



Via Karl Ludwig von Bruck, 3
34143 TRIESTE
www.porto.trieste.it

PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI TRIESTE

Giugno 2014

Studio Ambientale Integrato

Rev.1

Settembre 2014

Quadro di Riferimento Ambientale Volume I

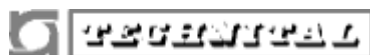
Responsabile Unico del Procedimento

Ing. Eric Marcone

Elaborazione del Piano Regolatore Portuale

Fino a luglio 2014 elaborazione: Segretario Generale f.f. Walter Sinigaglia

Fino al 2010 elaborazione: Segretario Generale dott. Martino Conticelli



ACQUA
TECNO

Dott. Ing. Francesco Mattarolo

Dott. Arch. Vittoria Biego



Revisione 1 conseguente alla richiesta di integrazioni formulata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota prot. n. U.prot DVA-2014-0010057 del 09/04/2014 - [ID-VIP: 2046] Piano regolatore portuale di Trieste. Procedura di VIA integrata VAS ai sensi dell'art. 6 comma 3 ter del D.Lgs. 152/2006. Richiesta integrazioni

REVISIONE	DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	Luglio 2013	F. Amoriggi S. Graziano C. Paneghetti A. Pomes	A. Bettinetti V. Biego	F.Mattarolo P.Turbolente
1	Settembre 2014	C. Paneghetti	V. Biego C. Paneghetti	V. Biego F. Mattarolo
2				
3				

NOME FILE
MI026S-STRT023-1-SAI
QRA VOL_I.doc
MI026S-STRT023-1-SAI
QRA VOL_II.doc
MI026S-STRT023-1-SAI
QRA VOL_III.doc

AUTORITA' PORTUALE DI TRIESTE

PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI TRIESTE

- STUDIO AMBIENTALE INTEGRATO - Quadro di Riferimento Ambientale Volume I

Settembre 2014

INDICE DEL VOLUME

1. PREMESSA.....	11
1.1. L'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste.....	11
1.2. Revisione 1 dello Studio Ambientale Integrato	14
1.3. Gruppo di lavoro	21
2. ASPETTI METODOLOGICI.....	24
2.1. Gli scenari considerati per la fase di esercizio	24
2.2. Gli scenari considerati per la fase di cantiere.....	25
2.3. Definizione dell'area vasta.....	30
2.4. Il metodo di valutazione.....	32
2.4.1. Aspetti generali.....	32
2.4.2. Individuazione degli impatti significativi in fase di cantiere.....	38
2.4.3. Individuazione degli impatti significativi nella fase di esercizio	42
2.4.4. Individuazione degli indicatori ambientali	44
2.4.5. Definizione delle scale di intensità per ogni componente ambientale.....	46
3. L'AMBITO TERRITORIALE	60
3.1. Inquadramento geografico dell'area.....	60
3.2. Siti Natura 2000.....	62
3.3. Aree protette di interesse regionale.....	71
3.3.1. Riserve naturali.....	71
3.3.2. Riserve naturali marine.....	73
3.3.3. Altre aree di pregio ambientale.....	75
3.4. Aree vincolate.....	77
3.5. Il Sito di Interesse Nazionale di Trieste	78
4. ATMOSFERA	82
4.1. Premessa.....	82
4.2. Analisi dello stato di fatto	84
4.2.1. Dati territoriali	84
4.2.2. Caratteristiche delle principali emissioni inquinanti	85
4.2.3. Limiti di legge attualmente vigenti.....	86
4.2.4. Quadro meteorologico di riferimento	90
4.2.5. Stima delle emissioni puntuali, lineari ed areali.....	106
4.3. Stima delle emissioni puntuali, lineari ed areali.....	107
4.3.1. Scenari emissivi.....	107
4.3.2. Stima delle emissioni diffuse.....	108
4.3.3. Stima delle Emissioni da traffico stradale	109
4.3.4. Stima delle Emissioni da Traffico Navale.....	123
4.4. Il modello diffusivo	137
4.5. Recettori	138
4.6. Analisi dei risultati delle simulazioni di dispersione sul territorio delle principali sostanze inquinanti.	141
4.6.1. Scenario Attuale.....	141

4.6.2.	Scenario di progetto a breve termine	150
4.6.3.	Scenario di progetto a lungo termine	160
4.6.4.	Scenario di progetto a lungo termine con alcune banchine elettrificate	189
4.6.5.	Scenario di cantiere di breve termine	194
4.6.6.	Scenario di cantiere di lungo termine	196
4.7.	Conclusioni.....	199
4.8.	Misure di mitigazione e compensative	201
5.	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	203
5.1.	Analisi dello stato di fatto	203
5.1.1.	Aspetti geologici.....	203
5.1.2.	Aspetti morfologici e geomorfologici	209
5.1.3.	Evoluzione storica della linea di costa del porto di Trieste.....	212
5.1.4.	Tettonica	224
5.1.5.	Stratigrafia e litologia	226
5.1.6.	Aspetti geotecnici	236
5.1.7.	Qualità dei suoli	238
5.1.8.	Uso del suolo	252
5.2.	Identificazione degli impatti potenziali.....	255
5.3.	Analisi degli impatti in fase di cantiere.....	260
5.3.1.	Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Breve Periodo	260
5.3.2.	Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Lungo Periodo	261
5.4.	Analisi degli impatti in fase di esercizio	270
6.	AMBIENTE IDRICO – ACQUE INTERNE	271
6.1.	Analisi dello stato di fatto	271
6.1.1.	Acque superficiali.....	271
6.1.2.	Acque sotterranee	282
6.2.	Identificazione degli impatti potenziali.....	294
6.3.	Analisi degli impatti in fase di cantiere.....	295
6.3.1.	Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Breve Periodo	295
6.3.2.	Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Lungo Periodo	296
6.4.	Analisi degli impatti in fase di esercizio	298
6.4.1.	Impatti delle opere di piano nello scenario di Breve Periodo.....	299
6.4.2.	Impatti delle opere di piano nello scenario di Lungo Periodo.....	299

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1 – Ambiti di particolare interesse naturalistico presenti all'interno dell'area vasta considerata.....	63
Figura 2-2 - Ubicazione geosito di Punta Sottile.....	76
Figura 2-3 – Confini del Sito di Interesse Nazionale di Trieste.....	81
Figura 3-1 – Cambiamento della composizione degli NO _x lungo il pennacchio.....	89
Figura 3-2 – Centraline meteorologiche presenti nella regione del Friuli Venezia Giulia	94
Figura 3-3 – Posizione delle stazioni di monitoraggio di Trieste molo e Muggia.....	95

Figura 3-4 – Durata percentuale media annuale del vento riferiti al decennio 1991-2000.....	97
Figura 3-5 – Frequenze di provenienza del vento nei vari ottanti (la linea blu indica la media 2003-2007; la linea rossa l’andamento 2008) e frequenza di giornate con calma di vento (riquadro CC, la linea rossa indica la media 2003-2007, la linea verde l’andamento 2008	98
Figura 3-6 – Intensità media giornaliera del vento nel periodo 2003-2007(linea blu) e nell’anno 2008 (Linea rossa). L’ombreggiatura verde indica l’intervallo corrispondente a una deviazione standard	99
Figura 3-7 – Rosa dei venti in località Trieste Molo per l’anno 2009	100
Figura 3-8 – Distribuzione delle frequenze della variabile intensità del vento durante l’anno 2009 in località Trieste Molo	101
Figura 3-9 - Andamento della temperatura nell’anno 2009	102
Figura 3-10 – Valori medi di temperatura media rilevati negli anni 2003-2007 e nel corso del 2008. La linea blu indica l’andamento medio nel quinquennio 2003-2007, la linea rossa l’andamento nel 2008, l’ombreggiatura indica l’intervallo corrispondente ad una deviazione standard.	103
Figura 3-11 – Valore della radiazione solare cumulata (kJ/m ²) nel corso dell’anno 2009	104
Figura 3-12 – Valore della radiazione solare cumulata (kJ/m ²) nel periodo 2003-2007 (linea blu) e nel corso dell’anno 2008 (linea rossa)	104
Figura 3-13 – andamenti dei veicoli leggeri stimati fino al 2020	112
Figura 3-14 – andamenti dei veicoli pesanti stimati fino al 2020	113
Figura 3-15 - profilo di flusso tipico adottato	121
Figura 3-16 - Rappresentazione delle principali componenti del modello nel dominio di calcolo: sorgenti e recettori.....	138
Figura 3-17 - recettori sensibili utilizzati	139
Figura 3-18 - Orografia dell’area di studio	141
Figura 3-19 – Mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media giornaliera, scenario ante operam	142
Figura 3-20 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media annuale, scenario ante operam.....	144
Figura 3-21 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media oraria, scenario ante operam	145
Figura 3-22 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario ante operam	145
Figura 3-23 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media oraria, scenario ante operam.....	146
Figura 3-24 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario ante operam.....	146
Figura 3-25 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario ante operam - sola componente portuale	147
Figura 3-26 – andamento delle medie orarie di NO ₂ registrate nel 2013 nella stazione di Tor Bandena.	149
Figura 3-27 – andamento delle medie giornaliere di PM ₁₀ registrate nel 2013 nella stazione di Tor Bandena.....	149
Figura 3-28 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media oraria, scenario di breve termine.....	150
Figura 3-29 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di breve termine	151
Figura 3-30 – Mappa delle isolinee delle concentrazioni differenziali per le medie annuali di NO ₂ confronto Ante Operam – Breve Termine	152
Figura 3-31 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media annuale, scenario di breve termine	152
Figura 3-32 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media giornaliera, scenario di breve termine	153
Figura 3-33 – mappa di isoconcentrazione del PM _{2,5} , media annuale, scenario di breve termine	154
Figura 3-34 – Mappa delle isolinee delle concentrazioni differenziali per le medie annuali di PM ₁₀ confronto Ante Operam – Breve Termine	155

