Maria) e/o previsti (Opere per il convogliamento delle acque sboccianti all'Aquasanta entro il porto industriale di Palermo) dall'amministrazione comunale e dall'Autorità Portuale, conducono al miglioramento delle qualità delle acque rispetto alle condizioni attuali.

Tuttavia, potrebbero permanere zone più interne e ridossate esposte a fenomeni di ristagno a causa della complessa geometria dell'impianto portuale e della ridotta escursione di marea che caratterizza i litorali del palermitano. Tale situazione potrà senz'altro essere limitata con opportune opere di mitigazione. Inoltre sono state effettuate alcune analisi sulla concentrazione di ossigeno disciolto e sulla valutazione dell'indice TRIX.

Tali valori indicano che l'impatto prodotto dalla soluzione prescelta di piano è da considerare nullo e pressoché trascurabile, individuando dei buoni trend, pari o addirittura migliori di quelli delle condizioni di stato di fatto.

8.5 ARIA E FATTORI CLIMATICI

8.5.1 Introduzione

Obiettivo del presente studio è stato quello di effettuare una stima dei possibili impatti prodotti in atmosfera, a seguito dell'attuazione delle previsioni del nuovo PRP del porto di Palermo, attraverso l'utilizzo di un apposito modello di dispersione in atmosfera degli inquinanti.

La valutazione è stata realizzata considerando le attività che si possono sviluppare all'interno delle aree portuali di competenza dell'Autorità Portuale di Palermo, e che sono previste nel nuovo PRP; in particolare modo si è analizzata l'attività di movimentazione delle imbarcazioni da diporto e dalle navi. I porti considerati sono:

- Porto turistico dell'Arenella;
- Porto turistico dell'Acquasanta;
- Porto turistico della Cala;
- Porto commerciale di Palermo.

Inoltre, relativamente al porto commerciale di Palermo, è stata effettuata un'ulteriore simulazione riguardante il livello di inquinamento atmosferico prodotto dal traffico veicolare indotto dalla presenza del porto.

Per quanto riguarda il porto di Sant'Erasmo, esiste una valutazione dell'inquinamento atmosferico, dovuto alla movimentazione dei veicoli in fase di cantiere e di progetto, presente all'interno dello studio di impatto ambientale del *"Progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo"*.

8.5.2 Descrizione del modello di dispersione e del software di lavoro

Il programma DISPER, utilizzato per le simulazioni, è un programma sviluppato dalla Canarina, che permette di potere stimare il valore di concentrazione di inquinanti ad una certa distanza dal punto di emissione.

Il software fornisce i livelli di concentrazione di inquinanti, impiegando il modello di Briggs, che viene utilizzato dall'ISCST dell'Environmental Protection Agency, USA, ed il modello europeo, scelto per la simulazione, raccomandato dall'Unione Europea nel *"Technical report No 11 – Guidance Report on preliminary assessment under EC air quality directives – (96/627EC) 1"* dell'European Environmental Agency (EEA). Entrambi si basano su un modello di dispersione di inquinanti in atmosfera di tipo gaussiano.

Il modello utilizzato per il fenomeno della dispersione, è il modello a pennacchio stazionario gaussiano. Per ogni sorgente l'origine del sistema di coordinate del camino è posta alla base del camino stesso. L'asse x è positiva nella direzione del vento, l'asse y è perpendicolare all'asse x , mentre l'asse z si eleva normalmente al piano xy (vedi Figura 8.18). Nel caso di più sorgenti emissive, le concentrazioni sono calcolate in ogni punto per ogni sorgente, e quindi sommate per ottenere la concentrazione totale dovuta alla combinazione di tutte le sorgenti.

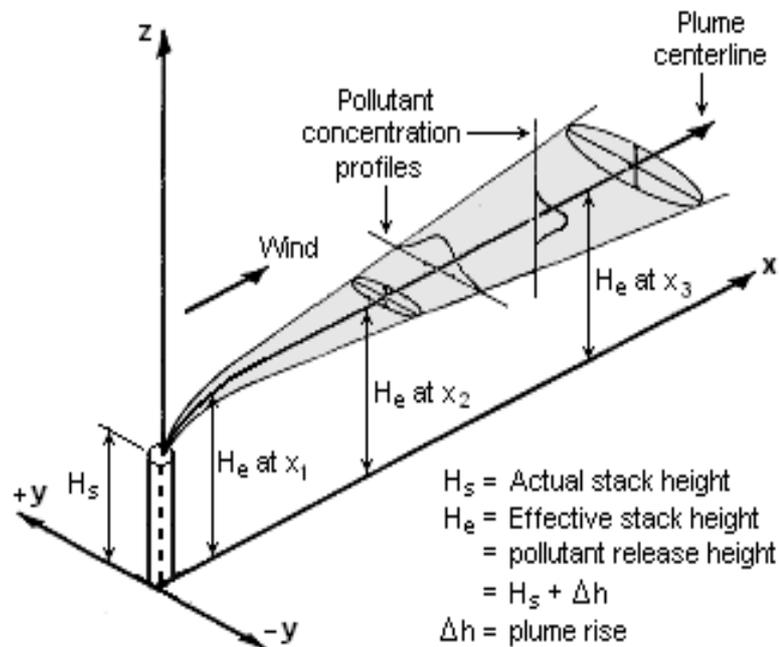


Figura 8.18 – Modello di dispersione a pennacchio stazionario gaussiano

Per una dispersione Gaussiana, la concentrazione continua di un inquinante, ad una distanza x (downwind) e y (crosswind), è data da:

$$C = \left(\frac{QKV D}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \right) e^{-0,5 (y/\sigma_y)^2} \quad (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

dove:

Q = portata di inquinanti emessa (g/sec);

K = coefficiente di scala per convertire le concentrazioni calcolate per le unità desiderate (valore di default di $1 \cdot 10^6$ per Q in g/sec e concentrazione in $\mu\text{g}/\text{m}^3$);

V = termine verticale;

D = termine di decadimento;

σ_y, σ_z = deviazione standard della concentrazione laterale (y) e verticale (z);

u_s = velocità media del vento all'altezza di rilascio (m/sec).

Il parametro u_s viene calcolato in base alla velocità del vento osservata ad un'altezza di misurazione di riferimento, z_{ref} , secondo la seguente relazione:

$$u_s = u_{ref} (h_s / z_{ref})^p$$

dove:

u_{ref} = velocità del vento ad un'altezza di riferimento z_{ref} (m/sec);

h_s = altezza rilascio inquinante (m);

p = esponente del profilo di vento, che dipende dal tipo di stabilità atmosferica, come evidenziato dalla Tabella 8.6.

Tabella 8.6 – Esponenti del profilo di vento in relazione alla classe di stabilità

Categoria Stabilità	p (aree rurali)	p (aree urbane)
A	0,07	0,15
B	0,07	0,15
C	0,10	0,20,
D	0,15	0,25
E	0,35	0,30
F	0,55	0,30

Il termine verticale rappresenta la distribuzione verticale del pennacchio gaussiano, e comprende gli effetti dell'altezza della fonte, della posizione del recettore e dello strato limite atmosferico (SLA). Questo termine si può esprimere come:

$$V = e^{\{-0,5[(z_r-h_e)/\sigma_z]^2\}} + e^{\{-0,5[(z_r+h_e)/\sigma_z]^2\}} + e^{\{-0,5(H_1/\sigma_z)^2\}}_{i=1,2,\dots} + e^{\{-0,5(H_2/\sigma_z)^2\}}_{i=1,2,\dots} + e^{\{-0,5(H_3/\sigma_z)^2\}}_{i=1,2,\dots} + e^{\{-0,5(H_4/\sigma_z)^2\}}_{i=1,2,\dots}$$

dove:

h_e = altezza effettiva del pennacchio = $h_s + \Delta_h$

$H_1 = z_r - (2iz_i - h_e)$

$H_2 = z_r + (2iz_i - h_e)$

$H_3 = z_r - (2iz_i + h_e)$

$H_4 = z_r + (2iz_i + h_e)$

Δ_h = avanzamento del pennacchio, che dipende dalle caratteristiche del pennacchio e dalle condizioni atmosferiche;

z_r = altezza del recettore rispetto il suolo (m);

z_i = altezza dello strato limite atmosferico (SLA) (m).

Il modello fa le seguenti ipotesi sul comportamento del pennacchio nell'elevazione del terreno:

- L'asse del pennacchio rimane all'altezza di stabilizzazione del pennacchio, anche se passa su elevazioni o depressioni;
- La zona di miscelazione (strato limite atmosferico) segue l'andamento del terreno;
- La velocità del vento è funzione dell'altezza sul livello del mare

Il termine di decadimento D tiene in considerazione la rimozione degli inquinanti per processi fisici o chimici, e viene espresso come:

$$D = e^{-psi(\frac{x}{u_s})} \quad \text{se } psi > 0$$

$$D = 0 \quad \text{se } psi = 0$$

Dove:

psi = coefficiente di decadimento (sec^{-1});

x = distanza sottovento (m).

Per ogni sito esaminato, i dati di input sono relativi sostanzialmente a:

- Parametri meteorologici
- Topografia del sito
- Caratteristiche della sorgente emissiva.

8.5.3 Parametri meteorologici

Per quanto riguarda i dati ambientali, si è fatto riferimento ai dati di velocità e direzione del vento riportati dalla Rete Mareografica dell'ISPRA. I dati sono relativi alla stazione di rilevamento mareografica di Palermo, posta all'interno della Stazione Navale della Guardia di Finanza (officina Navale Squadra Assistenza Tecnica Motori Marini) alla base del molo CT Bersagliere.

Effettuando un'analisi dei dati, su una rilevazione che copre un arco temporale dal 19/03/1992 al 23/03/2011 (cfr. Figura 8.19), si può osservare che i venti più frequenti hanno provenienza OSO (Ovest-Sud-Ovest) seguiti da venti da ENE (Est-Nord-Est): si è scelto di utilizzare per la simulazione solo i venti provenienti da ENE, in quanto direzionati verso la città di Palermo, con una velocità media di 2 m/sec. Per la temperatura dell'aria, si è scelto di utilizzare la temperatura media annuale di Palermo di 20°C.

Altro parametro fondamentale, per il calcolo della dispersione è il parametro di stabilità di Pasquill, che dipende fondamentalmente dalla velocità del vento e dal grado di irradiazione solare del luogo. Questo parametro è un indicatore qualitativo dell'intensità di turbolenza atmosferica, e viene raggruppato in 6 classi, secondo la Tabella 8.7

Per le simulazioni effettuate si è scelto una situazione cautelativa, cioè la classe "Moderatamente Instabile (B)": a questa condizione, i gas emessi in atmosfera, vengono dispersi a distanze ravvicinate dal punto di emissione e con concentrazioni al suolo più elevate.

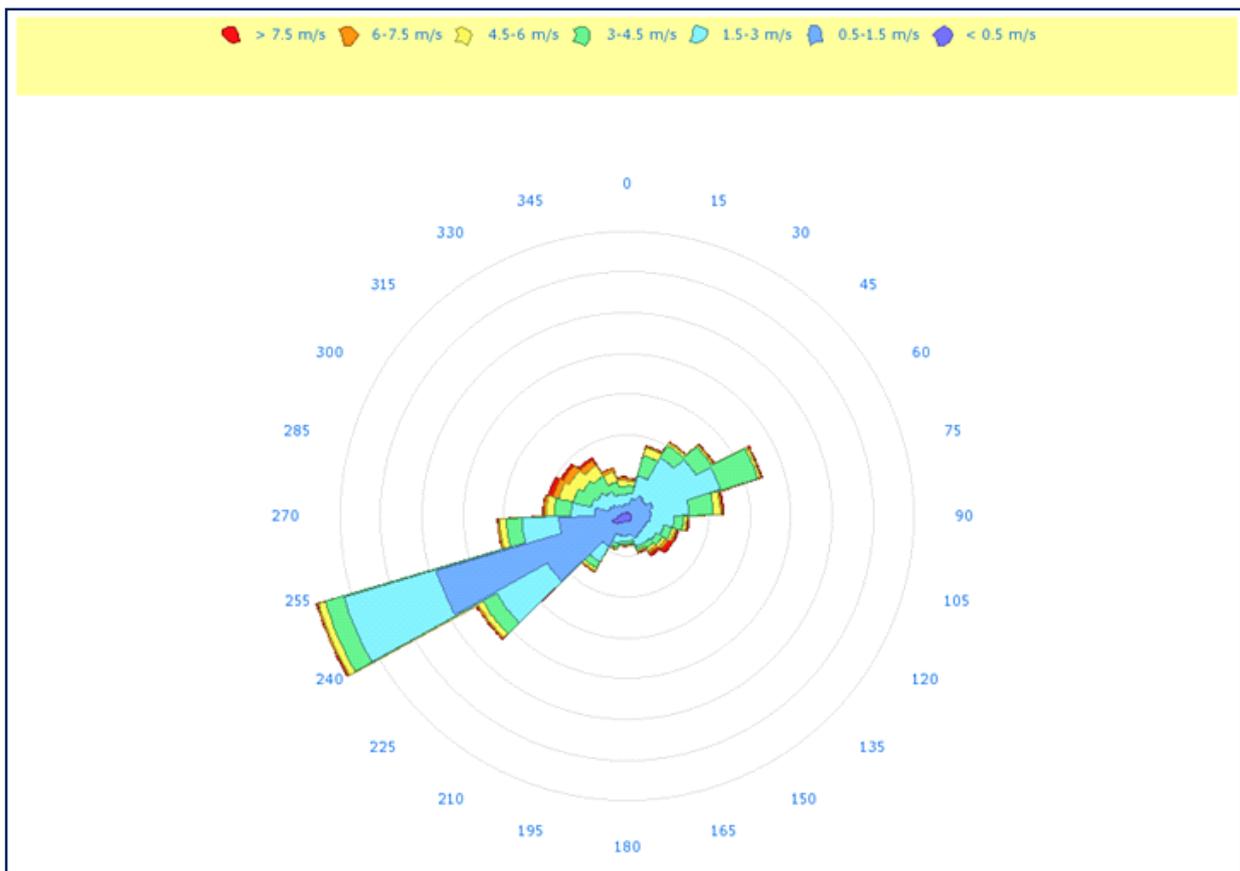


Figura 8.19 – Direzione provenienza vento della stazione mareografica di Palermo (fonte: <http://www.idromare.it>)

Tabella 8.7 – Classi di stabilità atmosferica

Classe Stabilità di Pasquill	Condizioni Turbolenza
A	Estremamente instabile Turbolenza termodinamica FORTE
B	Moderatamente instabile Turbolenza termodinamica MEDIA
C	Debolmente instabile Turbolenza termodinamica MOLTO DEBOLE
D	Neutra Adiabatica Turbolenza termodinamica MOLTO DEBOLE
E	Debolmente Stabile Turbolenza termodinamica MOLTO DEBOLE
F + G	Molto Stabile Turbolenza termodinamica ASSENTE

8.5.4 Caratteristiche delle sorgenti

8.5.4.1 Porti Turistici

La prima tipologia di simulazione è stata incentrata sull'andamento della dispersione di inquinanti, dovuto alla movimentazione delle imbarcazioni da diporto nei porti turistici dell'Arenella, dell'Acquasanta e della Cala. Si è calcolato il valore di concentrazione di inquinanti prodotto da un ipotetico flusso di imbarcazioni, che mediamente attraversano i porti in un determinato arco temporale.

Per questa simulazione, si è identificata una fonte emissiva di tipo lineare, utilizzando come parametro di input, una portata di inquinante per unità di lunghezza. Si è quindi scelto di simulare un numero di movimentazioni medio orario, ricavando i dati dal numero di posti barca previsti dal Piano Regolatore Portuale per ogni porto turistico; in particolare per ogni porto, sono previsti:

- Arenella: 530 posti barca;
- Acquasanta: 600 posti barca;
- Cala-Molo Sud: 1000 posti barca.

Si è ipotizzato una movimentazione giornaliera di imbarcazioni di circa 1/4 dei posti barca disponibili:

- Arenella: 135 movim./giorno;
- Acquasanta: 150 movim./giorno;
- Cala-Molo Sud: 250 movim./giorno.

Effettuando una stima oraria delle movimentazioni, considerando un'attività del porto dalle 6.00 alle 20.00, cioè 10 ore al giorno, avremo:

- Arenella: 14 movim./ora
- Acquasanta: 15 movim./ora
- Cala-Molo Sud: 25 movim./ora.

Ipotizzando un comportamento dei motori delle imbarcazioni simile al comportamento dei motori dei veicoli diesel stradali, ed in mancanza di dati specifici di settore, la portata di inquinante per unità di lunghezza è stata scelta uguale a quella relativa al traffico veicolare.

8.5.4.2 Porto commerciale

Per quanto riguarda il porto commerciale, si sono considerate due situazioni diverse, che possono generare inquinanti in atmosfera: la prima riguarda lo stazionamento delle navi all'interno del porto, mentre la seconda è relativa al traffico veicolare indotto dalla presenza del porto, e che insiste sostanzialmente lungo la via F. Crispi e parte di via C. Colombo.

Si è stabilito di considerare la situazione di stazionamento delle navi all'interno del porto, in modo tale da avere tutti gli approdi occupati, considerando così la condizione più svantaggiosa e quindi più cautelativa.

Attraverso l'analisi delle previsioni del nuovo PRP, in relazione alla occupazione degli approdi, si è scelta una configurazione specifica per la simulazione, descritta dalla Tabella 8.8.

Approdo	Nave	Numero Fonte
Banchina Sammuzzo	Nave Crociera	1
Molo Vittorio Veneto Sud	Nave Crociera	2
Molo Vittorio Veneto Nord	Nave Passeggeri	3
Molo Piave Sud	Nave Passeggeri	4
Molo Piave Nord	RORO	5
Molo Santa Lucia Sud	RORO	6
Molo Santa Lucia Nord	RORO	7
Banchina QuattroVenti	RORO	8

Tabella 8.8 – Occupazione degli approdi del porto commerciale nella simulazione

Le caratteristiche emissive delle sorgenti sono state determinate in base a dati reperiti in letteratura; in particolar modo si è stabilito:

- Altezza di rilascio (60 m per le navi da crociera, 30 m per navi passeggeri e RORO)
- Diametro fumaiolo (si è scelto di utilizzare un diametro medio di 2 m);
- Velocità uscita fumi 15 m/sec;
- Temperatura gas in uscita 150°C (423K)
- Flusso di uscita di gas scarico (g/sec), tramite il calcolo del *fattore di emissione* (F.E.) dei vettori navali.

Per valutare il flusso di inquinante in uscita, bisogna calcolare il fattore di emissione di inquinante da parte delle imbarcazione, tramite l'utilizzo della procedura dell'EPA, contenuta nell' "Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data".

Il fattore di emissione di un'imbarcazione (FE), espresso in grammi di inquinante per potenza del motore, può essere calcolato tramite la seguente relazione:

$$FE \left(\frac{g}{KWh} \right) = a (FRAC.LOAD)^{-x} + b$$

I parametri *a*, *x* e *b* sono raccolti, per tipologia di inquinante, nella Tabella 8.9.

Inquinante	<i>x</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
PM	1,5	0,2551	0,0059
NOx	1,5	10,4496	0,1255
CO	1	-	0,8378

Tabella 8.9 – Parametri *a*, *x* e *b* per il calcolo del fattore di emissione di un'imbarcazione (fonte: Analysis of Commercial Marine Vessels Emissions and Fuel Consumption Data)

Il termine fractional load (*FRAC.LOAD*), cioè il rapporto tra la potenza effettiva del motore nella fase di utilizzo in esame e la potenza nominale, dipende principalmente dalla tipologia di movimentazione: nel caso dello stazionamento (hotelling) questo valore è pari a 1 sia per navi passeggeri, crociera che RORO.

In definitiva, il fattore di emissione per la tipologia di movimentazione studiata e per le tipologie di imbarcazione considerate, viene riportato nella Tabella 8.10.

F.E. (g/kWh)		
PM	NOx	CO
0,261	10,575	0,8378

Tabella 8.10 – Fattori di Emissione calcolati relativamente alla fase di stazionamento

Il valore della portata di inquinante nella fase di stazionamento, si può ottenere stabilendo il valore del carico ausiliario in KW, durante la fase di stazionamento, che rappresenta l'energia necessaria per alimentare gli impianti elettrici della nave.

$$C_{inq} = FE \cdot Auxiliar Load$$

Il valore di *Auxiliar Load* per le navi passeggeri e crociera è uguale a 5000 kW, mentre per le navi RORO vale 1000 kW. Le portate inquinanti sono riepilogate nella Tabella 8.11.

Inquinante	Portata inquinante (g/sec)
Navi passeggeri/Crociera	
PM	0,363
NOx	14,688
CO	1,164
Navi RORO	
PM	0,073
NOx	2,938
CO	0,233

Tabella 8.11 – Portate di inquinante per i vettori navali considerati

La seconda tipologia di simulazione ha interessato la dispersione degli inquinanti, dovuti al traffico veicolare prodotto dal porto di Palermo, prendendo come dati di riferimento i flussi veicolari (cfr. Tabella 8.13) stimati dalla relazione del PRP (*Analisi dei flussi merci e passeggeri, dei percorsi, delle aree di accumulo e dei parcheggi nell'area portuale di Palermo*).

In questo caso si è considerato una fonte lineare, e quindi il parametro di input principale è il flusso di inquinante prodotto per unità di lunghezza, espresso in g/m-sec, che si calcola in base al flusso veicolare stimato dal piano.

Le emissioni tipiche di monossido di carbonio e ossidi di azoto, relativamente al traffico veicolare, sono espresse in funzione del numero di veicoli/ora secondo la Tabella 8.12.

Numero veicoli/ora	CO (g/m-sec)	NOx (g/m-sec)
100	0,00028	0,00009
1000	0,0028	0,0009
5000	0,014	0,0042
10000	0,028	0,009
50000	0,135	0,042
100000	0,28	0,09

Tabella 8.12 – Portate emissive per unità di lunghezza in relazione al numero di veicoli

TUTTI I VARCHI - Veicoli EQUIVALENTI									
Direzione:	INGRESSO al Porto								
Fascia oraria	Autovetture	Autoarticolati Seminorchi	Autotreni	Motrici 3/4 assi	Leggeri 2 assi	Trattore stradale	BUS Turistici	Moto 2 ruote	TOTALE EQUIVALENTI
6.40-7.00	62	9	12	17	3	9	9	3	124
7.00-8.00	237	17	17	26	6	70	26	11	410
8.00-9.00	397	70	29	44	41	41	15	8	645
9.00-10.00	268	52	12	13	15	32	9	15	416
10.00-11.00	167	26	23	26	38	9	9	5	303
11.00-12.00	142	65	12	17	26	9	9	3	283
12.00-13.00	109	39	12	17	23	6	12	3	221
13.00-14.00	113	44	17	22	17	12	23	8	256
14.00-15.00	135	61	23	35	6	9	6	8	283
15.00-16.00	187	165	35	61	17	9	12	15	501
16.00-17.00	203	170	23	170	46	20	6	21	659
17.00-18.00	324	183	46	91	78	44	20	25	811
18.00-19.00	517	174	46	104	52	32	12	28	965
19.00-20.00	368	244	6	104	93	41	12	0	868
TOTALE	3,229	1,319	313	747	461	343	180	153	6,745

Direzione:	USCITA dal Porto								
Fascia oraria	Autovetture	Autoarticolati Seminorchi	Autotreni	Motrici 3/4 assi	Leggeri 2 assi	Trattore stradale	BUS Turistici	Moto 2 ruote	TOTALE EQUIVALENTI
6.40-7.00	165	78	58	70	32	6	23	2	434
7.00-8.00	167	200	58	44	38	12	26	2	547
8.00-9.00	221	157	70	83	55	6	35	11	638
9.00-10.00	205	61	23	9	29	12	6	2	347
10.00-11.00	318	9	0	4	12	3	9	11	366
11.00-12.00	114	52	23	35	3	6	15	4	252
12.00-13.00	138	22	0	0	26	12	23	7	228
13.00-14.00	148	0	0	0	3	6	38	9	204
14.00-15.00	154	17	6	4	0	15	23	8	227
15.00-16.00	167	22	6	13	0	20	0	11	239
16.00-17.00	206	135	23	22	3	90	0	23	502
17.00-18.00	206	91	23	35	38	99	26	27	545
18.00-19.00	259	44	6	13	20	64	0	22	428
19.00-20.00	522	65	17	35	12	20	9	22	702
TOTALE	2,990	953	313	367	271	371	233	161	5,659

Tabella 8.13 – Flussi di veicoli stimati dal PRP

Si è scelta la situazione più gravosa, cioè quella relativa alla fascia oraria 19.00-20.00, con una quantità di 1570 veicoli in entrata ed uscita dal porto, che sono stati distribuiti lungo via F. Crispi e nella prima parte di via C. Colombo.

8.5.5 Risultati

Sulla base delle ipotesi prima descritte e sui dati inseriti nel programma, sono state condotte le simulazioni utilizzando il software DISPER. Come risultati si sono ottenuti i valori di concentrazione, calcolati ad un'altezza di 1,5 m dal terreno, degli inquinanti che le attività portuali produrranno, nello scenario analizzato sul territorio limitrofo; questi risultati sono stati raccolti sotto forma grafica, in termini di linee di isoconcentrazione, ed in forma tabellare, ricavati dal reticolo puntuale del piano di lavoro del programma.

Per effettuare un confronto tra i risultati ottenuti ed i riferimenti normativi, si riportano in Tabella 8.14 i valori limite di qualità dell'aria del D.M. 60/2002.

Inquinante	Concentrazione	Periodo di mediazione
NO_x	30 µg/m ³	Anno civile (Valore limite annuale per al protezione della vegetazione)
PM₁₀	50 µg/m ³	24 ore (da non superare più di 35 volte per l'anno civile)
	40 µg/m ³	Anno civile
CO	10 mg/m ³	Media massima giornaliera su 8 ore

Tabella 8.14 – Valori limite di qualità dell'aria secondo il D.M. 60/2002

8.5.5.1 Porto turistico dell'Arenella

La simulazione relativa ai porti turistici è stata incentrata sulla movimentazione, all'interno del porto, delle imbarcazioni da diporto, ed ha permesso di stabilire i valori di concentrazione di ossidi di azoto e monossido di carbonio, ad una certa distanza dalla fonte lineare emissiva.

Il percorso, che un'imbarcazione mediamente percorre, viene rappresentato come una linea spezzata collocata all'interno del porto turistico; per valutare l'andamento della dispersione degli inquinanti, si sono costruite delle linee con lo stesso valore di concentrazione (linee di isoconcentrazione).

Dall'analisi dei dati di output del programma, si riportano in Tabella 8.15, per gli inquinanti CO e NO_x, i valori di concentrazione che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto di riferimento A (parte finale dello sporgente del molo) e si sviluppa in direzione Est-Ovest.

Distanza dal Punto A (m)	Concentrazione NO _x (µg/m ³)	Concentrazione CO (µg/m ³)
50	0,01	0,13
100	0,15	1,53
150	0,09	0,91
200	0,06	0,61
250	0,04	0,46
300	0,03	0,37
350	0,03	0,31
400	0,02	0,26
450	0,02	0,22
500	0,02	0,18

Tabella 8.15 – Valori di concentrazione di CO e NO_x ottenuti nella simulazione relativa al porto turistico dell'Arenella

La Figura 8.20 e la Figura 8.21 mostrano le mappe dei valori di concentrazione di CO e NO_x relative al porto turistico dell'Arenella, la tipologia di sorgente lineare ed il punto di riferimento A: possiamo notare che i valori di emissione dovuti al traffico da diporto sono molto bassi, e si mantengono abbondantemente al di sotto dei valori limite.

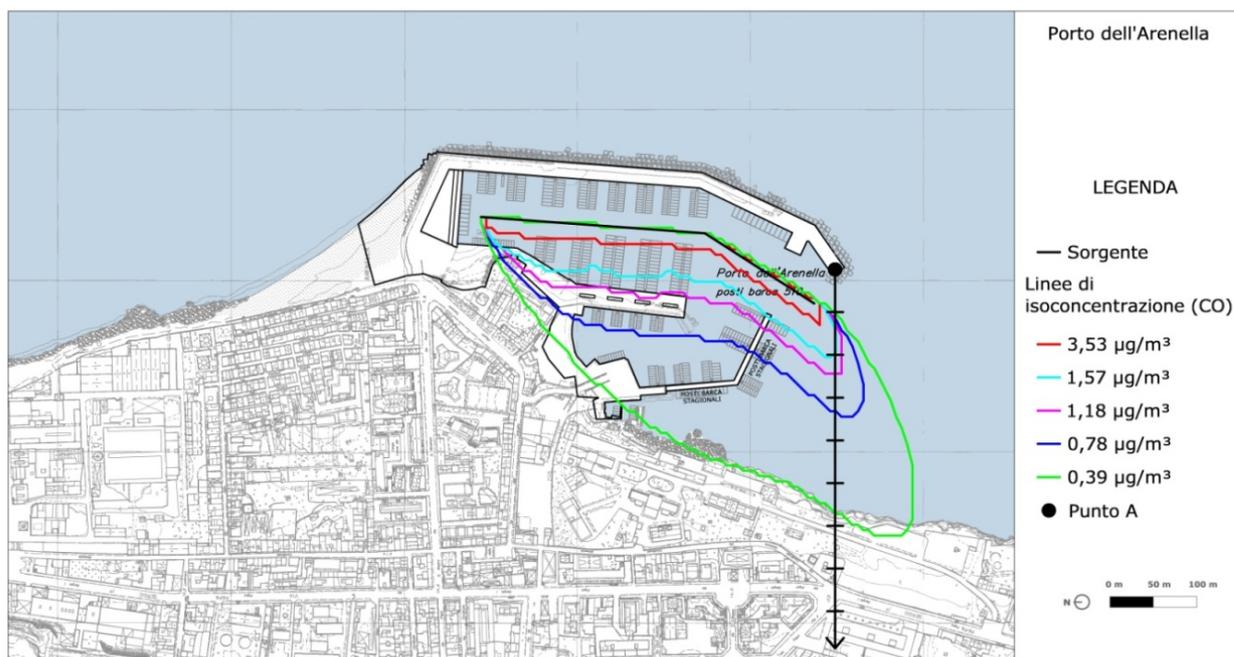


Figura 8.20 – Linee di isoconcentrazione CO porto turistico dell'Arenella

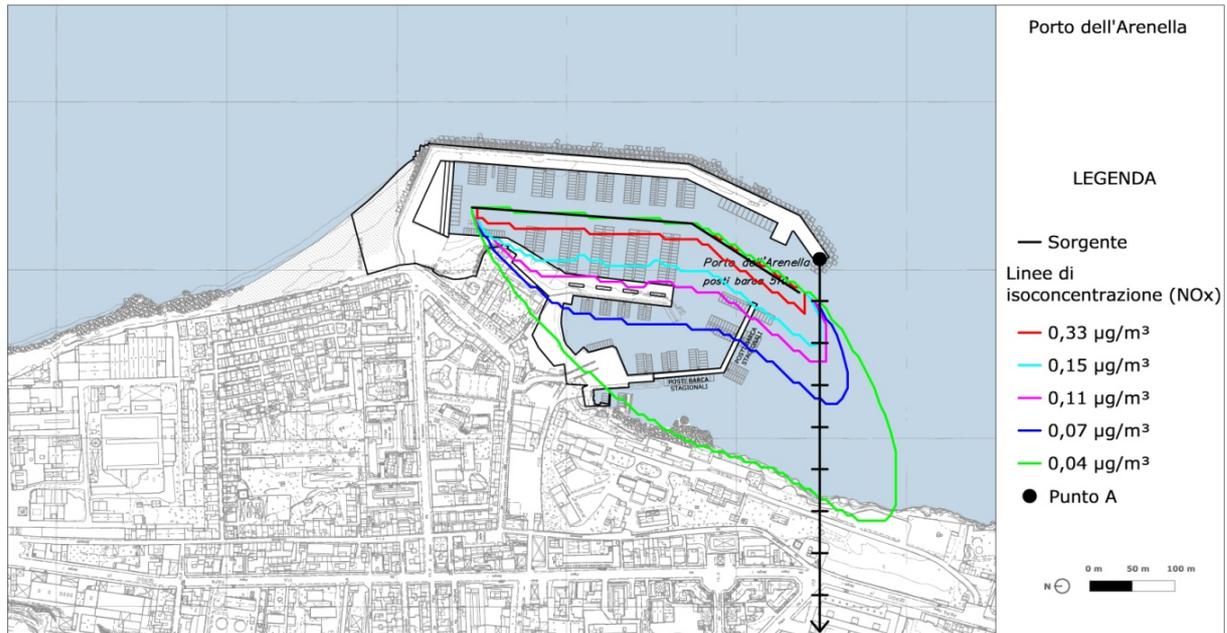


Figura 8.21 – Linee di isoconcentrazione NO_x porto turistico dell’Arenella

Le attività di movimentazione delle imbarcazioni da diporto, previste per il porto turistico dell’Arenella, non producono un impatto atmosferico rilevante sulla città.