Figura 3-35 – Mappa delle isolinee delle concentrazioni differenziali per le medie giornaliere di PM ₁₀ confronto Ante Operam – Breve Termine	155
Figura 3-36 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario di breve termine	156
Figura 3-37 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media oraria, scenario di breve termine	157
Figura 3-38 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario di breve termine – sola componente portuale	158
Figura 3-39 – Mappa delle isolinee delle concentrazioni differenziali per le medie giornaliere di NO ₂ confronto Ante Operam – Breve Termine	159
Figura 3-40 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di lungo termine	160
Figura 3-41 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media annuale, scenario di lungo termine	161
Figura 3-42 – mappa di isoconcentrazione del PM _{2,5} , media annuale, scenario di lungo termine	162
Figura 3-43 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media annuale, scenario di lungo termine	162
Figura 3-44 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario di lungo termine – sola componente portuale	163
Figura 3-45 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di lungo termine – elettrificazione banchine	190
Figura 3-46 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media annuale, scenario di lungo termine – elettrificazione banchine	191
Figura 3-47 – mappa di isoconcentrazione del PM _{2,5} , media annuale, scenario di lungo termine – elettrificazione banchine	192
Figura 3-48 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario di lungo termine – elettrificazione banchine	193
Figura 3-49 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di cantiere di breve termine	194
Figura 3-50 – mappa di isoconcentrazione del PM ₁₀ , media annuale, scenario di cantiere di breve termine	195
Figura 3-51 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di cantiere di breve termine	196
Figura 3-52 – mappa di isoconcentrazione del NO ₂ , media annuale, scenario di cantiere di breve termine	197
Figura 3-53 – mappa di isoconcentrazione del SO ₂ , media giornaliera, scenario di cantiere di breve termine	198
Figura 4-1 – Stralcio della Carta Geologica della Regione	204
Figura 4-2 – Composizione granulometrica dei sedimenti olocenici	207
Figura 4-3 – Schema temporale semplificato dell'area portuale (Fonte: Area portuale. Piano caratterizzazione del SIN di Trieste)	208
Figura 4-4 – Profilo sismico trasversale alla baia di Muggia (Fonte: Area portuale. Piano caratterizzazione del SIN di Trieste)	209
Figura 4-5 – Morfologia della costa fra Duino e Trieste	210
Figura 4-6 – Distribuzione areale del diametro medio dei sedimenti nell'Adriatico nord-orientale (fonte: Venzo e Brambati, 1967)	211
Figura 4-7 – Inquadramento storico (prima fase 1719-1730)	214
Figura 4-8 – Inquadramento storico (seconda fase 1730-1780)	215
Figura 4-9 – Inquadramento storico (terza fase 1780-1850)	216

Figura 4-10 – Inquadramento storico – quarta fase 1850-1900 (tombamento tra molo I e molo II non si inserisce in questa fase storica, risalendo a metà degli anni '90).	218
Figura 4-11 – Tavola anno 1918 (dalla carta austriaca 75,000 con la correzione toponomastica, parzialmente aggiornata al marzo 1918. Pubblicata dall'Uff. di Stato Maggiore della R. Marina. Ed. Ist. Idrografico della Marina - Genova. Quadro d'unione alla scala di 1:75000).....	220
Figura 4-12 - Tavola anno 1927 (Ufficio tecnico comunale, Trieste. Stab. Tipo -Litografico G. Chiesa, Udine).....	221
Figura 4-13 – Tavola anno 1915. (foglio con orografia dimostrata a mezzo di curve di livello e costruzioni riempite in giallo. In basso a sinistra cartina complementare di Trieste e dintorni fino a Cesano e Capodistria alla scala di 1:100.000. I.G.M. (FI)).....	222
Figura 4-14 – Composizione di foto aeree della città e del porto di Trieste, 1943 (fonte: Google).	223
Figura 4-15 – Inquadramento tettonico strutturale della Regione FVG (fonte: carta geologica in scala 1.50.000 della Regione FVG).	225
Figura 4-16 – Classificazione sismica della Regione FVG.	226
Figura 4-17 – Carta litologica e stratigrafica	228
Figura 4-18 – Carta delle isopache del Flysch.	234
Figura 4-19 – Ubicazione profili sismici nell'ambito del piano di caratterizzazione del sin di trieste	235
Figura 4-20 – Carta delle isopache dei depositi olocenici limoso argillosi (Piano di caratterizzazione del sin).....	236
Figura 4-21 –Perimetrazione del SIN di Trieste.	238
Figura 4-22 – Ubicazione dei punti di indagine nello stabilimento di Servola.....	241
Figura 4-23 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - arsenico	243
Figura 4-24 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - zinco.....	244
Figura 4-25 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - mercurio	245
Figura 4-26 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - piombo	246
Figura 4-27 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 - IPA.....	248
Figura 4-28 - Superamenti CLA ex Tabella 1 col B, Allegato 1, D.M. 471/99 – Idrocarburi pesanti C>12	250
Figura 4-29- Ubicazione dei sondaggio eseguiti nell'area ex-Esso (2004 e 2009).....	251
Figura 4-30 – Localizzazione degli accosti nel porto di Trieste.	254
Figura 4-31 – Assetto di Piano con le opere di breve periodo.....	256
Figura 4-32 – Assetto di Piano di lungo periodo.	258
Figura 4-33 – Planimetria del tracciato di collegamento del Molo VIII.....	263
Figura 4-34 Contaminazione in prossimità del tracciato stradale del Molo VIII	268
Figura 5-1 – Rappresentazione dei corpi d'acqua superficiali (Tavola I allegata al Piano Regionale di Tutela delle Acque della Regione Friuli Venezia Giulia).....	272
Figura 5-2 – Rete idrica superficiale dell'area triestina.	274
Figura 5-3 – Stato ecologico dei corpi idrici (monitoraggio 2009-2011). Nel cerchio rosso il Torrente Rosandra ed il Rio Osopo.	281
Figura 5-4 – Rappresentazione dei corpi idrici sotterranei del bacino del Levante delle Alpi Orientali (Fonte: Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali).....	283
Figura 5-5 - Andamento della superficie freatica nell'area di Servola	290
Figura 5-6 - Superamenti CLA ex Tabella 3, Allegato 1, D.M. 471/99	292
Figura 5-7 – Sospetti superamenti CLA ex Tabella 3, Allegato 1, D.M. 471/99	293

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1 – Sintesi delle azioni per le opere di breve periodo.....	26
Tabella 1-2 – Sintesi delle azioni per le opere di lungo periodo.....	27
Tabella 1-3 – Riepilogo degli stadi di esecuzione delle opere per gli scenari di breve e lungo periodo....	29
Tabella 1-4– Sintesi dei punteggi	37
Tabella 1-5 - Classi di Giudizio Sintetico d’Impatto	38
Tabella 1-6 - Lista di controllo degli impatti potenziali nella fase di cantiere per lo scenario di breve periodo	39
Tabella 1-7 - Lista di controllo degli impatti significativi nella fase di cantiere per lo scenario di lungo periodo (stadio 1 e 2)	40
Tabella 1-8 - Lista di controllo degli impatti significativi nella fase di cantiere per lo scenario di lungo periodo (stadio 3)	41
Tabella 1-9 - Lista di controllo degli impatti significativi nella fase di esercizio per lo scenario di breve e lungo periodo	43
Tabella 1-10 – lista degli indicatori ambientali applicati per la valutazione degli impatti in fase di cantiere e di esercizio.....	45
Tabella 1-11 - Infrastrutture dei trasporti su gomma – D.P.R. 142/2004 tabella 2 (Strade esistenti).....	56
Tabella 1-12. - Infrastrutture ferroviarie – D.P.R. 459/1998	56
Tabella 2-1 – Elenco degli habitat presenti nei siti SIC IT334006 e ZPS IT3341002 (fonte: scheda Natura 2000, giugno 2013).	66
Tabella 2-2 – Mammiferi elencati nell’ Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (fonte: scheda Natura 2000).	67
Tabella 2-3 – Anfibi e Rettili elencati nell’ Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (fonte: scheda Natura 2000).	67
Tabella 2-4 – Pesci elencati nell’ Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (fonte: scheda Natura 2000).	68
Tabella 2-5 – Invertebrati elencati nell’ Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (fonte: scheda Natura 2000).	68
Tabella 2-6 – Piante elencate nell’ Allegato II della Direttiva 92/43/CEE (fonte: scheda Natura 2000)...	68
Tabella 2-7 – uccelli di all. 1 presenti nella ZPS IT3341002 (fonte: scheda natura 2000, giugno 2013). .	69
Tabella 3-1 – Coordinate geografiche delle stazioni meteorologiche analizzate.....	94
Tabella 3-2 – Caratteristiche delle stazioni meteorologiche analizzate	96
Tabella 3-3 - Emissioni comunali relative al comune di S. Dorligo.....	108
Tabella 3-4 - Emissioni comunali relative al comune di Muggia	109
Tabella 3-5 - Emissioni comunali relative al comune di Trieste	109
Tabella 3-6 - Trend evolutivo standard emissivi veicoli leggeri Fonte ACI Autoritratto.....	111
Tabella :3-7 - Trend evolutivo standard emissivi veicoli pesanti – Fonte ACI	112
Tabella 3-8 – distribuzione delle categorie di veicoli leggeri nei 3 scenari simulati.....	113
Tabella 3-9 – distribuzione dei veicoli pesanti nei 3 scenari simulati	113
Tabella 3-10 – Calcolo dei fattori emissive degli no _x per i veicoli leggeri in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	114

Tabella 3-11 – Calcolo dei fattori emissive degli no_x per i veicoli pesanti in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	114
tabella 3-12 – calcolo dei fattori emissive degli pm_{10} per i veicoli leggeri in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	115
Tabella 3-13 – Calcolo dei fattori emissive degli pm_{10} per i veicoli pesanti in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	115
Tabella 3-14 – Calcolo dei fattori emissive degli SO_2 per i veicoli leggeri in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	115
Tabella 3-15 – Calcolo dei fattori emissive degli SO_2 per i veicoli pesanti in funzione della distribuzione dei veicoli nelle varie categorie emissive	116
Tabella 3-16 – Valori emissive per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario Ante Operam	117
Tabella 3-17 – Valori emissive per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario Di cantiere di Breve Periodo	117
Tabella 3-18 – Valori emissive per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario di Breve Periodo.....	118
Tabella 3-19 – Valori emissive per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario del cantiere di Lungo Periodo	119
Tabella 3-20 – Valori emissive per le sorgenti da traffico veicolare nello scenario di Lungo Periodo....	120
Tabella 3-21 - tabella di confronto tra i dati stimati e l'inventario regionale delle emissioni.....	121
Tabella 3-22 - analisi delle emissioni dell'inventario regionale per tipologia	122
Tabella 3-23 – relazioni di regressione lineari per il calcolo del consumo giornaliero medio di combustibile in funzione della stazza lorda	126
Tabella 3-24 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di manovra dello scenario ante operam....	128
Tabella 3-25 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di stazionamento dello scenario ante operam	129
Tabella 3-26 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di manovra dello scenario di breve termine	130
Tabella 3-27 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di stazionamento dello scenario di breve termine	131
Tabella 3-28 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di manovra dello scenario di lungo termine	132
Tabella 3-29 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di stazionamento dello scenario di lungo termine	133
Tabella 3-30 – stima della sorgenti di tipo navale per la fase di lavorazione dello scenario di cantiere di breve termine.....	134
Tabella 3-31– stima della sorgenti di tipo navale per la fase di lavorazione dello scenario di cantiere di lungo termine	135
Tabella 3-32– definizione delle sorgenti emissive per i cantieri.....	136
Tabella 3-33– confronto tra i dati emissivi utilizzati nel modello con quelli dell'inventario regionale delle emissioni	137
Tabella 3-34 - elenco dei recettori sensibili considerati	140
Tabella 3-35 – confronto medie orarie di NO_2 per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	165
Tabella 3-36 – confronto medie annuali di NO_2 per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	167