8.5.5.2 Porto turistico dell’Acquasanta

Anche per il porto turistico dell’Acquasanta è stato adottato lo stesso procedimento previsto per il porto dell’Arenella, ipotizzando un percorso medio ideale, che le imbarcazioni compiono per attraversare il porto.

Dall’analisi dei dati di output del programma, si riportano in Tabella 8.16, per gli inquinanti CO e NO_x, i valori di concentrazione che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto di riferimento B (centro di Piazza Acquasanta) e si sviluppa in direzione Ovest-Est.

Distanza dal punto B (m)	Concentrazione NO _x (µg/m ³)	Concentrazione CO (µg/m ³)
0	0	0,011
50	0	0,021
100	0	0,043
150	0,01	0,084
200	0,02	0,199
250	0,05	0,509
300	0,13	1,332
350	0,26	2,781
400	0,07	0,78
450	0,03	0,49
500	0	0

Tabella 8.16 – Valori di concentrazione di CO e NO_x ottenuti nella simulazione relativa al porto turistico dell’Acquasanta

La Figura 8.22 e la Figura 8.23 mostrano le mappe dei valori di concentrazione di CO e NO_x relative al porto turistico dell’Acquasanta, la tipologia di sorgente lineare ed il punto di riferimento B: possiamo notare che anche in questo caso, i valori di emissione dovuti al traffico da diporto sono molto bassi, e si mantengono abbondantemente al di sotto dei valori limite.

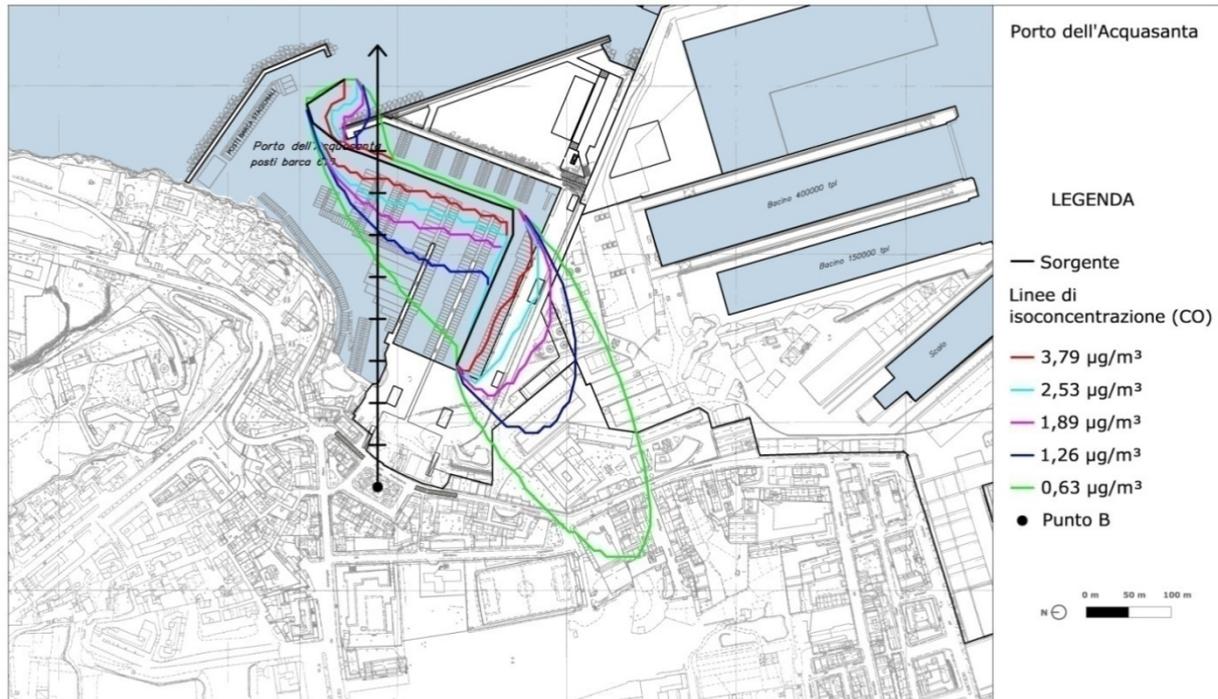


Figura 8.22 – Linee di isoconcentrazione CO porto turistico dell'Acquisanta

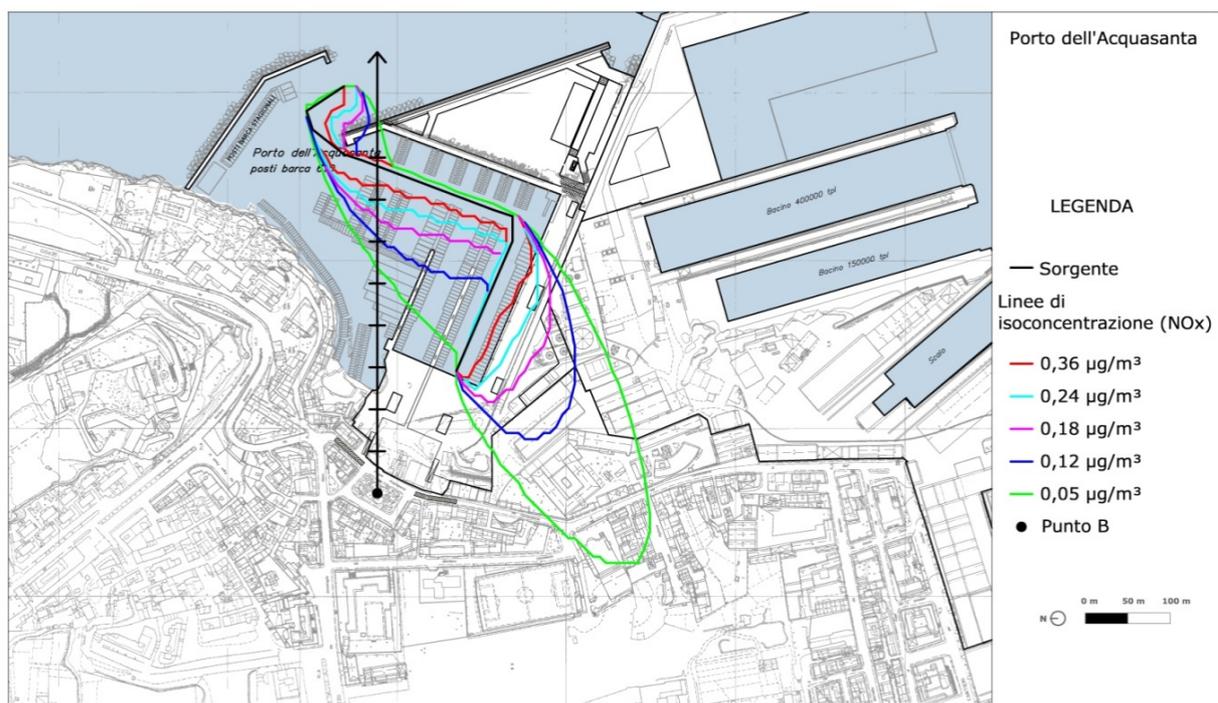


Figura 8.23 – Linee di isoconcentrazione NOx porto turistico dell'Acquisanta

Nel caso del porto turistico dell'Acquisanta, si riscontrano dei valori di concentrazione di inquinanti, dovuti alla movimentazione delle imbarcazioni da diporto, molto bassi e quindi questo porto non produce un impatto atmosferico significativo.

8.5.5.3 Porto turistico della Cala

L'andamento della concentrazione degli inquinanti emessi dalle attività da diporto, è stato valutato anche per il porto turistico della Cala.

Dall'analisi dei dati di output del programma, si riportano in Tabella 8.17, per gli inquinanti CO e NO_x, i valori di concentrazione che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto di riferimento C (parrocchia san Giacomo La Marina, in via G. Meli) e si sviluppa in direzione Ovest-Est.

Distanza dal punto C (m)	Concentrazione NO _x (µg/m ³)	Concentrazione CO (µg/m ³)
0	0,12	1,23
50	0,18	1,88
100	0,36	3,79
150	0,17	1,82
200	0	0,05
250	0	0,01
300	0	0,002

Tabella 8.17 – Valori di concentrazione di CO e NO_x ottenuti nella simulazione relativa al porto turistico della Cala

La Figura 8.24 e la Figura 8.25 mostrano le mappe dei valori di concentrazione di CO e NO_x relative al porto turistico della Cala, la tipologia di sorgente lineare ed il punto di riferimento C: possiamo notare che anche in questo caso, i valori di emissione dovuti al traffico da diporto sono molto bassi, e si mantengono abbondantemente al di sotto dei valori limite.

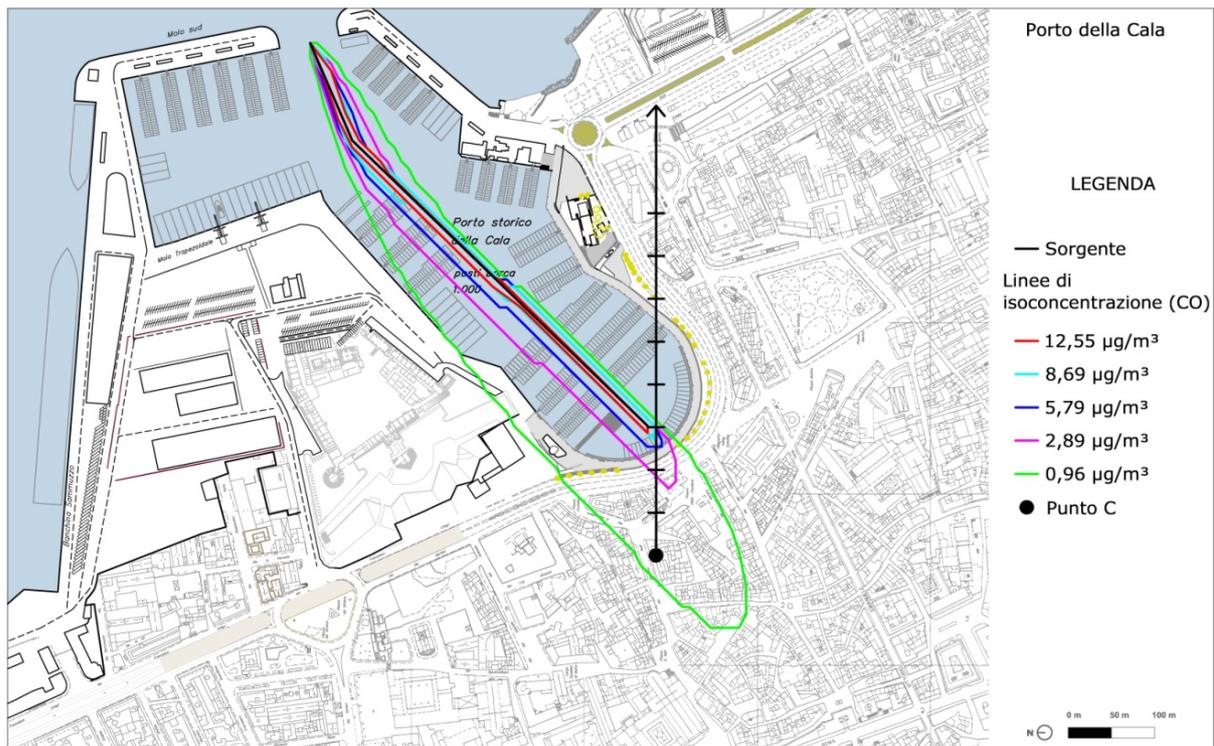


Figura 8.24 – Linee di isoconcentrazione CO porto turistico della Cala

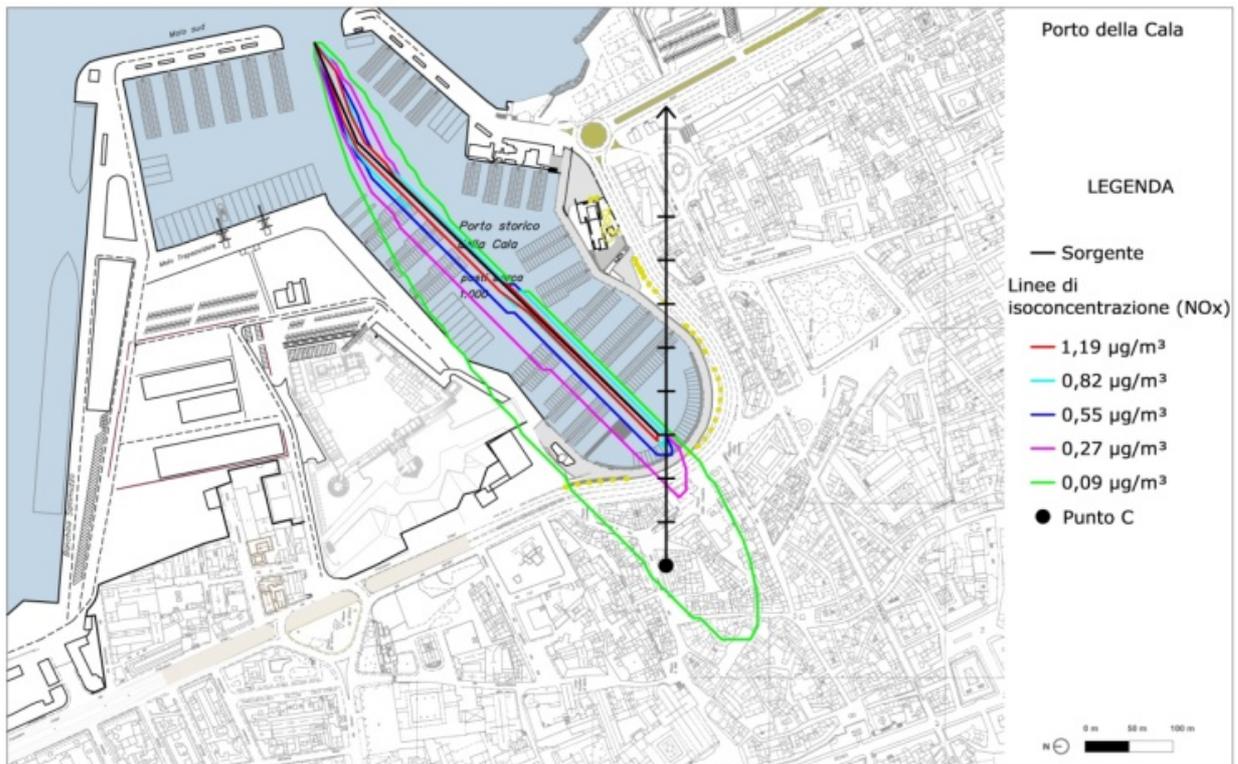


Figura 8.25 – Linee di isoconcentrazione NO_x porto turistico della Cala

8.5.5.4 Porto Commerciale

La prima tipologia di simulazione relativa al porto commerciale di Palermo, è stata condotta considerando le emissioni in atmosfera dovute allo stazionamento nel porto delle navi passeggeri, RORO e crociera.

Gli inquinanti valutati in questa simulazione, sono stati gli ossidi di Azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO) ed il particolato (PM).

Dall'analisi dei dati di output del programma, si riportano in Tabella 8.18, per ogni inquinante, i valori di concentrazione che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto identificato con la fonte 4 (Molo Piave Sud) denominato punto S, e procede nella stessa direzione del vento (60°N- 240°N).

La Figura 8.26, la Figura 8.27 e la Figura 8.28 mostrano le mappe dei valori di concentrazione di CO, NO_x e particolato, relative allo stazionamento delle navi nel porto commerciale di Palermo.

Possiamo notare, che mentre per il particolato e il monossido di carbonio, i valori risultano abbondantemente sotto i limiti consentiti dalla legge, per gli ossidi di azoto si nota un superamento del valore soglia per la protezione della vegetazione; questo dato comunque non risulta preoccupante, in quanto il limite è riferito ad un valore medio annuale, mentre i risultati della simulazione sono riferiti solo all'istante più gravoso.