Tabella 3-37 – confronto medie giornaliere di PM ₁₀ per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	169
Tabella 3-38 – confronto medie annuali di PM ₁₀ per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	171
Tabella 3-39 – confronto medie orarie di SO ₂ per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	173
Tabella 3-40 – confronto medie giornaliere di SO ₂ per ogni recettore sensibile osservato nei tre scenari di esercizio	175
Tabella 3-41 – confronto medie orarie di NO ₂ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	177
Tabella 3-42 – confronto medie orarie di NO ₂ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	179
Tabella 3-43 – confronto medie giornaliere di PM ₁₀ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	181
Tabella 3-44 – confronto medie annuali di PM ₁₀ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	183
Tabella 3-45 – confronto medie orarie di SO ₂ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	185
Tabella 3-46 – confronto medie giornaliere di SO ₂ per ogni recettore sensibile osservato negli scenari di cantiere	187
Tabella 3-47 – Sintesi degli impatti nella fase di esercizio di breve e lungo periodo	200
Tabella 3-48 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di breve e lungo periodo	200
Tabella 4-1 – Parametri geotecnici	237
Tabella 4-2 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di breve periodo – Qualità del suolo	261
Tabella 4-3 – Bilancio terre per la realizzazione della viabilità del Molo VIII	269
Tabella 4-4 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo – Qualità del suolo	270
Tabella 4-5 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo – Gestione del materiale di scavo	270
Tabella 4-6 – Sintesi degli impatti nella fase di esercizio di breve e lungo periodo – Qualità del suolo	270
Tabella 5-1 – Tabella sinottica dei risultati del monitoraggio ARPA-FVG 2009-2011 per i corpi idrici superficiali significativi che interessano l'area portuale di Trieste	280
Tabella 5-2 – Corpi idrici sotterranei in prossimità dell'area portuale triestina	287
Tabella 5-3 – Caratteristiche dei piezometri nello stabilimento di Servola	288
Tabella 5-4 – Livello idrico statico della falda	289
Tabella 5-5 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo – Qualità delle acque sotterranee	298
Tabella 5-6 – Sintesi degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo – Assetto piezometrico	298
Tabella 5-7 – Sintesi degli impatti nella fase di esercizio di lungo periodo – Assetto piezometrico	299

1. PREMESSA

1.1. L'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste

L'intensificarsi del traffico marittimo e degli scambi commerciali tra l'Estremo Oriente e l'Europa, nonché l'allargamento ad Est dell'Unione Europea, hanno rilanciato la centralità dell'Alto Adriatico ed hanno aperto a Trieste straordinarie possibilità di crescita e sviluppo.

Il ruolo di HUB internazionale dell'Alto Adriatico, di snodo per gli scambi con il Centro e l'Est Europa è riconosciuto al Porto di Trieste sia dall'Unione Europea che dalla Regione Friuli-Venezia Giulia. Nell'ambito del disegno strategico di integrazione tra i Paesi membri e tra questi e quelli confinanti, promosso dall'Unione Europea, il Porto di Trieste assume particolare rilievo collocandosi nel punto di incontro tra le Reti TEN-T delle "Autostrade del Mare del Mediterraneo Orientale" ed i corridoi europei Adriatico-Baltico e Mediterraneo.

Il Corridoio Adriatico-Baltico, progetto di priorità strategica dell'Unione Europea, attraverserà 5 Paesi membri (Polonia, Repubblica Ceca, Slovacchia, Austria ed Italia) e 19 regioni, collegando i due porti di Danzica e Gdynia, a Nord, con lo scalo di Trieste a Sud. Scopo del progetto è il rilancio del traffico tra il Baltico e l'Adriatico veicolando le merci in arrivo dalla Cina attraverso il Canale di Suez nel centro Europa.

Il Corridoio Mediterraneo riguarda il trasporto ferroviario di merci - alta velocità e alta capacità (AV/AC) - attraverso 5 paesi dell'Unione Europea: Spagna, Francia, Italia, Slovenia e Ungheria. Esso consiste nel prolungamento a Sud del progetto prioritario europeo 6 (asse ferroviario Lione-frontiera Ucraina).

Nella visione strategica di sviluppo prospettata dalla Regione Friuli-Venezia Giulia, secondo cui il territorio regionale dovrà assumere il ruolo di "centro propulsivo" dell'Euroregione tramite la realizzazione della Piattaforma territoriale regionale, Trieste ed il relativo porto costituiscono un polo logistico di primo livello legato, in particolare, al sistema delle infrastrutture, dei trasporti e della mobilità.

Due sono le catene logistiche rispetto alle quali Trieste assume un ruolo determinante: quella dei collegamenti marittimi intercontinentali a lungo raggio e quella delle relazioni a corto-medio raggio intra-mediterranee.

Il Porto di Trieste è naturalmente vocato ad assumere il ruolo di HUB dell'Alto Adriatico tenuto conto di:

- Fondali naturali di profondità superiore ai 18,00 m;

- Eccellente accessibilità nautica;
- Raccordi ferroviari e stradali capienti ed efficienti;
- Speciale regime di zone franche;
- Collegamenti marittimi regolari con Cina, India, Estremo Oriente effettuati dalle principali Compagnie di navigazione mondiali.

A ciò si aggiunga che il Porto di Trieste gode di un considerevole vantaggio competitivo nel servire i mercati dell'Europa Centro-Orientale. Tale vantaggio competitivo consiste in:

- Un risparmio di più di 2.200,00 miglia marine di percorrenza;
- Un risparmio di più di 4 giorni di navigazione assumendo come velocità media 20 nodi.

Infatti la distanza Suez-Trieste è pari a 1.300,00 miglia marine, corrispondenti a meno di tre giorni di navigazione (velocità media 20 nodi), a fronte della distanza Suez – Porti del Nord Europa pari a circa 3.500,00 miglia marine corrispondenti a 7 giorni di navigazione (velocità media 20 nodi).

E' evidente tuttavia che lo sviluppo e la crescita del Porto di Trieste, in linea con le più recenti disposizioni dell'Unione Europea e della Regione Friuli-Venezia Giulia, non potranno prescindere da obiettivi di tutela dell'ambiente o, in altre parole, dovranno risultare compatibili con il contesto di appartenenza dell'infrastruttura.

Il nuovo Piano Regolatore del Porto di Trieste ha definito la trasformazione dell'infrastruttura necessaria affinché la stessa possa assumere il ruolo di HUB internazionale dell'Alto Adriatico. Delimitato l'ambito portuale, il nuovo Piano Regolatore ha definito gli obiettivi di crescita e sviluppo di lungo periodo del Porto di Trieste delineando l'assetto infrastrutturale corrispondente e la relativa articolazione in zone funzionali.

L'incremento della domanda del traffico marittimo da/per il Porto di Trieste, definita nell'ambito dell'Aggiornamento 2014 del Piano, è stimata in circa 93,3 milioni di tonnellate di merci (compreso il traffico di petrolio grezzo) a fronte dei 48,3 milioni di tonnellate di merci movimentate nel 2011, di cui circa i tre quarti costituiti da petrolio grezzo. Tale significativo incremento riguarderà prevalentemente il traffico contenitori e Ro-Ro.

Il nuovo Piano Regolatore ha indirizzato l'evoluzione del Porto di Trieste secondo tre direttrici principali:

1. Il recupero del rapporto porto-città per quelle porzioni di ambito portuale prossime alla Città storica di Trieste ed al litorale urbano di Muggia, tramite la "restituzione" delle stesse ad usi urbani o portuali compatibili con quelli urbani (porto storico);

2. La riorganizzazione e lo sviluppo del porto commerciale ed industriale (porto operativo) tramite l'adeguamento delle opere a mare esistenti e delle aree a tergo dedicate alle nuove esigenze del traffico marittimo (Molo Bersaglieri, Moli V e VI, Molo VII, Piattaforma a Nord del Molo VII, sistemazioni nell'area dell'Arsenale San Marco, Canale industriale), la riqualificazione delle aree a terra dismesse e/o sottoutilizzate (area ex-Esso) e la realizzazione di nuove opere a mare allo scopo di intercettare nuovi flussi di traffico (Molo VIII e Ro-Ro Noghere);
3. La tutela dell'ambiente marino e terrestre con riferimento alle componenti Atmosfera, Suolo e sottosuolo, Ambiente idrico – Acque interne, Ambiente idrico – Acque marine costiere, Vegetazione flora, fauna ed ecosistemi, Paesaggio, Rumore, Aspetti socio-economici, Traffico ed infrastrutture di trasporto, Rifiuti.

L'evoluzione del Porto di Trieste definita dal nuovo Piano Regolatore tiene conto delle caratteristiche dell'infrastruttura attuale e delle aree disponibili. Essa pertanto è modesta nelle aree il cui valore identitario, elevato, è ad esse attribuito dalla vicinanza alla parte più antica e pregiata della Città, come il porto storico di Trieste ed il litorale di Muggia. Risulta, invece, estesa e rilevante nel porto operativo, nelle aree operative consolidate e nelle ex aree industriali dismesse e/o sottoutilizzate, prive di riconoscibilità e oggi dequalificanti il contesto. Ne consegue che la trasformazione di tali aree, auspicabile ai fini della bonifica delle stesse dall'inquinamento pregresso, dovrà risultare attenta e sensibile al contesto (riqualificazione del paesaggio).

Nel 2009 l'Autorità Portuale ha avviato il processo di approvazione del nuovo Piano Regolatore del Porto di Trieste ai sensi dell'art. 5 della L. 84/94. Lo strumento è stato adottato dal Comitato Portuale con Deliberazione n° 7 del 14/05/2009 successivamente al conseguimento dell'Intesa con il Comune di Trieste (Deliberazione n. 36 del 27/04/2009) e con il Comune di Muggia (Deliberazione n. 35 del 30/04/2009). Il 21/05/2010 (lettera prot. n. 0010695/A del 3 Agosto 2010) il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha reso il parere di competenza, parere n. 150/2010, favorevole con alcune prescrizioni.

Al fine di garantire una trasformazione dell'infrastruttura sostenibile per il contesto ambientale di riferimento è stato predisposto lo Studio Ambientale Integrato (SAI) del nuovo Piano Regolatore del Porto di Trieste, utile all'espletamento della procedura integrata VIA/VAS, ai sensi dell'art. 6, comma 3-ter, del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. avviata nel 2011. Il Suddetto documento è stato preparato sulla base delle indicazioni fornite dal MATTM con nota DVA 2012 8987 del 16/04/2012 conseguente alla valutazione dello Studio Ambientale Preliminare Integrato (SAPI).

Nell'ambito della valutazione dello SAI, il MATTM ha formulato una richiesta di integrazioni (nota U prot. CTVA-2014-1074 del 28/03/2014 - DVA-2014-9700 del 04/04/2014-) consistente, per il SAI, nell'approfondimento di alcune questioni ambientali di particolare interesse, per il nuovo Piano Regolatore, in un aggiornamento dello stesso alla luce del tempo intercorso tra la prima stesura (2009) ed oggi (2014) volto a favorirne l'inserimento nel quadro più generale della pianificazione territoriale ed urbanistica di più recente approvazione della Regione Friuli-Venezia Giulia.