Distanza dalla fonte 4 (m)	Concentrazione NO _x (µg/m ³)	Concentrazione CO (µg/m ³)	Concentrazione PM (µg/m ³)
50	3,33	0,26	0,08
100	37,33	2,97	0,93
150	85,72	6,82	2,13
200	115,34	9,17	2,86
250	131,7	10,48	3,27
300	133,21	10,6	3,31
350	128,57	10,23	3,19
400	122,05	9,70	3,03
450	117,66	9,36	2,92
500	109,91	8,74	2,73
550	102,71	8,16	2,55
600	101,33	8,06	2,51
650	97,91	7,78	2,43
700	94,21	7,49	2,34
750	88,70	7,05	2,2
800	84,73	6,73	2,1
850	79,12	6,29	1,96
900	73,31	5,87	1,83

Tabella 8.18 – Valori di concentrazione di NO_x, CO e particolato ottenuti nella simulazione relativa al porto commerciale (ipotesi navi in stazionamento)

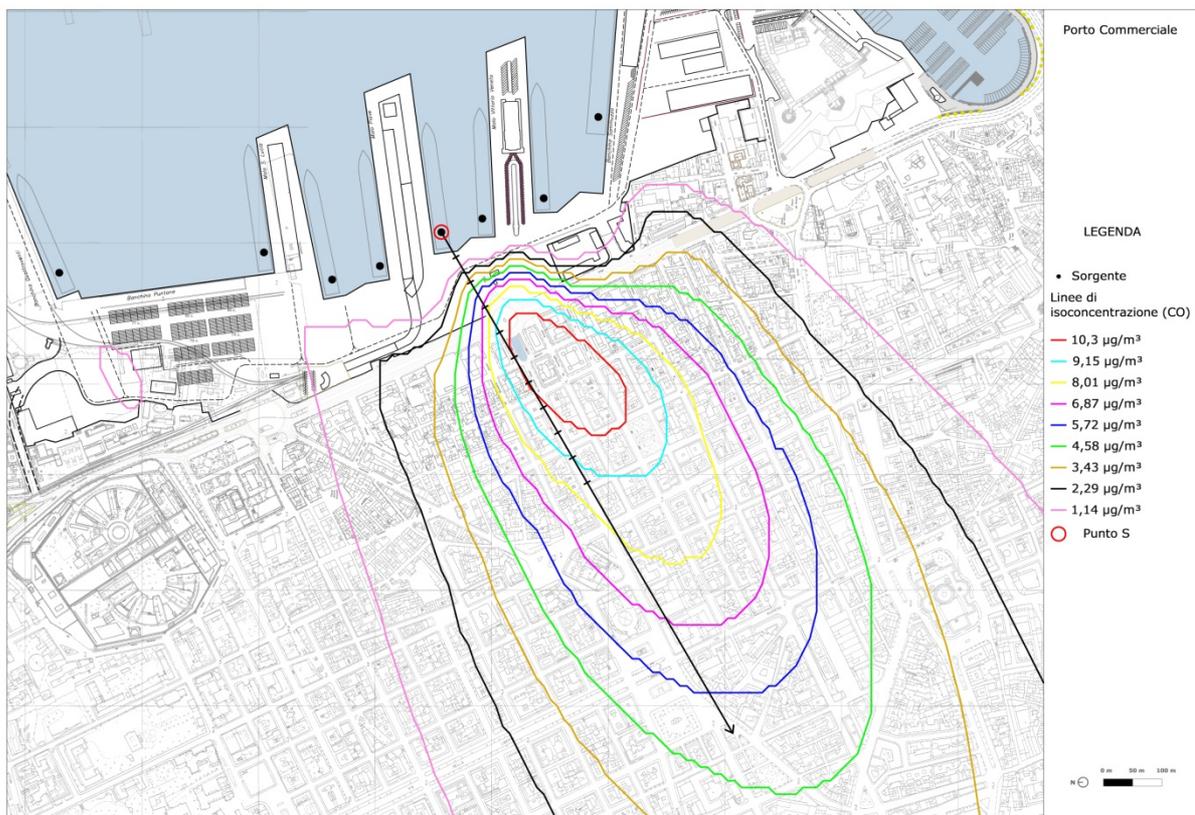


Figura 8.26 – Linee di isoconcentrazione CO porto commerciale (stazionamento navi)



Figura 8.27 – Linee di isoconcentrazione NO_x porto commerciale (stazionamento navi)



Figura 8.28 – Linee di isoconcentrazione particolato porto commerciale (stazionamento navi)

Il secondo tipo di simulazione ha interessato il traffico veicolare indotto dalla presenza del porto, lungo gli assi stradali principali di via C. Colombo e via F. Crispi, che collegano il porto alla città.

Dall'analisi dei dati di output del programma, si riportano in Tabella 8.19, per gli inquinanti CO e NO_x, i valori di concentrazione che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto di riferimento D (ingresso principale Capitaneria di Porto in via F. Crispi) e si sviluppa in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto D (m)	Concentrazione NO _x (µg/m ³)	Concentrazione CO (µg/m ³)
24	12,77	134,81
48	5,29	55,92
72	3,20	33,82
96	2,23	23,61
120	1,73	18,33
144	1,42	15,00
168	1,17	12,45
192	0,98	10,36
216	0,82	8,70
240	0,70	7,41

Tabella 8.19 – Valori di concentrazione di CO e NO_x ottenuti nella simulazione relativa al porto commerciale (ipotesi traffico veicolare)

Le Figura 8.29 e Figura 8.30 mostrano le mappe dei valori di concentrazione di CO e NO_x, relative al traffico veicolare lungo gli assi di via F. Crispi e via C. Colombo. Il traffico veicolare indotto dalla presenza del porto, seppure rappresentativo di una parte del reale traffico veicolare che è presente in via F. Crispi, produce basse concentrazioni di ossidi di azoto e concentrazioni sostenute di monossido di carbonio. I valori si mantengono comunque, al di sotto dei limiti normativi.

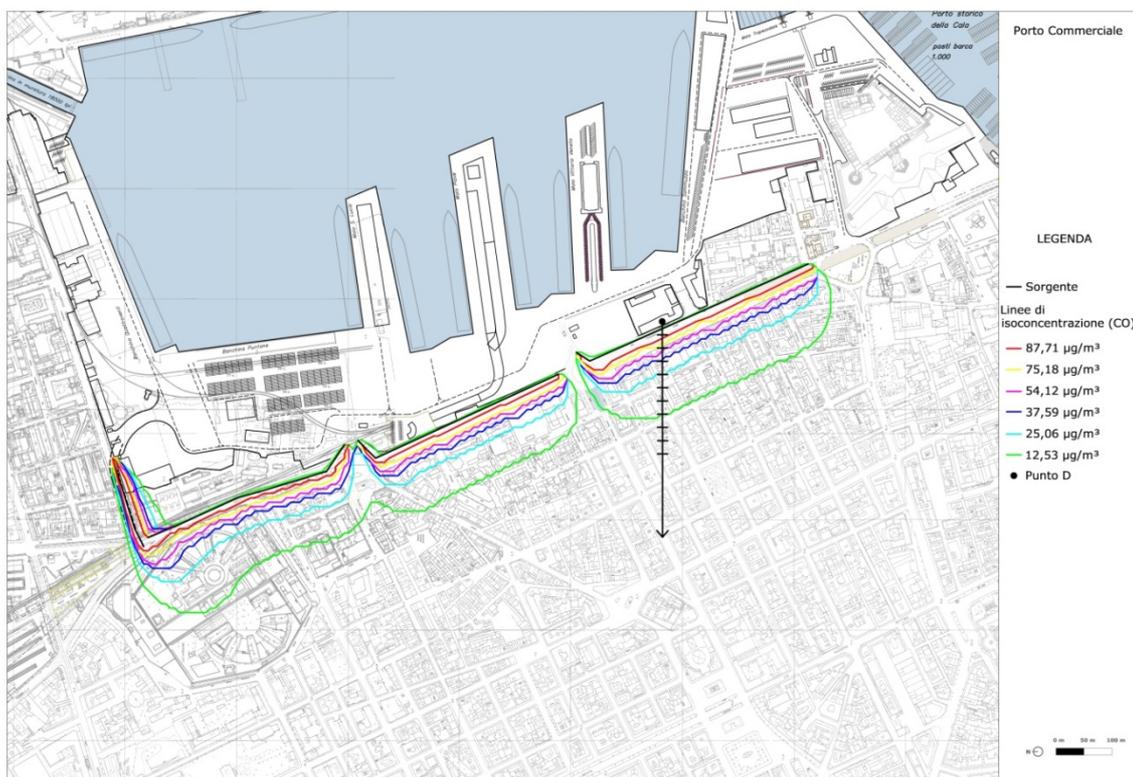


Figura 8.29 – Linee di isoconcentrazione CO porto commerciale (traffico veicolare)

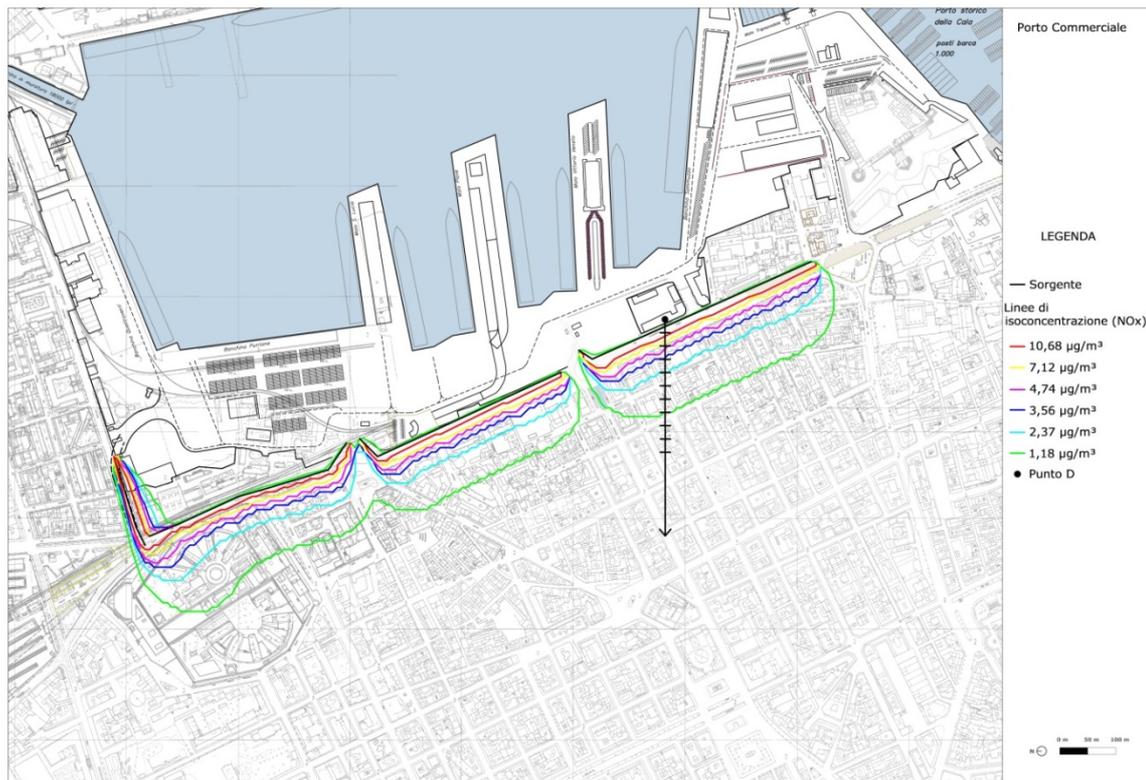


Figura 8.30 – Linee di isoconcentrazione NO_x porto commerciale (traffico veicolare)

8.5.5.5 Porto di Sant'Erasmus

La valutazione dell'inquinamento atmosferico del porto di Sant'Erasmus è stata effettuata nello Studio di Impatto Ambientale del "Progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo". Il progetto ha avuto giudizio positivo da parte del *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*; si riportano le conclusioni dell'allegato del SIA relativo allo *Studio sull'inquinamento atmosferico*.

"Dall'analisi delle mappe di concentrazione media giornaliera di NO₂ per la fase di cantiere si osserva una situazione sostanzialmente invariata rispetto ai valori mediamente riportati dalle campagne di monitoraggio; ciò si spiega con una variazione del flusso veicolare poco significativa se paragonata al totale dei veicoli abitualmente impattanti sull'area.

Analoga situazione si riscontra nella simulazione eseguita per la fase di esercizio. In generale, pertanto, l'incremento di flusso veicolare conseguente sia alla realizzazione delle opere sia all'esercizio delle attività portuali non causerà significative variazioni all'attuale qualità dell'aria."

8.5.6 Conclusioni

Da ciò che è emerso dalle simulazioni effettuate, si può affermare che l'impatto ambientale, relativo al comparto atmosfera, attinente alle attività previste dal nuovo PRP, non apporta sostanziali modifiche alla qualità dell'aria che caratterizza il territorio in esame.

Le attività da diporto analizzate per i porti turistici, non producono impatti atmosferici significativi e concreti, anche in relazione al contesto territoriale di riferimento.

Lo stazionamento delle navi in porto, invece, produce già un impatto maggiore, soprattutto per l'elevata concentrazione di ossidi di azoto, ma comunque limitato a particolari condizioni di stazionamento, e circoscritto nel tempo.

Per quanto riguarda l'impatto atmosferico prodotto dal traffico veicolare indotto dal porto, si registra un modesto superamento delle concentrazioni di monossido di carbonio. Seppur limitati, gli effetti del traffico indotto dal porto si possono sommare agli effetti del traffico cittadino, producendo un maggiore stress ambientale: in questo caso si rimanda ai piani di settore, quali il PRG ed il Piano Generale del Traffico per ottimizzare il traffico veicolare ed attuare soluzioni utili al fine di diminuire le emissioni di inquinanti.

8.6 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

La stesura di un piano regolatore, nell'ottica della valutazione strategica ambientale, non può prescindere da uno degli aspetti più importanti, o forse il più importante, che è la salute umana nella sua accezione più rigorosa, ovvero la definizione che ne dà l'OMS: "stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e non semplice assenza di malattia". Tale definizione estesa a ogni essere umano fa della "salute" un diritto assoluto inderogabile da tutelare ad ogni costo. Data la difficoltà operativa che tale definizione di salute porta intrinsecamente nel suo significato è bene orientare da subito gli sforzi per il suo raggiungimento o quantomeno un avvicinamento in tal senso. La pianificazione territoriale e nella fattispecie quella portuale è quindi uno degli strumenti più basilari per l'orientamento e per il conseguimento del diritto alla salute.

Al fine di individuare gli effetti significativi del piano sull'ambiente in relazione alla salute della popolazione sono stati presi tre aspetti principali che sono relazionati alla salute ovvero, il traffico urbano, l'occupazione e la qualità dell'aria e le emissioni sonore e benessere sociale.

In termini generali l'adozione del piano porterà un miglioramento delle condizioni di salute umana agendo innanzitutto su una razionalizzazione del traffico, sul posizionamento delle attività che producono polveri e effetti sull'aria in aree dedicate e non aperte al pubblico. Inoltre verranno riqualificati gli edifici destinati allo stoccaggio delle merci rendendole fruibili ai fini ristorativi e turistici (vedi area B1).

In particolare per l'area A si avrà un aumento della ricettività inteso come aumento dei posti barca, dei posti auto e della realizzazione di zone commerciali/ricreative che porteranno ad un crescita delle utenze sia stanziali che temporanee. L'aumento della ricettività porterà inevitabilmente ad un aumento del volume di traffico con conseguente aumento di emissioni e di rumore. Tali effetti potranno in ogni caso essere mitigati dall'adozione di una viabilità razionale che potrebbe dare luogo anche ad un eventuale miglioramento delle condizioni attuali. In ogni caso nella valutazione dell'effetto si pone cautelativamente un indicatore, seppur debolmente, negativo. In termini di occupazione gli interventi programmati dal piano non potranno che dare un notevole beneficio. Analogamente si avrà un effetto positivo anche sul benessere sociale in quanto verranno migliorate le attività ricreative.

Riguardo l'area B si possono in generale fare analoghe considerazioni, con un leggero aumento del carico di traffico dovuto al miglioramento delle capacità ricettive, al potenziamento e razionalizzazione della viabilità e dei parcheggi. Tale implementazione non potrà che portare ad un aumento dell'occupazione e di conseguenza anche del benessere sociale.

In area C le previsioni del piano danno degli effetti di aumento del volume di traffico urbano diretto al terminal Ro-Ro con conseguenze anche sull'aria e rumore, tuttavia anche in questo caso la razionalizzazione della viabilità, come ad esempio la realizzazione di un varco su via dell'Arsenale, e il convogliamento del flusso del traffico passeggeri in arterie portanti, potranno addirittura migliorare le condizioni attuali. Dal punto di vista della occupazione vi è un notevole beneficio così come per il benessere sociale.

L'area D caratterizzata dall'aumento degli spazi di manovra e dalla realizzazione di piazzali per la cantieristica potrà in generale far aumentare i posti di lavoro; tuttavia un aumento delle capacità dei cantieri potrà determinare anche un aumento del carico di rumore e di emissioni nell'aria.

8.7 BENI MATERIALI

I beni materiali dovranno essere per antonomasia colpiti positivamente dall'azione del Piano che ha come scopo principale lo sviluppo compatibile e sostenibile del territorio anche sotto l'aspetto socio-economico, come è evidenziato nella matrice.