Da quanto sopra sono derivati l'Aggiornamento Giugno 2014 del (nuovo) Piano Regolatore del Porto di Trieste (Aggiornamento 2014 del Piano) e la Revisione 1 dello SAI (Revisione 1 dello SAI).

Con riferimento alla prescrizione n° 4 della citata richiesta di integrazioni del MATTM, l'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste ha ottenuto il parere di conformità urbanistica con il nuovo Piano Regolatore Generale del Comune di Trieste adottato con Deliberazione Consiliare n° 15 del 16/04/2014 (Comune di Trieste, nota prot gen. 2014-0130255 dell'08/08/2014), che fa proprie le Intese del 2009, a condizione del recepimento – già effettuato - di alcune precisazioni nelle Norme Attuative dell'Aggiornamento 2014 del Piano, e con la Variante urbanistica generale n° 31 del Piano Regolatore Generale Comunale di Muggia adottata con Deliberazione Consiliare n° 33 del 30/06/2014 (Comune di Muggia, nota n. 0006663/A del 03/07/2014).

1.2. Revisione 1 dello Studio Ambientale Integrato

Il presente documento costituisce il Quadro di Riferimento Ambientale della Revisione 1 dello SAI predisposta in seguito alla richiesta di chiarimenti ed integrazioni formulata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) con la citata nota U prot. DVA 2014 0010057 del 09/04/2014.

A seguito della richiesta di chiarimenti ed integrazioni contenute nella Suddetta nota, sono stati aggiornati tutti i dati di riferimento, compresi quelli dello studio del traffico. Considerato il tempo intercorso tra l'originario documento di Piano, elaborato nel 2009, e la Revisione 0 dello SAI, elaborata nel 2012-13, la Scrivente si è avvalsa di dati aggiornati disponibili per la predisposizione dei seguenti documenti:

- Quadro di Riferimento Strategico;
- Quadro di Riferimento Programmatico;
- Quadro di Riferimento Progettuale;

- Quadro di Riferimento Ambientale, componenti:
 - Atmosfera;
 - Suolo e sottosuolo;
 - Ambiente idrico – acque interne superficiali e sotterranee;
 - Ambiente idrico marino;
 - Vegetazione, flora e fauna terrestri;
 - Paesaggio;
 - Rumore;
 - Aspetti socio-economici;
 - Traffico;
 - Rifiuti.

Scopo dello SAI è la valutazione degli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione del Piano Regolatore del Porto di Trieste e dalla realizzazione delle opere di grande infrastrutturazione di cui all'art. 5, comma 8 e 9, dallo stesso previste, nonché la verifica del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale prefissati.

Lo SAI integra gli elementi caratterizzanti le procedure ambientali di valutazione del Piano, la VIA e la VAS. Pertanto i contenuti derivano dalla lettura combinata dell'Allegato VII e dell'Allegato VI del D.Lgs. n. 152/2006 e ss. mm.ii e, conseguentemente dall'introduzione, nello SIA, degli aspetti tipici del Rapporto Ambientale. Lo SAI, dunque, composto dai tre Quadri che tipicamente costituiscono il SIA, il Quadro di Riferimento Programmatico, il Quadro di Riferimento Progettuale ed il Quadro di Riferimento Ambientale, integrati dal Quadro Strategico, specifico della VAS, ai quali si aggiunge la Sintesi Non Tecnica. A seguito della citata richiesta di integrazioni del Ministero dell'Ambiente è stato prodotto un ulteriore documento, il Piano di Monitoraggio Integrato VIA/VAS, ai sensi degli artt. 18, comma 1, e 28 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Il *Quadro di Riferimento Strategico* esamina la coerenza tra le strategie dell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste (obiettivi ed azioni) e lo scenario complessivo di programmazione e pianificazione, in termini di compatibilità ambientale e territoriale.

Esso descrive:

- L'analisi della coerenza interna, che verifica l'esistenza di possibili contraddizioni all'interno del sistema degli obiettivi e delle azioni del Piano;
- L'analisi della coerenza esterna verticale, che verifica le relazioni intercorrenti tra gli obiettivi e le azioni del Piano e gli obiettivi di sostenibilità ambientale degli strumenti di programmazione e pianificazione di livello sovracomunale;

- L'analisi della coerenza esterna orizzontale, per esaminare la compatibilità tra gli obiettivi e le azioni del Piano con quelli degli strumenti di programmazione e pianificazione di livello comunale.

La revisione del Quadro di Riferimento Strategico conseguente alla richiesta di integrazioni di cui alla nota U prot. DVA 2014 0010057 del 09/04/2014 ha riguardato:

- La verifica della coerenza interna, essendo stati, nell'ambito dell'Aggiornamento 2014 del Piano, rivisti gli obiettivi infrastrutturali ed introdotti gli obiettivi ambientali;
- La verifica della coerenza esterna verticale, avendo rivolto l'attenzione anche ai seguenti strumenti di programmazione e pianificazione: il Piano Territoriale Regionale ed il Piano di Gestione del Territorio, il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti Urbani ed, infine, il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti – Sezione Rifiuti Speciali non Pericolosi, Rifiuti Speciali Pericolosi, nonché Rifiuti Urbani Pericolosi a livello regionale; il Programma Provinciale di attuazione del Suddetto Piano dei Rifiuti a livello provinciale;
- La verifica della coerenza esterna orizzontale, avendo rivolto l'attenzione, in particolare, ai seguenti strumenti: il nuovo Piano Regolatore Generale Comunale di Trieste e la Variante urbanistica generale n° 31 del Piano Regolatore Generale Comunale di Muggia.

Il *Quadro di Riferimento Programmatico* verifica la correttezza programmatica dell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste, ossia la congruenza con gli atti di programmazione e di pianificazione approvati, adottati od in itinere. Fornisce, quindi, elementi conoscitivi in merito alle relazioni che intercorrono tra le opere previste dal Piano e i Suddetti atti di pianificazione e programmazione, mettendo in evidenza, qualora presenti, eventuali difformità tra le azioni di Piano, le destinazioni d'uso e le trasformazioni previste.

La revisione del Quadro di Riferimento Programmatico è consistita nella verifica della coerenza dell'Aggiornamento 2014 del Piano conseguente alla richiesta di integrazioni di cui alla nota U prot. DVA 2014 0010057 del 09/04/2014 del MATTM ed ha riguardato gli strumenti di programmazione e pianificazione già analizzati nell'ambito del Quadro di Riferimento Programmatico.

Il *Quadro di Riferimento Progettuale* illustra i contenuti del Piano Regolatore del Porto di Trieste ed in particolare:

- Gli obiettivi di sviluppo e le azioni necessarie a raggiungere i Suddetti obiettivi;
- L'assetto infrastrutturale proposto e la relativa articolazione dell'ambito portuale in zone omogenee sotto il profilo funzionale;

- Le opere necessarie al compimento della trasformazione prevista, rapportate a due scenari realizzativi individuati dal Piano.

Completano il Quadro di Riferimento Progettuale la definizione del bilancio dei materiali conseguente alla realizzazione delle Opere di Piano e l'analisi del traffico marittimo e terrestre del Porto di Trieste attuale e previsto.

La revisione del Quadro di Riferimento Progettuale conseguente alla richiesta di integrazioni di cui alla nota U prot. DVA 2014 0010057 del 09/04/2014 del MATTM, ha riguardato:

- Gli obiettivi infrastrutturali ed ambientali e le corrispondenti azioni di Piano, tenuto conto dell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste;
- Lo studio delle alternative di Piano, riportando in questa sede la sintesi del lungo processo di pianificazione che, dal 2000, ha condotto all'assetto infrastrutturale del Porto di Trieste proposto;
- La cantierizzazione definita nell'ambito dei progetti delle opere di grande infrastrutturazione una conoscenza approfondita della stessa;
- L'ipotesi di sviluppo delle volumetrie, elaborata con riferimento alle quantità edificabili massime individuate nell'ambito delle Norme Attuative dell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste per ciascuna delle zone territoriali omogenee in cui è articolato l'ambito portuale. La Suddetta ipotesi di sviluppo delle volumetrie sostituisce l'ipotesi di sistemazione delle opere a terra presentata nella versione originaria dello SAI;
- La stima del fabbisogno idrico giornaliero e di punta, i criteri per la progettazione dei sistemi antincendio e fognario;
- La descrizione delle caratteristiche planimetriche delle reti idrauliche per il collettamento delle acque meteoriche, rivista in quanto strettamente correlata alla Suddetta ipotesi di sviluppo delle volumetrie, confermando, invece, l'ipotesi già avanzata delle principali tecnologie disponibili per il risparmio energetico in ambito portuale;
- Il futuro scenario del traffico portuale, aggiornato sulla base dei contenuti della revisione dello Studio di settore Volume C – Il traffico marittimo di cui all'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste.

Nel *Quadro di Riferimento Ambientale* sono individuate, analizzate e quantificate tutte le possibili interazioni tra il Piano Regolatore del Porto di Trieste e le relative opere di grande infrastrutturazione e l'ambiente ed il territorio circostante. Secondo la metodologia di lavoro adottata, è stato dapprima indagato lo stato attuale delle componenti ambientali potenzialmente impattate, utilizzando le più aggiornate informazioni rese disponibili dagli Enti di controllo (ARPA, Regione, ecc) e dalla documentazione scientifica. Quindi si è proceduto con la valutazione dei potenziali effetti indotti dal Piano.

La metodologia di valutazione degli impatti prevede la distinzione degli effetti generati durante la realizzazione delle opere (fase di cantiere) da quelli generati durante l'esercizio, in virtù della diversa natura che li contraddistingue (fase di esercizio). La stima degli impatti, e dunque la definizione della loro significatività, è stata eseguita in relazione alla qualità dell'ambiente nello stato attuale ed eventualmente a soglie massime di riferimento, considerando gli effetti indotti dalle azioni di piano sugli indicatori individuati come rappresentativi di ogni comparto ambientale. Ove possibile, mediante l'utilizzo di supporti modellistici e numerici, sono confrontati quantitativamente i livelli di qualità e criticità dell'ambiente sia in assenza delle opere (stato attuale o "opzione zero") che in presenza delle stesse.

L'ambito territoriale di riferimento considerato per la valutazione degli impatti non è stato definito in modo univoco per tutte le componenti ambientali, ma per ognuna di esse, corrisponde alle aree di influenza potenziale derivante dalla realizzazione delle opere, considerando sia gli effetti diretti che gli effetti indiretti.

Per massimizzare i potenziali effetti cumulati sull'ambiente è stata assunta cautelativamente l'ipotesi che il maggior numero possibile delle opere previste sia realizzato contemporaneamente, ad eccezione delle opere la cui realizzazione è condizionata alla realizzazione di ulteriori interventi; queste ultime opere, dunque, non possono ragionevolmente essere incluse in una medesima fase costruttiva.

Tale ipotesi, può essere considerata per certi versi irrealistica, perché trascura volutamente gli eventuali limiti imposti dalla disponibilità di finanziamenti e dalla necessità di non impegnare con i cantieri di costruzione di tutte le aree portuali. Tuttavia è quella che produce i massimi impatti sull'ambiente, visto che massimizza il numero di mezzi d'opera in funzione nel medesimo tempo ed il loro effetto sulle diverse componenti ambientali.