8.8 PAESAGGIO, PATRIMONIO CULTURALE, ARCHITETTONICO E ARCHEOLOGICO

Vista la sua ubicazione, in un contesto fortemente urbanizzato ma ricco di testimonianze storico-culturali, fra i maggiori effetti conseguenti l'attuazione delle previsioni proposte dal PRP, vi è quella delle ripercussioni sul tema del paesaggio e del patrimonio storico, architettonico e archeologico.

Complessivamente il giudizio finale non può che essere positivo, avendo il PRP fra i suoi obiettivi principali quello del miglioramento e della riqualificazione del waterfront urbano nel pieno rispetto del patrimonio culturale, architettonico e archeologico, dell'integrazione dei luoghi anche attraverso la previsione di funzioni marittime più consone al contesto.

Effetti chiaramente positivi si determinano per le operazioni di contrasto al degrado urbano presente soprattutto nelle aree dei porti turistici e nelle aree limitrofe al Parco Archeologico del Castello a Mare.

Una delle principali strategie adottate dal PRP è quella di creare una forte integrazione degli spazi urbano-portuali con la città e la realizzazione di nuovi innesti città-porto, in modo tale da ottenere una maggiore interconnessione, anche visiva, tra città e mare. Attraverso la liberazione del fronte su via Crispi e l'attuazione di progetti per la viabilità pedonale, dal porto di Sant'Erasmo al porto dell'Arenella, si produce una nuova continuità urbana tra città e porto.

Potenzialmente negativi potrebbero essere gli effetti relativi alla programmazione dei nuovi edifici, che solo gli adeguati approfondimenti progettuali potranno chiarire e risolvere.

La prescrizione, comunque, di interventi ad altissima valenza architettonica, insieme alle tutele pubbliche normali, fanno immaginare una città che cambia nel suo affaccio a mare nella logica di una migliore qualità della vita.

Positivi saranno gli effetti delle sistemazioni a verde e a verde attrezzato.

Per quanto riguarda il patrimonio archeologico, non avendo lo studio archeologico evidenziato emergenze che potrebbero essere compromesse dalle modifiche alle opere marittime esistenti previste nel nuovo PRP, non si ritiene che vi saranno potenziali effetti.

In via cautelativa, si propongono comunque, al seguente capitolo 9, delle misure preventive da applicare per la realizzazione di tutte le opere.

8.9 RUMORE E VIBRAZIONI

8.9.1 Introduzione

Obiettivo del presente studio acustico è stato quello di effettuare una stima dei possibili impatti acustici prodotti dalle previsioni del PRP del porto di Palermo, attraverso l'utilizzo di un apposito modello di simulazione matematica dei livelli sonori.

La valutazione acustica è stata realizzata considerando le attività che si possono sviluppare all'interno dei vari porti gestiti dall'autorità portuale di Palermo, e che sono previsti nel nuovo PRP del porto; in particolar modo si è analizzata l'attività di movimentazione delle imbarcazioni da diporto e dalle navi, trascurando le altre attività presenti, che sono meno rilevanti dal punto di vista acustico. I porti considerati sono:

- Porto turistico dell'Arenella;
- Porto turistico dell'Acquasanta;
- Porto turistico della Cala;

- Porto commerciale di Palermo.

Inoltre, relativamente al porto commerciale di Palermo, è stata effettuata un'ulteriore simulazione riguardante il livello di rumore prodotto dal traffico veicolare indotto dalla presenza del porto.

Per quanto riguarda il porto di Sant'Erasmus, esiste già una precedente valutazione acustica, presente all'interno dello studio di impatto ambientale del "Progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmus".

Il modello di simulazione acustica utilizzato è l'ISO 9613, utilizzando come programma di simulazione il software CUSTIC.

8.9.2 Descrizione del modello ISO 9613 e del software di lavoro

La norma ISO 9613 "Attenuation of sound during propagation outdoors" è una procedura di calcolo previsionale che permette di stabilire l'attenuazione del suono durante la propagazione in esterno. La norma è costituita da due parti: la prima (ISO 9613-1) tratta in modo dettagliato l'attenuazione del suono causata dall'assorbimento atmosferico, mentre la seconda (ISO 9613-2) è relativa al metodo generale di calcolo.

Il livello di pressione sonora di un ricettore, posto ad una certa distanza r da una fonte sonora, viene espresso secondo il modello da questa relazione:

$$Lp(r) = Lw + Dc - A$$

Dove Lw è il livello di potenza sonora alla sorgente (dB), Dc è l'indice di direttività (dB), che è uguale a zero se la sorgente è omnidirezionale, e A il termine di attenuazione (dB).

Il termine di attenuazione A , può essere descritto come:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{bar} + A_{misc}$$

Dove A_{div} è l'attenuazione dovuta per divergenza geometrica, A_{atm} l'attenuazione per assorbimento atmosferico, A_{ground} l'attenuazione del suolo, A_{bar} l'attenuazione dovuta alle barriere e A_{misc} l'attenuazione dovuta ad altri fattori quali la presenza di vegetazione, di siti industriali, etc.

L'attenuazione per divergenza A_{div} si calcola, ad una certa distanza r , come:

$$A_{div} = 20 \log r + 11 (db)$$

L'attenuazione per assorbimento atmosferico dipende dai valori di temperatura ed umidità del luogo.

Il software CUSTIC è un programma sviluppato dalla Canarina, che permette di poter valutare l'impatto acustico prodotto da una o più sorgenti sonore presenti in un determinato territorio, e si basa sul modello numerico ISO 9613.

Il software permette di generare mappe di rumore ad una certa distanza dal suolo, che possono essere visualizzate attraverso delle linee con livelli di pressione sonora costante (isolinee) o attraverso un gradiente di colori. I dati di input al programma sono relativi:

- al numero ed al livello di pressione sonora delle sorgenti;
- ai valori di temperatura ed umidità del luogo;
- alla topografia del luogo;
- alla tipologia di barriera antirumore e relativa altezza.

8.9.3 I dati in ingresso al programma

Si sono scelti come valori di temperatura e umidità relativa, i valori medi annuali registrati nella città di Palermo, dalla Stazione Meteorologica di Palermo Boccadifalco (Dati Climatologici 1971-2000), riportati in Tabella 8.20.

Temperatura	21,7°C
Umidità Relativa	62,3%

Tabella 8.20 – Valori medi annuali di temperatura ed umidità della città di Palermo

Gli edifici immediatamente adiacenti ai vari sistemi portuali sono stati digitalizzati nel programma, in modo tale da considerarli come barriere antirumore: ipotizzando che la maggior parte di queste costruzioni siano in calcestruzzo leggero, l'assorbimento acustico di questi edifici è di circa 34 dB; le altezze degli edifici sono state calcolate attraverso l'analisi di ortofoto da "Google Maps" e "Bing Maps". Inoltre sono stati implementati anche i valori delle quote topografiche.

Per quanto riguarda il rumore prodotto dalla movimentazione delle imbarcazioni, si è proceduto, in prima analisi, alla valutazione dei posti barca previsti dal nuovo PRP, distinti per ogni porto:

- Porto dell'Arenella: 530 posti barca;
- Porto dell'Acquasanta: 600 posti barca;
- Porto Cala-Molo Sud: 1000 posti barca.

Si è ipotizzato una movimentazione giornaliera di imbarcazioni di circa 1/4 dei posti barca disponibili:

- Porto dell'Arenella: 135 movimenti/giorno;
- Porto dell'Acquasanta: 150 movimenti/giorno;
- Porto Cala-Molo Sud: 250 movimenti/giorno.

Effettuando una stima oraria delle movimentazioni, considerando un'attività del porto dalle 6.00 alle 20.00, cioè 10 ore al giorno, si è ottenuto:

- Porto dell'Arenella: 14 movimenti/ora;
- Porto dell'Acquasanta: 15 movimenti/ora;
- Porto Cala-Molo Sud: 25 movimenti/ora.

Ricavando i livelli di emissione sonora da dati bibliografici relativi a studi di settore, nei tre porti si è considerata la movimentazione di piccole imbarcazioni, caratterizzate da un livello di emissione sonora di 80 dB ciascuno. Si è quindi ipotizzato la situazione più impattante che si possa realizzare durante il periodo di riferimento (1 ora), cioè che tutte le imbarcazioni si stiano muovendo nello stesso istante. La posizione di queste fonti è stata scelta in maniera casuale.

Anche per quanto riguarda il porto Commerciale, si è scelta la situazione più impattante, e cioè tutte le banchine occupate contemporaneamente da navi commerciali, crociera e trasporto; si sono quindi ipotizzate 10 sorgenti sonore, otto stazionanti a motore acceso e due in manovra. Valutando i dati presenti in letteratura, si è scelto un livello di emissione sonora delle navi di 75 dB. Nella Tabella 8.21 vengono riepilogati i dati delle sorgenti sonore di input.

Porto	Movimentazione imbarcazioni (movim./ora)	Emissione sonora (dB) singola imbarcazione/nave
Arenella	14	80
Acquasanta	15	80
Cala – Molo Sud	25	80
Porto commerciale	10	75

Tabella 8.21 – Livelli delle sorgenti sonore di input

La seconda tipologia di simulazione ha interessato il rumore prodotto dal traffico veicolare prodotto dal porto di Palermo, prendendo come dati di riferimento i flussi veicolari stimati (cfr. Tabella 8.22) dalla relazione del PRP (Analisi dei flussi merci e passeggeri, dei percorsi, delle aree di accumulo e dei parcheggi nell'area portuale di Palermo). In questo caso non si è considerato una fonte puntuale ma lineare.

TUTTI I VARCHI - Veicoli EQUIVALENTI									
Direzione:	INGRESSO al Porto								
Fascia oraria	Autoveature	Autoarticolati Semirimorchi	Autotreni	Motrici 3/4 assi	Leggeri 2 assi	Trattore stradale	BUS Turistici	Moto 2 ruote	TOTALE EQUIVALENTI
6.40-7.00	62	9	12	17	3	9	9	3	124
7.00-8.00	237	17	17	26	6	70	26	11	410
8.00-9.00	397	70	29	44	41	41	15	8	645
9.00-10.00	268	52	12	13	15	32	9	15	416
10.00-11.00	167	26	23	26	38	9	9	5	303
11.00-12.00	142	65	12	17	26	9	9	3	283
12.00-13.00	109	39	12	17	23	6	12	3	221
13.00-14.00	113	44	17	22	17	12	23	8	256
14.00-15.00	135	61	23	35	6	9	6	8	283
15.00-16.00	187	165	35	61	17	9	12	15	501
16.00-17.00	203	170	23	170	46	20	6	21	659
17.00-18.00	324	183	46	91	78	44	20	25	811
18.00-19.00	517	174	46	104	52	32	12	28	965
19.00-20.00	368	244	6	104	93	41	12	0	868
TOTALE	3,229	1,319	313	747	461	343	180	153	6,745

Direzione:	USCITA dal Porto								
Fascia oraria	Autoveature	Autoarticolati Semirimorchi	Autotreni	Motrici 3/4 assi	Leggeri 2 assi	Trattore stradale	BUS Turistici	Moto 2 ruote	TOTALE EQUIVALENTI
6.40-7.00	165	78	58	70	32	6	23	2	434
7.00-8.00	167	200	58	44	38	12	26	2	547
8.00-9.00	221	157	70	83	55	6	35	11	638
9.00-10.00	205	61	23	9	29	12	6	2	347
10.00-11.00	318	9	0	4	12	3	9	11	366
11.00-12.00	114	52	23	35	3	6	15	4	252
12.00-13.00	138	22	0	0	26	12	23	7	228
13.00-14.00	148	0	0	0	3	6	38	9	204
14.00-15.00	154	17	6	4	0	15	23	8	227
15.00-16.00	167	22	6	13	0	20	0	11	239
16.00-17.00	206	135	23	22	3	90	0	23	502
17.00-18.00	206	91	23	35	38	99	26	27	545
18.00-19.00	259	44	6	13	20	64	0	22	428
19.00-20.00	522	65	17	35	12	20	9	22	702
TOTALE	2,990	953	313	367	271	371	233	161	5,659

Tabella 8.22 – Flussi veicolari stimati dalla relazione del PRP (fonte: Analisi dei flussi merci e passeggeri, dei percorsi, delle aree di accumulo e dei parcheggi nell'area portuale di Palermo)

Si è scelta la situazione più gravosa, cioè quella relativa alla fascia oraria 19.00-20.00, con una quantità di 1570 veicoli in entrata ed uscita dal porto, che sono stati distribuiti lungo via F. Crispi e nella prima parte di via C. Colombo, con una velocità media di 30 km/h.

Inseriti tutti i dati, il programma consente di calcolare i livelli di emissione sonora che si possono riscontrare ad una determinata distanza dalle sorgenti sonore, fornendo il risultato in termini di isolee, con valore costante di livello sonoro in dB.

8.9.4 Risultati

Sulla base delle ipotesi prima descritte e sui dati inseriti nel programma, sono state condotte le simulazioni utilizzando il software CUSTIC. Stimati i valori di pressione sonora ad una certa distanza dalla sorgente, si è provveduto ad analizzare i principali ricettori sensibili che hanno interessato l'area d'esame, valutando l'impatto che la presenza del porto produce.

8.9.4.1 Porto dell'Arenella

Per quanto riguarda il porto turistico dell'Arenella, la movimentazione delle imbarcazioni non produce un sostanziale impatto sui principali ricettori sensibili presenti in zona, ed in particolar modo per quelli presenti in via San Vincenzo Dè Paoli, cioè la Chiesa Sant'Antonino da Padova e l'Istituto Maria Ausiliatrice. Livelli di rumore più alti si possono osservare presso l'Ospedale Enrico Albanese: questi si mantengono tuttavia nei limiti di legge.

In Figura 8.31 si osserva la posizione delle sorgenti e dei recettori sensibili e l'andamento delle linee isofoniche relative al porto turistico dell'Arenella; inoltre viene visualizzata una linea immaginaria per mettere in evidenza, nella successiva tabella, i valori di pressione sonora che si sviluppano lungo questa linea.

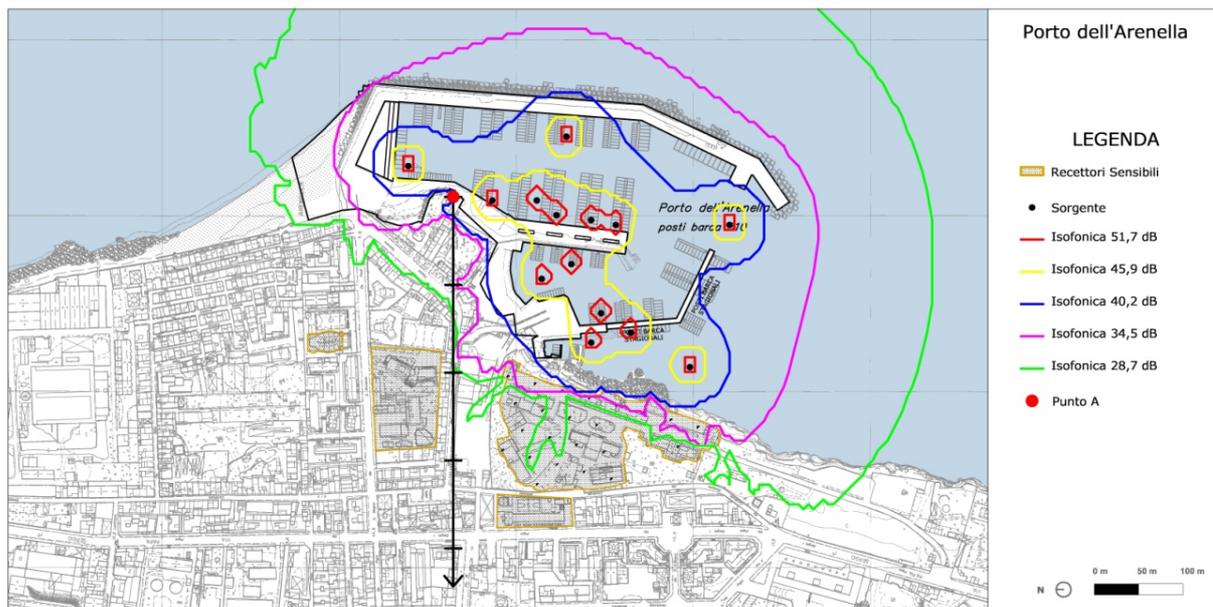


Figura 8.31 – Linee isofoniche porto turistico dell'Arenella

Dall'analisi dei risultati ottenuti dal programma, si riportano nella Tabella 8.23, i valori dei livelli di pressione sonora che si sviluppano lungo la linea che parte dal punto A (Torre prossima alla Tonnara Florio) e procede in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto A (m)	Livello Pressione Sonora (dB)
0	41,88
100	36,19
200	34,62
300	24,62
400	16,26

Tabella 8.23 – Livelli di pressione sonora porto turistico dell'Arenella

8.9.4.2 Porto dell'Acquasanta

Le attività di movimentazione delle imbarcazioni, all'interno del porto dell'Acquasanta, non producono un sostanziale impatto acustico; ciò è dovuto soprattutto alla posizione del porto e alla relativa lontananza delle attività di diporto dal tessuto urbano.