Il Piano Regolatore del Porto di Trieste non contiene, tra le sue previsioni, l'impianto di rigassificazione di Zaule. Nel parere espresso a conclusione della fase preliminare della Procedura Integrata VIA-VAS, la Commissione Tecnica ha richiesto la valutazione delle interferenze del Piano Regolatore con i progetti che insistono nell'ambito portuale e che sono in corso di autorizzazione, in particolare il nuovo terminale GNL di Zaule. Pertanto la valutazione degli impatti nello scenario di esercizio tiene conto delle alterazioni attribuibili ad azioni sinergiche indotte sia dalle previsioni di Piano che da forzanti esterne, quali l'operatività del rigassificatore di Zaule.

Nella valutazione degli impatti si è tenuto conto anche degli effetti di tipo transfrontaliero delle azioni di Piano sulla Slovenia, con particolare riguardo al Porto di Capodistria, sia nello scenario di breve periodo che nello scenario di lungo periodo.

La revisione del Quadro di Riferimento Ambientale conseguente alla richiesta di integrazioni di cui alla nota U prot. DVA 2014 0010057 del 09/04/2014 del MATTM ha riguardato:

- La *Componente Atmosfera*, con la rielaborazione delle previsioni di impatto alla luce della revisione dello studio del traffico marittimo e terrestre effettuato nell'ambito dell'Aggiornamento 2014 del Piano e di specifiche indicazioni fornite dal MATTM Suddetta nota. In questo contesto, inoltre, è stata effettuata la valutazione preliminare degli effetti prodotti dall'elettrificazione di alcune banchine;
- La *Componente Rumore*, con la rielaborazione delle previsioni di impatto alla luce della revisione dello studio del traffico effettuato nell'ambito dell'Aggiornamento 2014 del Piano e la predisposizione del progetto relativo alla barriera acustica da realizzare lungo la linea ferroviaria Trieste-Villa Opicina;
- La *Componente Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi*, con la revisione delle previsioni di impatto alla luce, soprattutto, del mutato quadro del traffico marittimo di cui all'Aggiornamento 2014 del Piano. In questo contesto, inoltre, come richiesto dalla Regione Friuli-Venezia Giulia è stata predisposta una procedura per l'applicazione del protocollo IMO per la gestione delle acque di zavorra.
- La *Componente Paesaggio*, con la elaborazione di ulteriori fotosimulazioni che hanno tenuto conto della previsione di nuove volumetrie relativa all'Aggiornamento del Piano;
- La *Componente Ambiente idrico – Acque superficiali e marine-costiere, Sedimenti marini*. Relativamente a questo tema si è proceduto con l'integrazione dei risultati del Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marino costiera del SIN di Trieste, trasmesso ad ARPA-FVG ad ottobre 2013, successivamente alla consegna dello Studio Ambientale Integrato al MATTM, e relativo aggiornamento dello stato di qualità dei fanghi di dragaggio;
- I *Campi elettromagnetici*. Relativamente a questo tema si è proceduto con la valutazione delle interferenze tra le previsioni dell'Aggiornamento 2014 del Piano e gli elettrodotti esistenti.

Il *Piano di Monitoraggio Integrato VIA-VAS (PMI)* ai sensi degli artt. 18, comma 1, e 28 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. è stato predisposto in risposta alla prescrizione n. 61 della citata nota U prot. DVA-2014-0010057 del 09/04/2014 del MATTM.

Scopo del PMI è la definizione preliminare dell'attività di monitoraggio volta a verificare in che misura l'attuazione del Piano risulti coerente con gli obiettivi di sostenibilità ambientale

o, meglio, volta a descrivere il contributo del Piano a tali obiettivi, nonché la rispondenza degli effetti indotti dal Piano sull'ambiente rispetto a quanto previsto nello SAI.

Il PMI predisposto costituisce documento preliminare rispetto ad una versione definitiva che dovrà essere predisposta successivamente all'approvazione dell'Aggiornamento 2014 del Piano sulla base dei contenuti dello SAI e dei pareri degli Enti competenti in materia ambientale.

Il principale contributo del PMI preliminare consiste nella definizione della struttura dell'attività di monitoraggio, ossia degli indicatori di contesto, con riferimento agli obiettivi di sostenibilità ambientale assunti nello SAI, degli indicatori di processo e contributo, con riferimento ai correlati obiettivi infrastrutturali ed ambientali ed alle azioni di Piano.

Alla versione definitiva del PMI spetterà l'approfondimento delle modalità di rilevamento delle singole componenti ambientali, dei meccanismi di riorientamento del Piano in caso di manifestazione di effetti negativi imprevisti, della restituzione dei dati e della partecipazione del pubblico e degli Enti competenti, la definizione delle responsabilità e della struttura organizzativa ed, infine, la verifica della sussistenza delle risorse necessarie per la realizzazione e gestione del monitoraggio

Rispetto alle fasi di attuazione del processo di Piano, è opportuno sottolineare come il presente PMI sia fondato sull'assunto che, a valle dell'approvazione del Piano, tale processo di attuazione abbia raggiunto la fase di cantierizzazione delle opere di grande infrastrutturazione e di successivo esercizio delle stesse.

In questa ottica l'attività di monitoraggio è stata articolata in due macro-ambiti:

1. Il *monitoraggio del contesto*, che restituirà l'evoluzione dello stato dell'ambiente durante l'attuazione dell'Aggiornamento 2014 del Piano;
2. Il *monitoraggio di Piano*, che restituirà lo stato di attuazione del Piano nel tempo.

In entrambi i casi le informazioni ed i dati necessari allo svolgimento del monitoraggio potranno essere acquisiti sia da fonti esterne (banche dati e sistemi informativi territoriali di regioni, Province, Agenzie ambientali, dati socio-economici dell'ISTAT, relazioni sullo stato dell'ambiente, ecc.) sia tramite campagne di rilievo appositamente organizzate dall'Autorità Portuale di Trieste.

Il monitoraggio del contesto di cui al presente PMI prevede, in particolare, lo svolgimento di attività di rilievo per le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera;

- Ambiente idrico-Acque sotterranee;
- Ambiente idrico-Acque marino-costiere;
- Ambiente terrestre-Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- Ambiente marino-costiero-Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- Rumore.

Correlando gli esiti del monitoraggio di contesto con quelli del monitoraggio di Piano sarà possibile definire il contributo dell'attuazione del Piano agli obiettivi di sostenibilità. Tale correlazione, dunque, rappresenta il passaggio fondamentale dell'attività di monitoraggio in quanto da essa dipende la verifica della coerenza tra l'attuazione del Piano e gli obiettivi ambientali. Qualora, poi, fosse rilevata una incoerenza, risulterebbe necessario procedere con il ri-orientamento delle azioni di Piano, a partire dall'introduzione di opere di mitigazione.

In conclusione, dunque, con la revisione dello SAI e l'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste si è cercato di fornire adeguata risposta alla richiesta di chiarimenti ed integrazioni di cui alla nota nota U prot. DVA-2014-0010057 del 09/04/2014 del MATTM favorendo il processo di integrazione del Piano Regolatore del Porto di Trieste nel quadro pianificatorio regionale più generale e una più attenta valutazione degli effetti prodotti dal Suddetto Piano sull'ambiente.

1.3. Gruppo di lavoro

La Revisione 1 dello Studio Ambientale Integrato dell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste è stata elaborata dall'ATI Technital S.p.a. (mandataria) – Acquatecno S.r.l.

La gestione del lavoro è stata affidata a:

- l'Ing. Francesco Mattarolo – Technital S.p.A.;
- l'Arch. Vittoria Biego – Acquatecno S.r.l.

Il gruppo di lavoro è composto dalle figure professionali di cui alla tabella che segue.

Quadro di Riferimento Strategico		
Arch. Vittoria Biego	Acquatecno S.r.l.	Responsabile
Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Redazione
Quadro di Riferimento Programmatico		
Arch. Vittoria Biego	Acquatecno S.r.l.	Responsabile
Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Redazione
Dott.ssa Dionisia Poulacos	Acquatecno S.r.l.	Elaborati grafici
Giulio Crestini	Acquatecno S.r.l.	Elaborati grafici
Quadro di Riferimento Progettuale		
Arch. Vittoria Biego	Acquatecno S.r.l.	Responsabile
Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Redazione aspetti di pianificazione
Ing. Alessio Rosin	Technital S.p.a.	Redazione alternative di piano e traffico marittimo e terrestre
Ing. Maria Sarah Delugas Ing. Antonino Perdichizzi	Technital S.p.a.	Redazione scenario di traffico nello stato attuale e nella configurazione di piano
Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Redazione bilancio dei materiali e cantierizzazione delle opere
Giulio Crestini	Acquatecno S.r.l.	Elaborati grafici
Dott.ssa Dionisia Poulacos	Acquatecno S.r.l.	Elaborati grafici
Quadro di Riferimento Ambientale		
Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Responsabile
Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Redazione
Prof. Ing. Simone Tascini	Consulente	Componente Atmosfera
Dott.ssa Chiara Paneghetti Dott. Geol. Emanuele Fresia	Technital S.p.a.	Componente Suolo e Sottosuolo
Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Componente Ambiente Idrico – Acque interne
Ing. G. Menel Lemos Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Componente Ambiente Idrico – Acque marine-costiere
SELC soc. coop. (Dott. Daniele Mion, Dott. Andrea Rismondo, Dott. Francesco	Consulente	Componente Vegetazione flora, fauna ed ecosistemi

Scarton)		
Arch. Vittoria Biego Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Componente Paesaggio
Dott. Paolo Carotti	Consulente	Componente Rumore
Dott. Paolo Carotti	Consulente	Componente Elettromagnetismo
Lemar S.r.l.	Consulente	Aspetti socio economici
Ing. Alessio Rosin Ing. Maria Sarah Delugas Ing. Antonino Perdichizzi	Technital S.p.a.	Traffico ed infrastrutture di trasporto
Arch. Vittoria Biego Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Componente Rifiuti
Piano di Monitoraggio Ambientale Integrato		
Arch. Vittoria Biego	Acquatecno S.r.l.	Responsabile
Dott.ssa Sara Scrimieri	Acquatecno S.r.l.	Redazione
Dott.ssa Chiara Paneghetti	Technital S.p.a.	Redazione
Prof. Ing. Simone Tascini	Consulente	Componente Atmosfera
Dott. Paolo Carotti	Consulente	Componente Rumore
SELC soc. coop. (Dott. Daniele Mion, Dott. Andrea Rismondo, Dott. Francesco Scarton)	Consulente	Componente Vegetazione flora, fauna ed ecosistemi

2. ASPETTI METODOLOGICI

2.1. Gli scenari considerati per la fase di esercizio

Oggetto della valutazione è l'ipotesi di Piano già adottata ed approvata dal Consiglio dei LL.PP nel 2010; nel Quadro Progettuale sono presentate le diverse alternative considerate in fase di redazione del Piano e sono evidenziati i motivi che hanno portato alla scelta della configurazione finale.

Il Piano Regolatore Portuale in vigore individua due scenari di riferimento (fasi attuative) relativi alla realizzazione del complesso di opere previste:

- lo scenario di breve periodo;
- lo scenario di lungo periodo.

Lo scenario di breve periodo corrisponde alle opere, di seguito elencate, che consentono di rispondere ad esigenze di immediata utilità e priorità, volte a superare le criticità funzionali:

- Molo VII - prolungamento parziale;
- Molo V - prolungamento;
- Molo VI - prolungamento;
- Molo Bersaglieri - prolungamento e ampliamento della stazione marittima;
- Molo VI-Molo VII – banchinamento (cassa colmata D);
- Canale industriale - dragaggio;
- Canale industriale - ampliamento delle banchine;
- Terminal Ro-Ro Noghère - dragaggio del canale di accesso;
- Terminal Ro-Ro Noghère - banchinamento parziale.

Tali opere consentono di portare ad un completamento degli ambiti funzionali già in corso di realizzazione, qualificando gli interventi ad alta produttività ovvero quegli interventi che con contenuti sforzi economico-finanziari e realizzativi consentono il recupero di elevati margini di funzionalità.

Lo scenario di lungo periodo, invece, comprende le opere che costituiscono il completamento dell'assetto di Piano ovvero la configurazione di massima estensione alla quale giungere per fasi successive temporali e fisiche, in funzione di vari fattori: l'evoluzione dei traffici, la dinamica economica del Paese e dei partner commerciali, la disponibilità finanziaria del sistema Paese, l'effettiva realizzazione di opere infrastrutturali di carattere nazionale e sovra-nazionali, ecc. Le opere di completamento dello sviluppo di Piano previste nel lungo periodo sono:

- Molo V-Molo VI – banchinamento (cassa colmata C);
- Molo VII - completamento;
- Terminal Ro-Ro Noghère (area ex Aquila) - demolizione del pontile Silone;
- Terminal Ro-Ro Noghère (area ex Aquila) - completamento del banchinamento (cassa colmata E);
- Terminal Ro-Ro Noghère (area ex Aquila) - viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT attraverso Via Flavia e Via Malaspina;
- Terminal Ro-Ro Noghère (area ex Aquila) - viabilità di collegamento con la Lacotisce-Rabuiese;
- Centro Operativo Servizi;
- Arsenale San Marco;
- Porto Lido;
- Darsena Sant'Andrea;
- Molo VIII;
- Molo VIII - viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT;
- Risistemazione della costa di Muggia.

Questi due scenari saranno considerati come due distinte condizioni di “esercizio” nella valutazione degli effetti delle azioni di Piano riportata nei paragrafi seguenti.

Per quanto riguarda le caratteristiche delle opere previste, si rimanda per dettagli agli elaborati di progetto allegato al Piano Regolatore Portuale.

2.2. Gli scenari considerati per la fase di cantiere

Per poter affrontare il tema della cantierizzazione, nel Quadro Progettuale sono state formulate ipotesi sulle possibili modalità realizzative delle singole opere, stimando la tipologia ed i quantitativi dei mezzi operativi in gioco per ognuna delle cinque categorie principali di opere previste:

- prolungamento parziale dei moli;
- realizzazione di nuove colmate (incluse le relative banchine);
- esecuzione di dragaggi;
- realizzazione di infrastrutture stradali;
- demolizioni.

I dettagli della cantierizzazione sono descritti nel Paragrafo 7.10 del Quadro di Riferimento Progettuale

Per massimizzare i potenziali effetti cumulati sull'ambiente, si è adottata cautelativamente l'ipotesi che il maggior numero possibile delle opere previste sia realizzato contemporaneamente, ad eccezione delle opere che sono condizionate dalla realizzazione di altri interventi e quindi che non possono ragionevolmente essere incluse in una medesima fase costruttiva.

Tale ipotesi, può essere considerata per certi versi irrealistica, perché trascura volutamente gli eventuali limiti imposti dalla disponibilità di finanziamenti e dalla necessità di non impegnare con cantieri tutte le aree portuali, tuttavia è quella che produce i massimi impatti sull'ambiente, visto che massimizza il numero di mezzi d'opera in funzione nel medesimo tempo ed il loro effetto sulle diverse componenti ambientali.

In Tabella 2-1 e Tabella 2-2 si riporta una breve sintesi delle principali operazioni previste per la realizzazione dello scenario di breve e lungo periodo.

TABELLA 2-1 – SINTESI DELLE AZIONI PER LE OPERE DI BREVE PERIODO

OPERE DI BREVE PERIODO	Azione specifica
Molo VII (I^a Fase)	Prima espansione corrispondente al prolungamento del Molo VII di circa 400 m, area utile recuperata al mare circa 17 ha.
	Allargamento del molo lato Nord di 20 m per la creazione di un attracco per navi Ro-Ro.
Molo V	Prolungamento di circa 25 m oltre la testata del Molo V ed allargamento a Sud; realizzazione di un dente per attracco Ro-Ro alla radice Sud del Molo. Estensione totale di circa 22.000 m ²
Molo VI	Prolungamento di circa 400 m oltre la testata del Molo VI ed allargamento a Nord; alla radice del Molo è previsto un doppio attracco Ro-Ro. Estensione totale di circa 79.000 m ²
Molo Bersaglieri	Prolungamento del Molo Bersaglieri di circa 160 m, per l'attracco delle moderne navi da crociera (330-340 m), ed allargamento lato Sud di 15 m, per un'estensione complessiva di circa 19.500 m ²
Bacino tra il Molo VI e il Molo VII	Realizzazione di una cassa di colmata di circa 62.000 m ² per conferimento di sedimenti da dragaggio idonei.
Canale Industriale	Dragaggio fino alla quota -12 m s.l.m.m.
	Banchinamento della Riva Nord: demolizione e ricostruzione delle banchine Italcementi e ex Vetobel, oltre alla realizzazione di 260 m di nuove banchine.
	Banchinamento della Riva Sud: realizzazione di 130 m di nuove banchine e di un piazzale di circa 11.000 m ²
Terminal Ro-Ro Noghère (I^a Fase)	Dragaggio del canale di servizio al nuovo terminal Ro-Ro uniformato a quota -13 m s.l.m.m., dimensionato sul pescaggio delle maggiori navi Ro-Ro.
	Parziale realizzazione del banchinamento di circa 27.000 m ² ; fronte banchinato di circa 700 m.

TABELLA 2-2 – SINTESI DELLE AZIONI PER LE OPERE DI LUNGO PERIODO

OPERE DI LUNGO PERIODO	Azione specifica
Bacino tra il Molo V e il Molo VI	Realizzazione di una cassa di colmata di circa 126.000 m ² per conferimento di sedimenti da dragaggio idonei.
	Recupero ad uso terminalistico del bacino tra i moli, modificati come da configurazione di breve periodo, per un'estensione totale aggiuntiva di circa 26 ha.
Molo VII (II^a Fase)	Completamento del Molo VII con circa 400 m aggiuntivi rispetto alla configurazione di breve periodo, area utile recuperata al mare circa 16 ha.
Terminal Ro-Ro Noghère (II^a Fase)	Demolizione del pontile SILONE.
	Completamento del terminal con cassa di colmata per conferimento di sedimenti da dragaggio idonei, superficie totale di circa 20 ha.
	Completamento del fronte banchinato, per un totale di circa 1.250 m dotato di 4-5 sporgenti di circa 25 m per l'ormeggio di navi Ro-Ro.
Viabilità Terminal Ro-Ro Noghère (I^a Fase)	Viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT attraverso Via Flavia e Via Malaspina.
Viabilità Terminal Ro-Ro Noghère (II^a Fase)	Viabilità di collegamento con la Lacotisce-Rabuisse.
Centro Operativo Servizi	4 pontili di 60 m di lunghezza per rimorchiatori.
	Nuove strutture a pontone galleggiante di estensione totale 110 m per le imbarcazioni di ormeggiatori, Vigili del Fuoco e piloti.
	Accentramento dei servizi portuali in una struttura a terra di 4.000 m ²
Arsenale San Marco	Ampliamento delle banchine di circa 13.000 m ²
Porto Lido	Realizzazione porto turistico di circa 18.000 m ² ad Ovest del Molo Fratelli Bandiera alaggio.
Darsena Sant' Andrea	Area disponibile all'attracco di barche da diporto di medio-grandi dimensioni di circa 10.000 m ² Ingombro complessivo dell'opera 39.000 m ²
Molo VIII	Realizzazione di uno sporgente in corrispondenza della Piattaforma Logistica di circa 85 ha di estensione, con 3.150 m di banchina disponibili ed inglobando in radice circa 800 m di banchina della Piattaforma Logistica (capacità complessiva dell'ordine di 2,5 milioni di TEU).
Viabilità Molo VIII	Nuova viabilità di collegamento del Molo VIII con la Grande Viabilità Triestina (svincolo di Via Caboto), per uno sviluppo complessivo di circa 2,7 Km.
	Nuovo scalo ferroviario a servizio del Molo VIII.
Costa di Muggia	Risistemazione della costa di Muggia.

Sulla base di questa impostazione, nello scenario di breve periodo, si è individuato un primo stadio di costruzione che prevede l'esecuzione contemporanea delle seguenti opere:

- prolungamento del Molo VII;
- prolungamento del Molo V;

- prolungamento del Molo VI;
- prolungamento del Molo Bersaglieri ed ampliamento della stazione marittima;
- banchinamento tra il Molo VI ed il Molo VII (cassa D);
- dragaggio del canale industriale;
- dragaggio del canale di accesso al terminal Ro-Ro di Noghère;

le ulteriori opere incluse in questo scenario, ampliamento delle banchine lungo il canale industriale ed il banchinamento parziale del terminal Ro-Ro di Noghère, sono invece condizionate dall'esecuzione dei rispettivi dragaggi e possono essere realizzate solo a valle di questi.

Per quanto attiene le opere da realizzare nello scenario di lungo periodo, si è adottata la medesima filosofia che ha portato all'individuazione di tre stadi esecutivi che corrispondono:

1. alla costruzione contemporanea delle seguenti opere:
 - banchinamento tra il Molo V ed il Molo VI (cassa C);
 - completamento del Molo VII
 - demolizione del pontile Silone;
 - realizzazione del Centro Operativo Servizi;
 - ampliamento dell'Arsenale S. Marco;
 - realizzazione di Porto Lido;
 - sistemazione della Darsena Sant'Andrea;
 - risistemazione della SP.14;
2. all'esecuzione degli ulteriori interventi previsti al terminal Ro-Ro di Noghère (cassa E e viabilità), condizionati dalla demolizione del pontile Silone, e alla chiusura completa dei Moli V e VI, che può essere attuata solo a valle del banchinamento;
3. alla realizzazione del molo VIII e relativa viabilità; si ritiene infatti che le dimensioni dell'intervento previsto sia dal punto di vista tecnico che economico, renda probabile una sua realizzazione indipendente dagli altri interventi.