In Figura 8.32 si osserva la posizione delle sorgenti e dei recettori sensibili e l'andamento delle linee isofoniche relative al porto turistico dell'Acquasanta; inoltre viene visualizzata una linea immaginaria per mettere in evidenza, nella successiva tabella, i valori di pressione sonora che si sviluppano lungo questa linea.

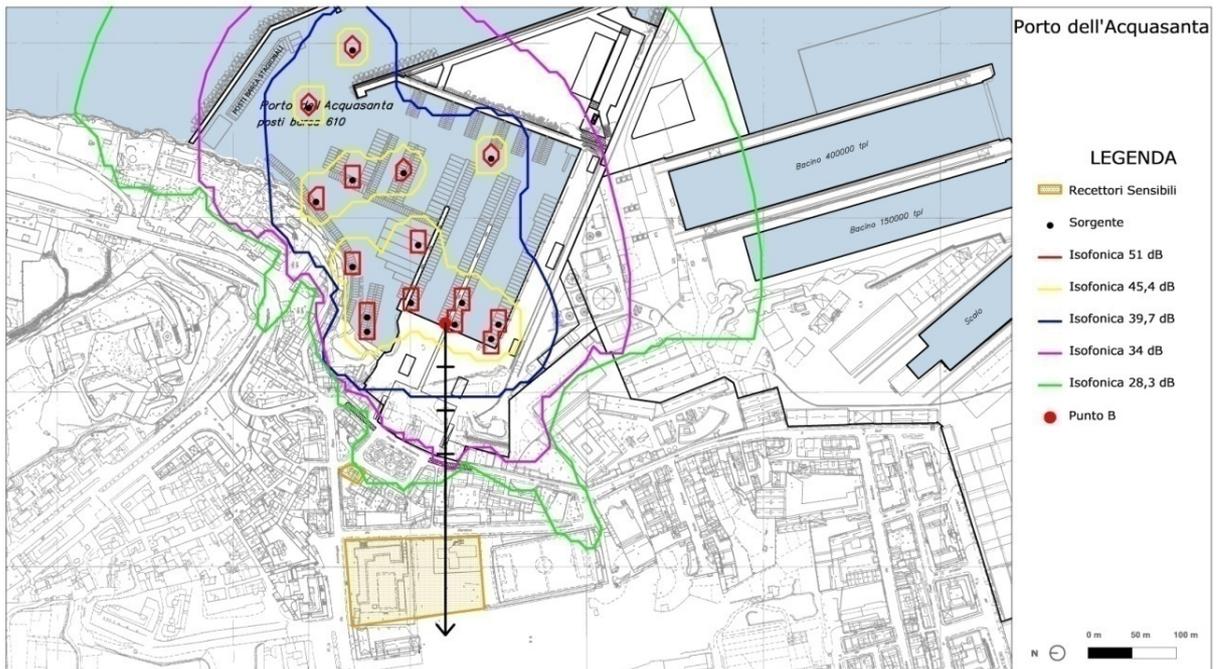


Figura 8.32 – Linee isofoniche porto turistico dell'Acquasanta

Dall'analisi dei risultati ottenuti dal programma, si riportano nella Tabella 8.24, i valori dei livelli di pressione sonora che si sviluppano lungo la linea che parte dal punto B (tratto iniziale della banchina centrale) e procede in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto B (m)	Livello Pressione Sonora (dB)
0	46,59
50	43,35
100	38,83
150	35,68

Tabella 8.24 – Livelli di pressione sonora porto turistico dell'Acquasanta

8.9.4.3 Porto della Cala – Molo sud

Anche per quanto riguarda il porto turistico della Cala non si riscontra un rilevante impatto acustico dovuto alla movimentazione delle imbarcazioni.

I ricettori sensibili, ubicati nelle immediate vicinanze del porto, sono modestamente esposti al rumore prodotto dalla movimentazione delle imbarcazioni; i livelli di rumore si mantengono comunque nei limiti della normativa vigente. In particolare modo, le zone più soggette al rumore prodotto sono:

- L'istituto Nautico Gioeni Trabia;
- Il complesso Archeologico del Castello a Mare;
- La Chiesa Santa Maria della Catena;
- La casa di cura Triolo-Zancla.

In Figura 8.33 si osserva la posizione delle sorgenti e dei recettori sensibili e l'andamento delle linee isofoniche relative al porto turistico della Cala; inoltre viene visualizzata una linea immaginaria per mettere in evidenza, nella successiva tabella, i valori di pressione sonora che si sviluppano lungo questa linea.

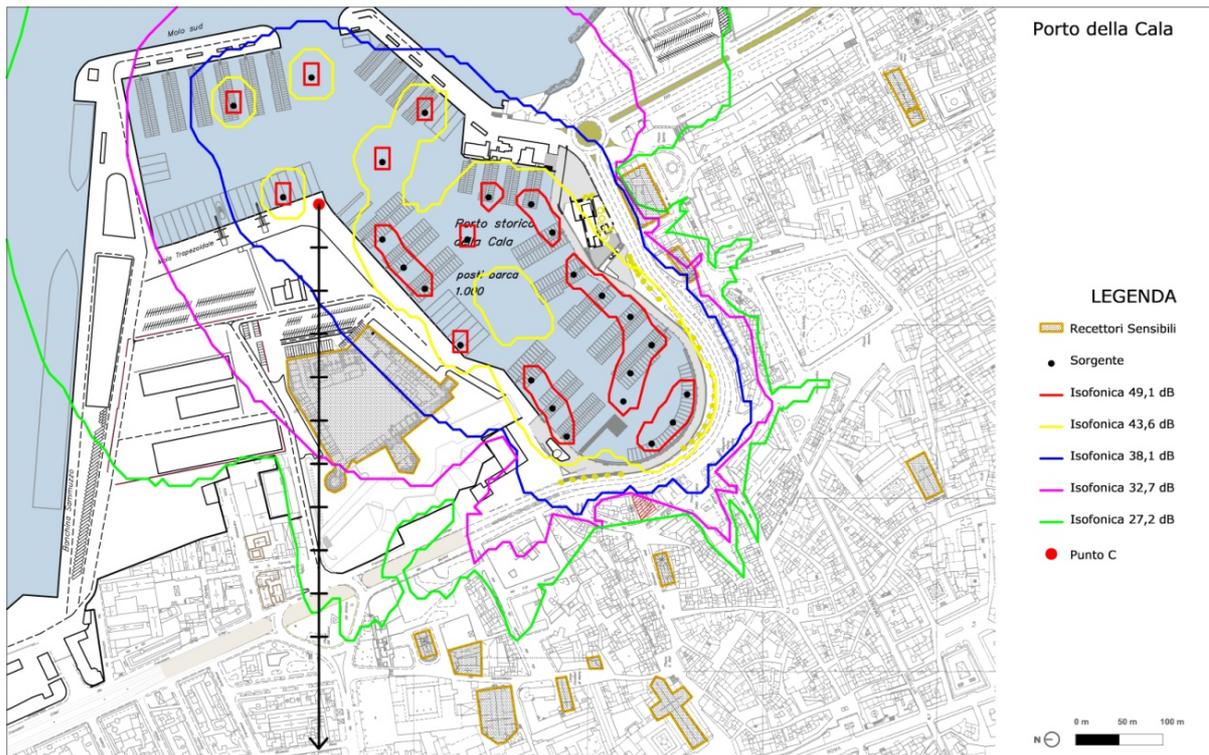


Figura 8.33 – Linee isofoniche porto turistico della Cala

Dall'analisi dei risultati ottenuti dal programma, si riportano nella Tabella 8.25, i valori dei livelli di pressione sonora che si sviluppano lungo la linea che parte dal punto C (fine del Molo Trapezoidale) e procede in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto C (m)	Livello Pressione Sonora (dB)
0	41,77
50	40,93
100	39,47
150	37,79
200	35,99
250	34,36
300	32,91
350	30,51
400	29,19
450	28,18
500	26,81

Tabella 8.25 – Livelli di pressione sonora porto turistico della Cala

8.9.4.4 Porto Commerciale

Per il porto commerciale di Palermo si sono effettuate due simulazioni, una relativa al movimento delle navi ed una dovuta al traffico veicolare indotto dalla presenza del porto. La presenza delle navi all'interno del porto, così come ipotizzata nel paragrafo 8.9.3, non produce un sostanziale inquinamento acustico sulla città di Palermo.

In Figura 8.34 si osserva la posizione delle sorgenti e dei recettori sensibili e l'andamento delle linee isofoniche relative al porto Commerciale di Palermo; inoltre viene visualizzata una linea immaginaria, per mettere in evidenza nella successiva tabella, i valori di pressione sonora che si sviluppano lungo questa linea.

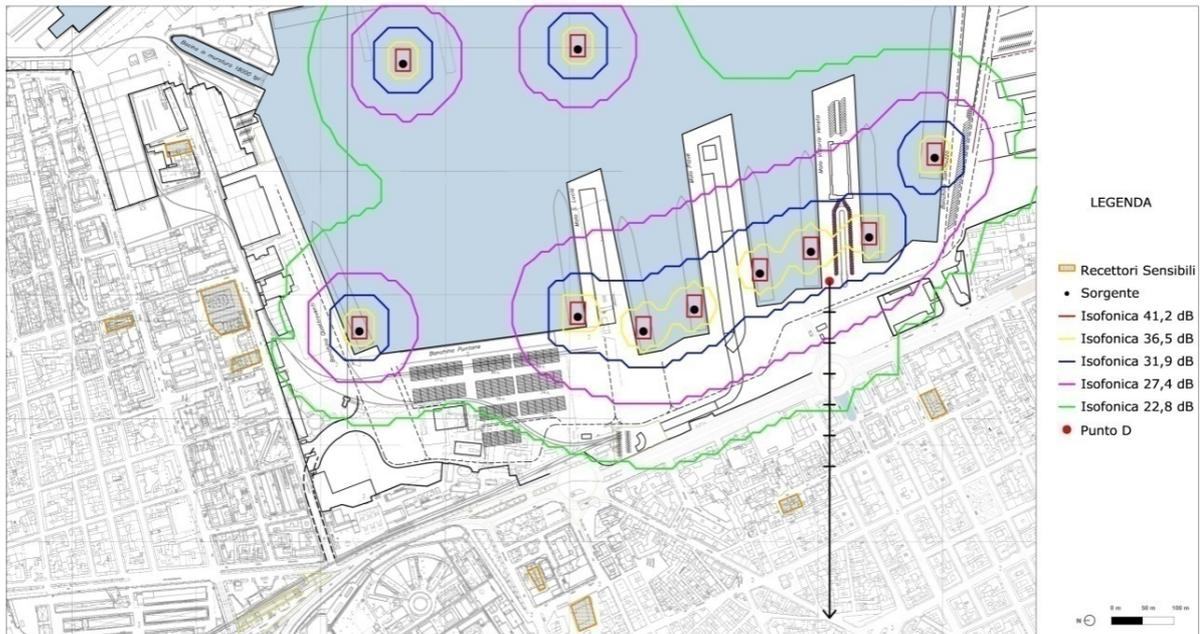


Figura 8.34 – Linee isofoniche porto commerciale di Palermo dovuto alla movimentazione delle navi

Dall'analisi dei risultati ottenuti dal programma, si riportano nella Tabella 8.26, i valori dei livelli di pressione sonora che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto D (radice del Molo Vittorio Veneto) e procede in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto D (m)	Livello Pressione Sonora (dB)
0	31,57
50	28,73
100	26,12
150	24,43
200	23,29
250	14,93
300	12,74

Tabella 8.26 – Livelli di pressione sonora porto commerciale di Palermo (movimentazione navi)

La simulazione relativa al traffico veicolare indotto dalla presenza del porto è mostrata in Figura 8.35, in cui si osserva la posizione delle sorgenti lineari e dei recettori sensibili e l'andamento delle linee isofoniche; inoltre viene visualizzata una linea immaginaria, per mettere in evidenza, nella successiva tabella, i valori di pressione sonora che si sviluppano lungo questa linea.

In questo caso si riscontrano dei valori di pressione sonora più alti, rispetto alla simulazione relativa alla movimentazione delle navi.

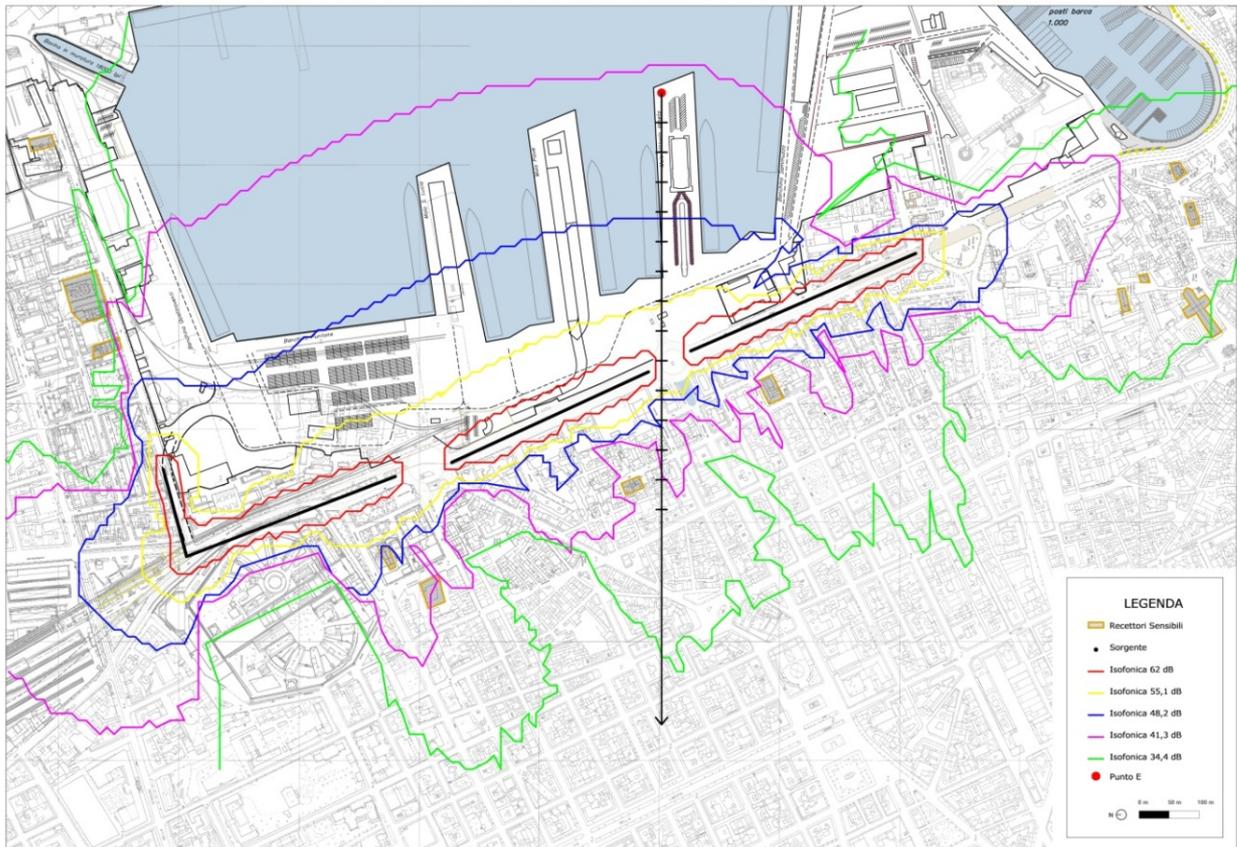


Figura 8.35 – Linee isofoniche porto commerciale di Palermo, dovuto al traffico veicolare

Dall'analisi dei risultati ottenuti dal programma, si riportano nella Tabella 8.27, i valori dei livelli di pressione sonora che si sviluppano lungo la linea, che parte dal punto E (parte finale del Molo Vittorio Veneto) e procede in direzione Est-Ovest.

Distanza dal punto E (m)	Livello Pressione Sonora (dB)
0	42,13
50	43,12
100	44,56
150	45,97
200	47,52
250	49,27
300	52
350	54,47
400	57,21
450	63,15
500	56,97
550	50,45
600	41,33
650	39,8
700	39,22

Tabella 8.27 – Livelli di pressione sonora porto commerciale di Palermo (traffico veicolare)

8.9.4.5 Porto Sant'Erasmo

La valutazione dell'inquinamento acustico del porto di Sant'Erasmo è stata effettuata nello Studio di Impatto Ambientale del "Progetto di completamento delle opere di difesa della darsena turistica di S. Erasmo".

Il progetto definitivo del porto è stato sottoposto a procedura di V.I.A.; il *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*, con decreto DVA-DEC-2010-568 del 09/09/2010, ha decretato giudizio positivo circa la compatibilità ambientale per il progetto di completamento delle opere di difesa della darsena Turistica di S. Erasmo.

Si riportano le conclusioni dell'allegato del S.I.A. relativo allo *Studio sull'impatto acustico*.

"L'analisi dei risultati relativi alla situazione attuale ha evidenziato valori al di sopra dei limiti previsti dalla normativa di settore nelle zone adiacenti alle principali vie di accesso all'area interessata dalle opere; ciò è dovuto al flusso di traffico veicolare intenso.

Nella situazione di cantiere l'innalzamento del livello di rumore è riconducibile all'incremento di traffico veicolare leggero e pesante, da e verso l'area di progetto, e alle attività di cantiere ivi svolte. Tale aumento risulta essere transitorio e non particolarmente significativo, per cui una volta terminate le operazioni di costruzione e di realizzazione dell'opera, le modifiche apportate al clima acustico della zona cesseranno di esistere.

In ogni caso allo scopo di limitare l'impatto sulla viabilità urbana conseguente al flusso di mezzi pesanti diretti verso le aree di cantiere sono stati studiati degli opportuni percorsi. Nella situazione di progetto va osservato come l'incremento del flusso veicolare, oltretutto di carattere stagionale, conseguente alla realizzazione dell'opera, non produca un' apprezzabile variazione del clima acustico attuale.

E', inoltre, da evidenziare nelle mappe relative alla situazione di progetto come la presenza dei natanti all'interno del porto non produca significative emissioni rumorose imputabili, dunque, essenzialmente al flusso di traffico preesistente alla realizzazione dell'opera."

8.9.5 Conclusioni

Lo studio per stabilire il possibile inquinamento acustico, prodotto dalle previsioni del nuovo PRP del porto, ha evidenziato degli scenari di impatto sonoro.

Dal confronto tra i dati ottenuti, le indicazioni legislative e la presenza di recettori acustici sensibili, non sono stati riscontrati eventi di inquinamento acustico superiori ai limiti normativi.

Il rumore da traffico veicolare risulta elevato, ma paragonabile con la situazione odierna; si rimanda agli strumenti di pianificazione comunali per l'attuazione di sistemi di fluidificazione del traffico, come quelli suggeriti nello stesso PRP (rotatorie in corrispondenza dei varchi).

Concludendo, le previsioni previste dal nuovo PRP del porto sono pienamente compatibili con le indicazioni della normativa vigente in materia di inquinamento acustico.

8.10 ELETTROMAGNETISMO

Dall'analisi effettuata durante questo studio, riguardo al tema dell'elettromagnetismo, si sono riscontrati i seguenti aspetti:

- dalle previsioni di piano non sono previste l'installazione di impianti di radio-telecomunicazioni (ripetitori di impianti per comunicazioni, impianti trasmettenti di broadcasting, etc.);
- dallo studio sullo stato di fatto, non sono apparsi valori superiori ai limiti consentiti dalla normativa.

Pertanto si prevede un impatto nullo, relativamente alla tematica dell'elettromagnetismo, dovuto all'attuazione del PRP.

8.11 MOBILITÀ E TRASPORTI

Come già descritto nel paragrafo 3.2.4, il nuovo PRP prevede una serie di interventi per il miglioramento dell'accessibilità e della mobilità.

L'attenzione progettuale alle questioni dell'accessibilità ha trasformato gli innesti urbano-portuali ed i varchi in sistemi più permeabili tra città e porto.

Per ottenere effetti più incisivi, il PRP propone anche un progetto di riassetto della viabilità su via Crispi attraverso la formazione di nuove rotatorie per la differenziazione del traffico.

Complessivamente, gli interventi di miglioramento della mobilità sia interna che esterna, uniti alle proposte di fluidificazione del traffico del Piano Generale del Traffico Urbano del Comune di Palermo, non potranno che apportare effetti positivi ai fini della riduzione del peso del traffico veicolare indotto sulle aree urbane limitrofe al porto.

8.12 AMBIENTE URBANO

I fattori che influenzano la qualità dell'ambiente urbano e di conseguenza la percezione della qualità della vita sono diversi:

- fattori economici
- stato dell'ambiente
- fattori sociali.

Ad ognuno di essi sono correlate singole matrici ambientali delle quali si è trattato nei precedenti paragrafi, ed ai quali si fa riferimento per le singole valutazioni.

In generale l'attuazione del piano potrebbe avere minimi effetti negativi sullo stato dell'ambiente ed effetti positivi sui fattori economici e i fattori sociali.

8.13 SITI CONTAMINATI

Non si rileva alcun possibile rischio per l'ambiente non essendo presenti siti contaminati all'interno dell'ambito del PRP.

8.14 RIFIUTI

L'aumento del carico urbanistico conseguente l'attuazione delle previsioni di piano, porterà con sé l'aumento della produzione di rifiuti prodotti dalle navi e i residui del carico e la produzione dei rifiuti prodotti nelle parti comuni delle aree portuali a terra; a questo si riferiscono i potenziali impatti debolmente negativi complessivi evidenziati nella matrice di valutazione.

La gestione di tale aumento potrà essere messa in atto attraverso una serie di azioni di mitigazione proposte al capitolo 9.

8.15 RISCHIO ANTROPOGENICO

Non essendo presenti attività a rischio di incidente rilevante né sostanze pericolose in quantità superiori alle soglie previste dalla legge, si ritiene che non vi sia alcun rischio per l'ambiente e la popolazione.

8.16 ENERGIA

Il PRP del porto di Palermo prevede lo sviluppo di nuove strutture edilizie, oltre alla riorganizzazione dell'esistente.

Gli aumenti dei traffici previsti, dei servizi correlati all'accoglienza dei passeggeri e del carico e scarico delle merci, unito allo sviluppo delle attività di diporto ed il conseguente aumento della relativa attività cantieristica, comportano comunque un aumento della richiesta energetica e quindi degli effetti debolmente negativi nella corrispondente matrice ambientale.

8.17 MATRICE DI VALUTAZIONE AMBIENTALE

È stata predisposta la matrice di valutazione degli effetti potenziali. Tale matrice riporta in ordinata le azioni di piano ed in ascissa le criticità suddivise per componente ambientale, emerse dall'analisi svolta.

Le azioni sono state suddivise in macroazioni ed azioni specifiche dove per macroazioni si sono intese le specifiche destinazioni d'uso inserite nel piano, mentre le azioni specifiche sono state individuate dalla lettura delle norme di piano e sono riferibili alla realizzazione di opere specifiche quali edificazioni in genere o strutture a destinazione specifica, manutenzioni e restauri degli edifici esistenti, opere stradali ed infrastrutturali, urbanizzazioni, opere a verde e tutte quelle azioni su cui si riteneva indispensabile la valutazione dell'impatto. Lo strumento della matrice di analisi permette di effettuare una stima dei potenziali effetti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del piano, attraverso la seguente scala:

++	effetto potenziale positivo
+	effetto potenziale debolmente positivo
=	effetto potenziale neutro
-	effetto potenziale debolmente negativo
--	effetto potenziale negativo
I	effetto potenziale primario
II	effetto potenziale secondario
C	effetto potenziale cumulativo
S	effetto potenziale sinergico
P	effetto potenziale permanente
BT	effetto potenziale a breve termine
LT	effetto potenziale a lungo termine

MACROAZIONI		AZIONI SPECIFICHE																																		
		Flora, fauna e biodiversità			Paesaggio, patrimonio culturale, architettonico e archeologico				Beni materiali			Suolo e rischi naturali				Erosione costiera			Acqua e ambiente marino			Aria e fattori climatici		Popolazione e salute umana				Rumore e vibrazioni	Mobilità e trasporti			Rifiuti	Energia			
		presenza e/o prossimità a aree naturali protette	verde urbano	prossimità a zone a Posidonia oceanica	presenza di centri storici e vincoli paesaggistici	presenza del Parco Archeologico del Castello a mare	presenza di tessuti degradati all'interno e/o in prossimità dell'ambito portuale	segnalazione di ritrovamenti archeologici	industrie e servizi	turismo	agricoltura	rischio alluvione	desertificazione	contaminazione del suolo	disastro idrogeologico	rischio crollo fessile	rischio erosione coste basse	rischio insabbiamento	potenziale presenza di scarichi di navi (urbani ed industriali non trattati)	acque meteoriche non trattate	eventuali accidentali di oli, carburanti o acque di sentina	presenza potenziale di sorgenti emissive da traffico veicolare	presenza potenziale di sorgenti emissive da traffico navale	aumento traffico urbano	occupazione	aria e rumore	benessere sociale	variazione del clima acustico	problemi di accessibilità con episodi di punta	congestione lungo alcune aste di viabilità urbana	presenza di traffico pesante sulla viabilità principale	scarsa accessibilità degli ambiti di fruizione turistica	potenziale aumento della produzione	potenziale aumento del fabbisogno energetico		
Area A	sub-Area A1: Porto turistico Cala-Molo Sud	progetto di riqualificazione dei luoghi, potenziamento del porto turistico, e riconnessione degli spazi, realizzando un'area fortemente integrata con le aree limitrofe del Parco Archeologico del Castello a mare e dell'area croceristica;	=	+	=	++	++	++	=	++	++	=	=	=	+	=	=	=	-	-	-	=	=	-	++	=	++	=	-	-	=	++	-	-		
		realizzazione di una connessione con una parte dell'attuale Molo Sud per il raggiungimento di circa 1000 posti barca con una parte riservata ai mega yacht;	=	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	++	=	=	=	-	-	=	+	-	-	
		realizzazione degli ormeggi per le imbarcazioni da diporto (su pontili fissi o galleggianti);	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	++	=	=	=	=	=	=	=	=	
		realizzazione di edifici destinati ad uso turistico, commerciale e ricreativo;	=	=	=	=	=	++	=	+	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	++	=	+	=	=	=	=	+	-	-	
		realizzazione di aree a parcheggio fornendo 580 posti auto nell'area A1 e circa 420 tra le limitrofe aree A2 e B1.	=	+	=	=	=	+	=	+	+	=	=	=	+	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	+	=	+	=	+	+	=	=	=	
	sub-Area A2 Area Foro Italico	mantenimento dell'area del Foro Italico come parco pubblico per le attività culturali e ricreative;	=	++	=	++	=	+	=	++	+	=	=	+	=	=	=	=	=	++	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	++	=	=		
		realizzazione di strutture per la allocazione dei servizi relativi (noleggio bici, bar e chioschetti, info point, noleggio attrezzature per il gioco, etc.); parcheggi di superficie alberati per i fuoristrada, viabilità ciclo-pedonale.	=	+	=	=	=	=	=	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-	
		realizzazione di almeno 270 posti barca;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
		realizzazione di edifici destinati ad accogliere le attività legate alla nautica da diporto, ai servizi turistici, commerciali e per la ristorazione;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
	sub-Area A3: Polo turistico Sant'Erasmo	realizzazione di almeno 270 posti barca;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
		realizzazione di edifici destinati ad accogliere le attività legate alla nautica da diporto, ai servizi turistici, commerciali e per la ristorazione;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
		realizzazione di circa 290 posti auto;	=	+	=	=	=	=	++	++	+	=	=	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	+	-	++	=	+	+	=	+	=	=
		riqualificazione ambientale e paesaggistica per attività ricreative e sportive della foce del fiume Oreto	++	++	=	++	=	++	=	+	++	=	+	+	+	=	=	=	=	+	+	=	=	=	=	-	+	++	++	=	=	=	++	++	=	=
	sub-Area A4: Polo turistico dell'Acquasanta	realizzazione di almeno 600 posti barca;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
		realizzazione di edifici destinati ad accogliere le attività legate alla nautica da diporto, ai servizi turistici, commerciali e per la ristorazione;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	+	+	=	++	-	-
		riqualificazione dell'area con ampliamento della piazza urbana e la realizzazione di una terrazza per l'affaccio a mare per gli abitanti e i visitatori;	=	=	=	++	=	++	=	+	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	=	=	=	=	-	-
		realizzazione di circa 640 posti auto;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	+	-	++	=	+	+	=	+	=	=
	sub-Area A5: Polo turistico dell'Arenella	prolungamento dei moli esistenti;	=	=	=	=	=	=	+	+	=	=	=	=	=	=	=	++	=	=	=	=	=	=	=	+	-	=	=	=	=	=	=	=	=	
		realizzazione di nuovo banchinamento per l'allocatione dei servizi alla nautica da diporto;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	=	=	=	=	=	=	-	-
		realizzazione di almeno 530 posti barca;	=	=	=	=	=	=	++	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	++	=	=	=	++	-	-	
realizzazione di aree di parcheggio per almeno 230 posti auto all'interno dell'area portuale;		=	+	=	=	=	+	=	++	++	=	=	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	-	+	-	++	=	+	+	=	+	=	=	
sistemazione degli spazi a terra e un raccordo con l'edificio della Tonnara Florio;		=	=	=	=	=	++	=	+	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	=	+	=	=	=	++	=	=		
sub-Area A6: Parco Archeologico del Castello a Mare	conservazione e fruizione del patrimonio culturale delle vestigia del Castello a Mare	=	++	=	++	++	++	=	+	++	=	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	=	=	=	++	=	-	-		
	realizzazione di piccole strutture removibili legate alla fruizione del bene archeologico;	=	=	=	=	+	+	=	+	++	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	+	+	+	=	=	=	=	+	-	-		
	realizzazione di parcheggi di superficie per autobus, taxi e altri mezzi di addetti e visitatori;	=	+	=	=	+	+	=	+	+	=	=	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	++	+	-	++	=	+	+	=	+	=	=	
	realizzazione di aree verdi.	=	++	=	++	++	++	=	+	+	=	=	++	+	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	++	+	++	++	=	=	=	++	++	=	=	

9. MISURE DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI E OPERE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE

Le azioni previste dal PRP e le conseguenti attività che dovranno essere realizzate, producono effetti sulla matrice ambientale, di svariata natura. Risulta conveniente, nei casi in cui si presenta un effetto non positivo, indicare le eventuali contromisure da adottare.

Il rapporto ambientale deve contenere quindi, le misure previste per impedire, ridurre e compensare, nella maniera più completa possibile, gli effetti negativi significativi sull'ambiente, dovuti alle azioni dei piani. Dall'analisi dei risultati ottenuti in fase di valutazione degli effetti, possiamo definire delle misure di mitigazione in relazione ai seguenti aspetti:

- Acqua e ambiente marino costiero;
- Aria;
- Rumore;
- Paesaggio, patrimonio culturale, architettonico e archeologico;
- Rifiuti;
- Energia.

In seguito alla realizzazione della struttura portuale e dei nuovi manufatti edilizi, si prevede un incremento dei fabbisogni idrici che potranno essere in parte soddisfatti senza gravare sulla rete comunale tramite il riutilizzo delle acque meteoriche per tutti gli impieghi che non richiedono requisiti di potabilità delle stesse.

Per evitare un progressivo inquinamento delle acque portuali dovuto agli scarichi dei reflui, alle sentine delle imbarcazioni e allo sversamento accidentali di olii e carburanti, in fase di attuazione del P.R.P. sarà opportuno prevedere impianti di raccolta delle acque di sentina, di trattamento delle acque di dilavamento dei piazzali e, nelle zone maggiormente critiche dei bacini caratterizzate da basso dinamismo, l'inserimento di ossigenatori e circolatori a bassissima prevalenza (cfr. l'elaborato A5), nonché un sistema di monitoraggio della qualità dell'acqua.

Per quanto riguarda il miglioramento della qualità dell'aria, questo deve essere fatto in sinergia con gli interventi per migliorare la viabilità urbana di via C. Colombo e via F. Crispi.

Seppur non producendo un impatto significativo, gli effetti prodotti dal traffico indotto dal porto di Palermo si possono sommare agli effetti del normale traffico cittadino, producendo quindi un maggiore stress ambientale.

La diminuzione delle emissioni inquinanti si ottiene attraverso una maggiore fluidificazione del traffico veicolare pesante ed un'ottimizzazione dei flussi stradali: si rimanda quindi, alle decisioni prese nei piani di settore quali il P.R.G. ed il Piano Generale del Traffico.