In Tabella 2-3 si riporta il riepilogo degli stati di esecuzione delle opere nello scenario breve e lungo periodo.

TABELLA 2-3 – RIEPILOGO DEGLI STADI DI ESECUZIONE DELLE OPERE PER GLI SCENARI DI BREVE E LUNGO PERIODO

FASE CANTIERE	STADI ESECUZIONE OPERE
SCENARIO BREVE PERIODO	1° Stadio
	<ul style="list-style-type: none"> - prolungamento del Molo VII; - prolungamento del Molo V; - prolungamento del Molo VI; - prolungamento del Molo Bersaglieri; - banchinamento tra il Molo VI ed il Molo VII (cassa D); - dragaggio del canale industriale; - dragaggio del canale di accesso al Terminal Noghere.
	2° Stadio
	<ul style="list-style-type: none"> - ampliamento delle banchine del canale industriale; - banchinamento parziale del terminal Ro-Ro di Noghere.
SCENARIO LUNGO PERIODO	1° Stadio
	<ul style="list-style-type: none"> - banchinamento tra il Molo V ed il Molo VI (cassa C); - completamento del Molo VII - demolizione del pontile Silone; - realizzazione del Centro Operativo Servizi; - ampliamento dell'Arsenale S. Marco; - realizzazione di Porto Lido; - sistemazione della Darsena Sant'Andrea; - risistemazione della SP.14.
	2° Stadio
	<ul style="list-style-type: none"> - chiusura completa tra il Molo V e il Molo VI; - completamento del banchinamento del Terminal Noghere (cassa E); - viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT del Terminal Noghere; - viabilità di collegamento con la Lacotisce-Rabuiese del Terminal Noghere.
	3° Stadio
<ul style="list-style-type: none"> - realizzazione del Molo VIII; - viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT del Molo VIII. 	

2.3. Definizione dell'area vasta

L'identificazione dell'area vasta è dettata dalla necessità di definire l'ambito territoriale di riferimento dello studio, nel quale devono essere inquadrati tutti i potenziali effetti della realizzazione dell'opera e all'interno del quale realizzare tutte le analisi specialistiche per le diverse componenti ambientali di interesse.

Nel presente studio l'ambito territoriale di riferimento considerato non è stato definito in modo univoco per tutte le componenti ambientali, ma per ognuna di esse coincide con le aree di influenza potenziale derivante dalla realizzazione del progetto, considerando sia gli effetti diretti che gli effetti indiretti.

Il principale criterio di definizione dell'ambito di influenza potenziale dell'impianto è funzione della correlazione tra le caratteristiche generali dell'area di inserimento e i potenziali fattori di impatto ambientale determinati dall'opera in progetto ed individuati dall'analisi preliminare. Tale criterio porta ad individuare un'area oltre la quale, si ritengono esauriti o non avvertibili gli effetti dell'opera.

Su tali basi, si possono definire le caratteristiche generali dell'area vasta:

- ogni potenziale interferenza sull'ambiente direttamente o indirettamente dovuta alla realizzazione dell'opera deve essere sicuramente trascurabile all'esterno dei confini dell'area vasta;
- l'area vasta deve includere tutti i ricettori sensibili ad impatti anche minimi sulle diverse componenti ambientali di interesse;
- l'area vasta deve avere caratteristiche tali da consentire il corretto inquadramento dell'opera in progetto nel territorio in cui verrà realizzata.

Al fine di sintetizzare le scelte fatte, sono riassunte nel seguito le singole aree di studio definite per le componenti ambientali di interesse.

Atmosfera

L'area vasta è stata definita in funzione della propagazione degli inquinanti così come simulati dai modelli matematici a disposizione e coincide grossolanamente con la parte più interna del Golfo di Trieste per la parte a mare e, lato terra, con l'area pianeggiante compresa fra i rilievi del Carso e la linea di riva.

Suolo e Sottosuolo

Gli interventi previsti interessano la fascia costiera del Golfo di Trieste ricadente nei comuni di Trieste, S. Dorlingo della Valle e Muggia, dalla attuale linea di costa ad un limite interno variabile, compreso fra poche decine di metri e circa 1 km in corrispondenza di alcune aree (es. zona Noghere), soprattutto a causa della realizzazione delle infrastrutture viarie

Ambiente idrico – acque interne superficiali e sotterranee

Per lo studio delle acque superficiali interne sono stati presi in considerazione i bacini idrografici che ricadono nei comuni di Trieste, S. Dorlingo della Valle e Muggia, e l'arco di litorale da Barcola-Bovedo a Punta Sottile, in cui sfociano numerosi corsi d'acqua le cui foci sono pertinenti, per territorialità, a suddetti comuni.

Gli aspetti riguardanti la falda superficiale sono stati analizzati nell'ambito della fascia costiera compresa fra la linea di riva e i primi rilievi carsici.

Ambiente idrico marino

L'area di studio per la caratterizzazione dei fondali è circoscritta alla parte del Golfo di Trieste compresa fra gli estremi dell'area portuale; l'area è delimitata verso il largo dalle dighe foranee Luigi Rizzo (quella centrale e quella meridionale), coincidendo in gran parte con il limite a mare del Sito di Interesse Nazionale di Trieste

Per lo studio dei processi idrodinamici e dispersivi nell'area del Porto di Trieste è stato necessario studiare una zona molto più ampia, sia per cogliere i fenomeni nella loro interezza, che per assicurarsi che i risultati delle valutazioni non risentissero delle condizioni al contorno applicate al modello matematico utilizzato per la determinazione delle caratteristiche di circolazione idrica nella baia e della capacità di ricambio idrico. Di fatto è stato considerato quasi l'intero Golfo di Trieste (dal litorale davanti a Fossalon di Grado sino a Isola sul lato sloveno).

Vegetazione, flora e fauna terrestri

L'area di studio è stata definita utilizzando l'approccio della maggior cautelatività. In tale ottica, sulla base dell'ubicazione dei previsti interventi di Piano, associati alle vie di traffico previste sia per le attività di medio-breve periodo che per quelle di lungo periodo, nonché per l'assetto territoriale previsto dal Piano stesso, la perimetrazione dell'area vasta comprende tutti i comuni interessati dagli interventi e/o attraversati dalle vie di traffico e tutti i siti di rilevante interesse naturalistico adiacenti agli interventi di Piano, ovvero potenzialmente interessati da eventuali impatti indiretti generati dalle attività stesse.

Per quanto riguarda l'ambito marino, sempre seguendo l'approccio cautelativo, il perimetro d'area si estende in un fascia di ampiezza pari a 2.500 m a partire dalla linea di costa, fino a comprendere l'area della Riserva Marina di Mirare ad Ovest per arrivare a Punta Sottile ad Est.

Paesaggio

L'area di studio è circoscritta al cosiddetto bacino visuale delle aree di intervento, nel quale sono contenuti i coni e fronti visuali principali sull'area oggetto di intervento. L'indagine è stata condotta tenendo conto del fatto che le opere di progetto sono interamente localizzate nell'ambito del porto di Trieste. Nell'ambito di tale bacino sono stati predisposti fotoinserimenti dell'opera da opportuni punti di vista. Nella caratterizzazione della componente sono stati, inoltre, considerati i principali beni vincolati e le aree naturali di interesse prossime all'ambito portuale.

Rumore

L'area vasta è stata definita in funzione della propagazione del rumore così come simulata dai modelli matematici a disposizione e coincide grossolanamente lato terra con la parte pianeggiante del territorio del comune di Trieste oltre alle zone adiacenti le principali vie di comunicazione e lato mare con una fascia marina di ampiezza variabile in funzione delle opere previste .

Aspetti socio-economici

Per l'analisi di tale componente si è considerato come ambito di indagine il territorio della Regione Friuli Venezia Giulia e, più in dettaglio, della Provincia e del Comune di Trieste oltre al territorio Sloveno per quanto attiene alle interazioni con il porto di Capodistria

Traffici e infrastrutture di trasporto

Per le analisi di questa componente è stato considerato l'ambito portuale e l'ambito urbano e peri-urbano adiacente, unitamente all'area in cui si sviluppano le infrastrutture viarie e ferroviarie in grado di convogliare i traffici prodotti verso i confini nazionali ed internazionali, con speciale interesse per le eventuali interazioni con la rete slovena a servizio del porto di Capodistria. Per quanto attiene al traffico marittimo si è considerato il traffico in Alto Adriatico diretto verso il porto di Trieste e l'eventuale interazione con il traffico diretto verso il porto di Capodistria.

Rifiuti

L'area di studio della Componente Rifiuti corrisponde all'ambito del Porto di Trieste.

2.4. Il metodo di valutazione

2.4.1. Aspetti generali

L'individuazione e la stima degli impatti rappresenta uno dei momenti più importanti dello Studio Ambientale Integrato in quanto è in questa fase che si effettua la sintesi tra le componenti progettuali e le caratteristiche ambientali del sito interessato dagli interventi, al fine di individuare un'interazione che minimizzi gli impatti sul territorio.

Tale fase è propedeutica alla fase di definizione delle misure di mitigazione e/o delle misure di compensazione in quanto è proprio in essa che sono messi in evidenza gli aspetti che necessitano maggiore attenzione.

Come previsto dalla legislazione nazionale vigente (Parte seconda del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) e dalla letteratura nazionale ed internazionale (es.: ANPA¹, World Bank², EBRD³), sono stati distinti gli impatti generati durante la realizzazione delle opere (fase di cantiere) da quelli generati durante l'esercizio, in virtù della diversa natura che li contraddistingue (es.: gli impatti generati dai cantieri hanno carattere temporaneo, influenzano aree ben definite, ecc.).

Il metodo adottato prevede i seguenti passi logici:

- *individuazione delle azioni di progetto e dei comparti ambientali da esse influenzate*: nel caso della fase di realizzazione le azioni corrispondono alle diverse lavorazioni previste, mentre nel caso della fase di esercizio esse corrispondono sostanzialmente alle interazioni tra le opere ed il contesto territoriale in cui si inseriscono. Il primo passo del metodo è dunque leggermente differente per le due fasi considerate, in virtù della loro differente natura;
- *individuazione degli indicatori*: utilizzati per descrivere le caratteristiche ambientali attuali e per descrivere sinteticamente gli impatti potenziali indotti dalla realizzazione e dall'esercizio delle opere di piano;
- *stima degli impatti*: stima in termini quantitativi o, qualora non possibile, in termini qualitativi, degli impatti, ovvero le interazioni tra le azioni di piano e le componenti ambientali da esse interessate. L'obiettivo è quello di dare una chiara indicazione sulla significatività o meno della alterazione indotta;
- *identificazione delle misure di mitigazione*: individuazione e definizione degli accorgimenti tecnici da adottare per mitigare, cioè rendere nullo o trascurabile, l'effetto di un'azione di cantiere/piano sulle singole componenti, qualora l'impatto sia significativo, ovvero non trascurabile;

¹ Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, 2001, "Linee Guida della Valutazione di Impatto Ambientale".