La mitigazione dei livelli di rumore, soprattutto dovuti all'intenso traffico veicolare che si sviluppa lungo gli assi viari di via C. Colombo e via F. Crispi, deve essere effettuata attraverso una migliore gestione della viabilità urbana e utilizzando se necessario, dispositivi di abbattimento del rumore quali barriere fonoassorbenti e barriere acustiche vegetali.

Altro elemento su cui porre attenzione è il paesaggio; le azioni previste dal PRP mirano principalmente ad un miglior utilizzo delle aree già presenti e la realizzazione di nuova edilizia portuale a servizio dei passeggeri.

La riorganizzazione delle aree funzionali del porto comporta comunque una variazione dell'impatto visivo, e quindi in fase di attuazione del piano bisognerà porre particolare attenzione alla tutela del paesaggio ed alla conservazione possibile delle vedute e dei panorami.

Per quanto riguarda il patrimonio archeologico, sulla base di quanto esposto nello studio archeologico allegato al presente Rapporto Ambientale, tutte le opere nelle acque palermitane su cui regolamenterà il P.R.P. dovranno sempre prevedere un'analisi *in situ* dello stato di fatto e una ancor più scrupolosa attenzione alle possibili testimonianze archeologiche che il mare ancora cela e preserva.

Per ridurre l'impatto debolmente negativo dovuto alla maggiore produzione di rifiuti derivanti dall'aumento del traffico navale, sarà necessario l'adeguamento del Piano dei rifiuti del Porto alla situazione dei traffici prospettata dal nuovo PRP, unitamente all'applicazione di una corretta raccolta differenziata sia nelle aree comuni attraverso l'installazione di punti di raccolta rifiuti attrezzati – isole ecologiche sia nelle aree in concessione con la definizione di obblighi specifici per tutti gli operatori privati e pubblici operanti all'interno dell'ambito portuale, in modo da ridurre i rifiuti prodotti ed aumentare sostanzialmente le quantità di materiale riciclato e/o recuperato.

Il possibile aumento dei carichi energetici, prodotti dall'incremento delle attività di imbarco/sbarco, dai servizi di accoglienza, dalle attività di diporto, potrà essere in parte compensato utilizzando fonti energetiche rinnovabili, come ad esempio l'installazione sui tetti di pannelli fotovoltaici o impianti microeolici di bassissima taglia.

10. SINTESI DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DELLE ALTERNATIVE

Come evidenziato, il Piano Regolatore Portuale individua una serie di obiettivi/finalità che dovranno essere raggiunte mediante l'implementazione di una serie di azioni. Nel presente paragrafo verranno descritte in sintesi, le ragionevoli alternative alla luce degli obiettivi e dell'ambito territoriale del piano.

Il PRP di Palermo redatto dall'Autorità Portuale di Palermo in collaborazione con un'equipe di consulenti esterni, si colloca nella prospettiva della progettazione della "città liquida", proponendosi come uno strumento complesso con funzioni di "scenario", di "indirizzo" e di "progetto" attraverso il quale l'Autorità Portuale di Palermo realizza la strategia di valorizzazione e sviluppo competitivo del Porto di Palermo, anche attraverso la sua riprogettazione come terminale delle Autostrade del Mare.

Il PRP di Palermo, presentato alla città l'8 luglio 2008, è il frutto di un processo complesso iniziato due anni fa attraverso la redazione di un Masterplan (esposto alla X Mostra Internazionale di Architettura, cfr. M. Carta, "Waterfront palermo: un manifesto-progetto per la nuova città creativa", in R. Bruttomesso, a cura di, Città-Porto. Catalogo della X Mostra Internazionale di Architettura, Venezia, Marsilio, 2006) il quale ha definito le linee guida generali del rinnovato rapporto tra la città e l'area portuale, a cui è seguita la redazione del Piano Regolatore Portuale, sia in termini di nuovo layout funzionale che in termini di nuovo progetto urbano.

L'obiettivo generale del nuovo Piano consiste nel riordino delle funzioni principali e nella loro razionalizzazione al fine di consentire un migliore uso e una migliore funzionalità degli spazi portuali. Le azioni che il nuovo Piano mette in campo sono rivolte, inoltre, ad aprire maggiormente il porto alla città, individuando e progettando quelle aree di "interfaccia città-porto", aree permeabili e osmotiche che comunque non dovranno contrastare con le funzioni portuali e le nuove necessità della security dei porti.

La diversa velocità di trasformazione dell'area portuale rispetto alla città, infatti, ha fatto sì che il porto si sia configurato, negli anni, come sistema in gran parte chiuso e separato dalla città, luogo marginale e produttore di disvalore urbano. L'Autorità Portuale di Palermo, in sinergia progettuale con il Comune di Palermo, ha quindi individuato come priorità una ridefinizione complessiva dei rapporti tra città e porto, non solo eliminando le barriere fisiche, ma soprattutto annullando le barriere funzionali e concettuali, portando funzioni urbane compatibili e ad alto valore aggiunto fino all'acqua.

Il percorso di definizione del PRP ha seguito il processo logico deduttivo proprio di una pianificazione strategica. Partendo da una diagnostica del porto e delle sue attività, in armonia con gli studi relativi ai traffici ed alle loro tendenze evolutive, alla pianificazione territoriale ed economica, all'analisi dei vincoli e delle limitazioni infrastrutturali, si è passati alla fase successiva di analisi SWOT in relazione agli obiettivi di sviluppo.

Si sono considerate due ragionevoli alternative, una relativa all'attuazione del PRP, che si basa sostanzialmente su scelte strategiche di razionalizzazione delle superfici esistenti all'interno dell'area gestita dall'Autorità Portuale, ed una relativa alla mancata implementazione del piano.

Una mancata attuazione del PRP da un lato non comporta nessun miglioramento ambientale, dall'altro porta ad un minore sviluppo economico delle attività portuali. La corretta implementazione del PRP, accompagnata da un'opportuna fase di monitoraggio, invece, risulta la scelta preferibile dal punto di vista ambientale, anche perché il Piano è inserito in un'ottica di sviluppo sostenibile.

La realizzazione delle azioni previste dal PRP, effettuata in sinergia con il miglioramento dell'accessibilità all'area portuale, permette lo sviluppo della qualità della vita della popolazione residente.

11. MISURE PER IL MONITORAGGIO

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è il successivo passo previsto dalla procedura di VAS, e definisce criteri ed obiettivi delle attività di monitoraggio dei parametri ambientali. Il PMA permette di controllare gli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi approvati, ed inoltre verifica il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati. Inoltre risulta utile per individuare tempestivamente le misure correttive da adottare qualora si rendessero necessarie.

Il monitoraggio è effettuato dall'Autorità procedente in collaborazione con l'Autorità competente anche avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali e dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Il piano o programma individua le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e gestione del monitoraggio. Gli organi preposti al monitoraggio ambientale devono essere:

- L'Autorità Portuale di Palermo;
- L'Agenzia Regionale Per la Protezione dell'Ambiente (A.R.P.A. Sicilia).

Il PMA deve quindi contenere le seguenti disposizioni:

- ruoli e responsabilità dei vari soggetti coinvolti nelle attività di monitoraggio;
- un programma di monitoraggio dei parametri ambientali;
- le eventuali misure correttive da implementare.

L'attività di monitoraggio ambientale implica la scelta di opportuni indicatori ambientali, che permettono di descrivere la qualità dell'ambiente, le relazioni tra le strategie adottate e gli obiettivi di sviluppo sostenibile e l'impatto dell'azione di pianificazione.

L'indicatore è un parametro o un valore derivato da parametri, avente una stretta relazione con un dato fenomeno, in grado di fornire informazioni sulle caratteristiche dell'evento nella sua globalità, nonostante ne rappresenti solo una parte. Gli indicatori devono possedere le seguenti caratteristiche:

- devono essere rappresentativi e quindi adeguati al livello geografico di interesse;
- possedere validità scientifica;
- semplicità di interpretazione;
- basati su dati facilmente disponibili;
- capaci di indicare la tendenza nel tempo;
- aggiornabili periodicamente.

Nell'ambito di attuazione del PRP, si prenderanno in considerazione due tipologie di indicatori:

- Indicatori di contesto, per fornire informazioni sull'evoluzione delle caratteristiche ambientali del contesto di riferimento, facendo riferimento al modello di analisi DPSIR (Determinanti, Pressione, Stato, Impatti, Risposte);
- Indicatori prestazionali finalizzati a evidenziare le performance ambientali prodotte dall'attuazione delle linee d'intervento del PRP, in relazione agli obiettivi di sostenibilità ed agli effetti ambientali individuati durante la valutazione ambientale strategica ed esplicitati nel rapporto ambientale.

Gli indicatori di contesto sono rappresentativi del quadro ambientale e danno indicazioni di carattere generale sui cambiamenti dell'ambiente, sulle criticità e sull'efficacia delle politiche ambientali. Per individuare le ricadute ambientali conseguenti le azioni di programma, bisogna invece utilizzare gli indicatori di prestazione: possono anche essere utilizzati degli indici di contesto come indicatori prestazionali.

Il sistema di indicatori utilizzato deve interagire con i vari passaggi di attuazione del PRP in maniera sinergica, in modo tale che il piano si aggiorna e si sviluppa anche in base ai risultati delle campagne di monitoraggio. In Tabella 11.1 e Tabella 11.2 vengono proposti gli indicatori di contesto e prestazionali da utilizzare nelle campagne di monitoraggio, indicando la frequenza delle rilevazioni e i soggetti competenti.

In ultima analisi viene effettuata un'attività di reporting, in modo tale da rendere trasparenti gli esiti della valutazione del PMA; deve quindi essere redatto un Rapporto di Monitoraggio Ambientale contenente:

- la valutazione degli effetti ambientali significativi relativi alle misure attuative del PRP;
- il grado di conseguimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale individuati dalla procedura di VAS;
- una descrizione delle criticità rilevate per prevenire potenziali effetti negativi imprevisti;
- l'aggiornamento del quadro degli indicatori di contesto e prestazionali definiti nel PMA;
- le indicazioni correttive da attuare per ridurre gli impatti riscontrati.

I rapporti di monitoraggio sono dei documenti di pubblica consultazione, da emanare con periodicità fissata dall'amministrazione responsabile del Piano. La scelta dei tempi e dei metodi di attuazione del PMA deve essere correlata ai tempi di attuazione del PRP, che comporta una successiva fase progettuale, autorizzativa e realizzativa delle previsioni descritte dal piano. Si consiglia quindi, una ricorrenza delle attività di report ogni tre anni.

PROPOSTA DI INDICATORI DI CONTESTO PER IL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL PRP DI PALERMO						
MATRICE	INDICATORI	U.M.	TIPOLOGIA DPSIR	FREQUENZA	ENTE RESPONSABILE	NOTE
ARIA E FATTORI CLIMATICI	Emissioni Inquinanti (CO ₂ , CO, NO _x , SO _x , Particolato)	µg/m ³	Pressione	trimestale	A.R.P.A.	Determinazione le concentrazioni dei principali inquinanti, prodotti dal traffico veicolare e navale; fare riferimento ai limiti legislativi del DM 60/2002 e successive modifiche ed integrazioni.
	Parametri meteorologici	Varie (°C, hPa, %)	Stato	Continua	A.R.P.A.	Misurare i principali parametri metereologici, quali temperatura, pressione e umidità.
ACQUA	Parametri chimico-fisici	Varie	Stato	trimestrale	A.R.P.A.	Definire lo stato chimico-fisico del corpo idrico ed evidenziare eventuali variazioni, valutare la presenza di sostanze nutrienti e di inquinanti in acqua. Misurare parametri quali temperatura, pH, torbidità, azoto totale, fosforo totale, metalli pesanti, etc.
	Emissioni inquinanti in acqua (metalli pesanti, sostanze organiche)	Varie	Pressione	trimestrale	A.R.P.A.	
	Emissioni nutrienti in acqua (azoto, fosforo)	g/l	Pressione	trimestrale	A.R.P.A.	
	Concentrazione materia organica, nutrienti, metalli pesanti	Varie	Stato	trimestrale	A.R.P.A.	
SUOLO	Quantità e localizzazione del materiale dragato	m ³ /anno, descrizione mappatura	Pressione	Annuale	Autorità Portuale	Monitorare la quantità di materiale dragato, valutando i volumi prelevati e le zone di deposito.
FLORA E FAUNA	Estensione complessiva degli habitat (carta della vegetazione, carta fitosociologia)	m ²	Stato	Annuale	A.R.P.A.	Misurare l'estensione complessiva degli habitat presenti e quantificare il numero di specie vegetali tipiche, alloctone e protette presenti in ciascun habitat.
	Monitoraggio della fauna	n. specie	Stato	Annuale	A.R.P.A.	Eseguire rilievi faunistici in zone umide, lungo la costa ed i corsi d'acqua.
RUMORE E VIBRAZIONI	Clima acustico	dB	Stato	Semestrale	A.R.P.A.	Realizzare indagini di monitoraggio del rumore, in modo tale da indagare sia le attività previste all'interno della zona portuale, sia il traffico veicolare. Fare riferimento alla legge quadro sull'inquinamento acustico (L. 447/95), alle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico (D.M.A. 16/03/98) ed ai valori limite per la salute umana.

PROPOSTA DI INDICATORI DI CONTESTO PER IL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL PRP DI PALERMO						
MATRICE	INDICATORI	U.M.	TIPOLOGIA DPSIR	FREQUENZA	ENTE RESPONSABILE	NOTE
RIFIUTI, RISORSE, ENERGIA	Produzione totale rifiuti	t/anno	Pressione	Mensile	Autorità Portuale	Indicare la produzione totale annua di rifiuti, prodotta da tutte le attività che vengono svolte all'interno dell'area gestita dall'Autorità Portuale.
	Quantità materiali riciclati/recuperati	%	Stato	Annuale	Autorità Portuale	Registrare la quantità di materiali riciclati.
MOBILITA' E TRASPORTI	Traffico passeggeri	num./mese	Stato	Continua	Autorità Portuale	Monitorare la quantità di passeggeri in ingresso ed uscita dai varchi.
	Movimentazione merci	t/anno	Stato	Continua	Autorità Portuale	Monitorare il flusso di merci in entrata ed uscita dal porto.
	Parcheggi auto	num.	Pressione	Annuale	Autorità Portuale	Enumerare il numero di parcheggi auto.
	Eventi incidentali a mare	num./anno	Pressione	Annuale	Autorità Portuale	Indicare il numero di incidenti a mare.

Tabella 11.1 – Indicatori di contesto proposti per il programma di monitoraggio ambientale del PRP di Palermo

PROPOSTA DI INDICATORI PRESTAZIONALI PER IL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE DEL PRP DI PALERMO					
TEMA	INDICATORE	U.M.	FREQUENZA	ENTE RESPONSABILE	NOTE
A EVOLUZIONE LOGISTICA PORTUALE	Aree Accumulo	% su area totale	Annuale	Autorità Portuale	Valutare la percentuale di area totale gestita, adibita a zona di accumulo, carico e scarico di merci.
	Piste ciclabili	m	Annuale	Autorità Portuale	Determinare la lunghezza complessiva delle piste ciclabili, se eventualmente presenti o in programmazione.
	Area pedonale	m ²	Annuale	Autorità Portuale	Indicare l'estensione dell'area pedonale realizzata .
B WATERFRONT E CONTESTO ARCHITETTONICO	Verde urbano	m ²	Annuale	Autorità Portuale	Misurare le aree adibite a verde urbano .
	Attività commerciali	num.	Annuale	Autorità Portuale	Elencare le attività commerciali presenti all'interno dell'area gestita dall'Autorità Portuale.
	Visite area archeologica Castello a Mare	Visitatori/anno	Annuale	Autorità Portuale	Quantificare il numero di presenze all'area archeologica del Castello a Mare.
C SOSTENIBILITA' AMBIENTALE	Consumi energetici totali	Kwh/anno	Annuale	Autorità Portuale	Calcolare i consumi energetici totali, dovuti alle attività presenti all'interno del porto di Palermo.
	Consumi idrici totali	m ³ /anno	Annuale	Autorità Portuale	Determinare i consumi idrici totali, dovuti alle attività presenti all'interno del porto di Palermo.
	Produzione totale rifiuti	t/anno	Annuale	Autorità Portuale	Specificare la produzione totale annua di rifiuti, prodotta da tutte le attività che vengono svolte all'interno dell'area gestita dall'autorità portuale.
	Ditte operanti in ambito portuale che adottano sistemi di gestione ambientale	num.	Annuale	Autorità Portuale	Indicare le aziende certificate UNI-EN-ISO 14001, con registrazione E.M.A.S. e con licenze Ecolabel.

Tabella 11.2 – Indicatori prestazionali proposti per il programma di monitoraggio ambientale del PRP di Palermo