² World Bank, 1999, "Environmental Assessment Sourcebook".

³ European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), 2005, "Environmental Procedures for Multi-Projects Facilities".

- *stima degli impatti residui*: nuova stima, sempre in termini di significatività, degli impatti generati dalle azioni di cantiere/piano a valle dell'adozione delle misure di mitigazione sopra citate;
- *identificazione delle misure di compensazione*: individuazione e definizione delle azioni complementari, da realizzare contestualmente all'intervento, al fine di ottenere benefici ambientali più o meno equivalenti agli impatti residui;
- *definizione delle attività di monitoraggio*: descrizione dei programmi di monitoraggio aventi lo scopo di verificare che le valutazioni previsionali espresse nello Studio Ambientale Integrato circa gli impatti siano effettivamente rispettate.

La stima degli impatti, e dunque la definizione della loro significatività o meno, è stata eseguita rispetto alla qualità dell'ambiente nello stato attuale ed eventualmente a soglie di riferimento, considerando gli effetti indotti dalle azioni di piano sugli indicatori individuati come rappresentativi di ogni comparto ambientale. Ove possibile, mediante l'utilizzo di supporti modellistici e numerici, sono stati confrontati quantitativamente i livelli di qualità e criticità dell'ambiente sia in assenza delle opere (stato attuale o "opzione zero") che in presenza dei stesse.

Laddove le informazioni quantitative non erano disponibili, la stima è stata condotta mediante una descrizione qualitativa basata sugli elementi a disposizione e su parere esperto.

Nel caso della fase di realizzazione delle opere (fase di cantiere), inoltre, la stima della significatività è stata espressa considerando anche l'importanza delle lavorazioni previste e la loro intensità, e considerando che, solitamente, le alterazioni che si possono verificare in questa fase possono determinare un peggioramento della qualità ambientale limitatamente all'area di intervento e/o al paraggio, ed il cui effetto si esaurisce alla conclusione delle stesse o in un tempo successivo comunque breve (reversibilità).

Nel caso degli impatti generati dall'esercizio delle opere, invece, la stima della significatività è stata espressa secondo un approccio multicriterio che, oltre alla variazione della qualità ambientale, ha tenuto conto della tipologia di impatto, della durata dell'effetto indotto, della scala spaziale di influenza e dell'eventuale sensibilità della risorsa impattata, secondo le scale esplicitate nel seguito.

Si ritiene opportuno sottolineare che il metodo proposto, come qualunque altro metodo di stima o valutazione, è affetto da un certo grado di soggettività che riflette le opinioni di chi ha redatto lo Studio. Il grado di soggettività, comunque, è stato in parte temperato dallo

sforzo di rendere ripercorribile la stima e di rendere quanto più possibile chiaro il metodo seguito.

Il metodo prevede la definizione di cinque fattori relativi agli impatti identificati. Ad ogni fattore (esclusa la Qualità) viene attribuito un punteggio che contribuisce a determinare la rilevanza degli impatti.

Qualità dell'impatto: il fattore *Qualità* è privo di punteggio in quanto determina unicamente se l'effetto dell'alterazione comporti un peggioramento o meno della qualità ambientale preesistente .

- positivo: l'alterazione della componente determina un miglioramento delle caratteristiche ambientali;
- negativo: l'alterazione della componente determina un peggioramento delle caratteristiche ambientali.

Intensità dell'impatto: per questo fattore sono state definite 4 classi di giudizio che corrispondono a una scala di intensità crescente. Le scale d'intensità non sono univoche, ma specifiche per gli indicatori ambientali considerati per ogni componente ambientale. La scala può avere duplice valenza, relativa ed assoluta, per poter essere applicata sia in presenza di valori soglia (limiti di legge o standards riconosciuti internazionalmente) che in loro assenza.

- I0 - Trascurabile: effetti che producono una variazione non significativa, generalmente stimabile in un'alterazione inferiore al 5% del valore precedente e che non comporta un superamento/abbassamento dei limiti di legge quando esistenti;
- I1 - Basso: effetti che producono una perturbazione apprezzabile (>5%) ma limitata (<25%) rispetto al valore precedente. Nel caso esistano limiti di legge è classificata come bassa una perturbazione che non comporta un superamento/abbassamento dei limiti, a prescindere dalla variazione indotta sullo status quo ante;
- I2 - Medio: effetti che producono una perturbazione significativa (25-50%) rispetto alla condizione precedente e generalmente richiedono appropriate misure di mitigazione. In presenza di limiti di legge si considera di intensità media una alterazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge fino ad una soglia pari al 10%;

- I3 - Alto: effetti che producono un'alterazione profonda della componente (>50%); spesso non possono essere mitigati totalmente ma richiedono anche misure di compensazione, sia economiche che sociali. In presenza di limiti di legge si considera di intensità alta una alterazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge oltre la soglia del 10%

Tipo di impatto : per questo fattore sono state definite 3 classi di giudizio

- T1 - indiretto: l'alterazione della componente non è direttamente attribuibile alle previsioni di piano;
- T2 - diretto: l'alterazione della componente è direttamente attribuibile alle previsioni di piano;
- T3 – cumulativo e sinergico: l'alterazione della componente è attribuibile ad azioni sinergiche indotte sia dalle previsioni di piano che da forzanti esterne (altri progetti, piani o programmi).

Durata dell'impatto: il fattore *Durata* include anche il concetto di reversibilità o irreversibilità dell'impatto; per questo fattore sono state definite 4 classi di giudizio

- D1 - reversibile a breve termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce nell'ambito di una singola operazione di cantiere;
- D2 - reversibile a medio termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce entro la fase di costruzione;
- D3 - reversibile a lungo termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce oltre la fase di cantiere;
- D4 - irreversibile: l'effetto dell'impatto è permanente.

Estensione dell'impatto: per questo fattore sono state definite 4 classi di giudizio

- E1 – locale;
- E2 – comunale;
- E3 – sovracomunale;
- E4 – nazionale/transfrontaliera.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i punteggi attribuiti ad ogni fattore.

TABELLA 2-4– SINTESI DEI PUNTEGGI

Intensità		Tipo		Durata		Estensione	
I0	0	T1	1	D1	1	E1	1
I1	1	T2	2	D2	2	E2	2
I2	2	T3	3	D3	3	E3	3
I3	4			D4	4	E4	4

I punteggi concorrono al calcolo di un indice di *Valutazione dell'Impatto* (VI) tramite l'espressione:

$$VI = I \times (T+D+E)$$

I valori dell'indice sono stati articolati in cinque classi di impatto crescente, denominati *Giudizi Sintetici d'Impatto*. Ad ogni giudizio è stato associato un intervallo di punteggio corrispondente alla valutazione tecnica formulata qui di seguito:

Impatto assente/trascurabile: la variazione indotta dal piano è considerata di nessuna importanza. Questa condizione si verifica qualora l'intensità dell'impatto sia trascurabile (in questo caso Tipo, Durata e Estensione non sono rilevanti) o quando l'intensità è bassa, la durata è limitata e l'effetto è percepito prevalentemente in ambito locale;

Impatto significativo lieve: l'intensità è tale da non peggiorare significativamente la situazione esistente; gli impatti sono prevalentemente di tipo diretto oppure di tipo cumulativo ma la durata dell'effetto è generalmente limitata e reversibile

Impatto significativo moderato: quando l'intensità dell'impatto è bassa e l'impatto è cumulativo e a lunga durata, o quando l'intensità è media ma l'effetto non è permanente. Le variazioni negative possono o non possono richiedere misure di mitigazione, in funzione delle caratteristiche locali;

Impatto significativo forte: quando la variazione è positiva, produce un forte beneficio ambientale che può essere percepito anche nelle aree esterne all'area soggetta alla pianificazione, quando è invece negativo richiede generalmente l'adozione di misure di mitigazione. Questa condizione si verifica quando l'intensità è media ma l'impatto si estende su larga scala spaziale e temporale oppure quando l'intensità sia elevata ma l'effetto si esaurisce al termine dei lavori;

Impatto significativo molto forte: le variazioni negative non possono essere risolte o adeguatamente ridotte in conseguenza dell'adozione di misure di mitigazione e richiedono quindi ulteriori piani di compensazione, incluse soluzioni non tecniche; variazioni positive sono indicative di un forte miglioramento ambientale. Questa condizione è determinata quando l'intensità dell'impatto sia alta e l'effetto duri per un periodo di tempo prolungato e/o si estenda a livello nazionale.

Di conseguenza, è stata stabilita la seguente tabella di corrispondenza tra le Valutazioni Sintetiche e i punteggi ottenuti dalla combinazione dei singoli fattori.

TABELLA 2-5 - CLASSI DI GIUDIZIO SINTETICO D'IMPATTO

Giudizio Sintetico d'Impatto	Indice di Valutazione dell'Impatto
Assente/Trascurabile	0-5
Significativo Lieve	6-9
Significativo Moderato	10-13
Significativo Forte	14-25
Significativo Molto Forte	26-44

2.4.2. Individuazione degli impatti significativi in fase di cantiere

La fase di realizzazione delle opere (fase di cantiere) interessa tutta la fascia temporale compresa tra la data di consegna dei lavori (inizio della cantierizzazione) e quella in cui viene certificata l'ultimazione delle opere incluse rispettivamente nello scenario di breve e lungo periodo (vedi Paragrafo 2.2).

Nei Capitoli seguenti, per ogni componente ambientale e socioeconomica saranno identificati gli impatti potenziali attesi dalla fase di cantiere ed analizzati nel dettaglio solo gli effetti ritenuti rilevanti.

Gli impatti potenziali sono sinotticamente riassunti nelle seguenti matrici, le quali mettono in relazione le principali attività di cantiere riguardanti gli stadi di esecuzione delle opere di breve e lungo periodo (vedi Tabella 2-3) e gli effetti previsti su ciascuna delle componenti ambientali interessate dalle lavorazioni. Sono evidenziate con una crocetta solo le relazioni causa-effetto ritenute significative per lo svolgimento delle successive fasi di valutazione degli impatti.

TABELLA 2-6 - LISTA DI CONTROLLO DEGLI IMPATTI POTENZIALI NELLA FASE DI CANTIERE PER LO SCENARIO DI BREVE PERIODO

FASE CANTIERE STADI ESECUZIONE OPERE OPERE ATTIVITA' IMPATTI POTENZIALI		SCENARIO BREVE PERIODO																			
		1° Stadio										2° Stadio									
		[1] prolungamento del Molo VII [2] prolungamento del Molo V [3] prolungamento del Molo VI					[4] prolungamento del Molo Bersaglieri [5] banchinamento tra il Molo VI ed il Molo VII [6] dragaggio del canale industriale [7] dragaggio del canale di accesso al Terminal Ro-Ro di Noghère					[1] ampliamento delle banchine del canale industriale; [2] banchinamento parziale del terminal Ro-Ro di Noghère.									
		Approvvigionamento materiali e attrezzature nell'area di cantiere	Bonifica bellica del cantiere a mare	Bonifica Ambientale	Cantiere a mare	Realizzazione pali in c.a. (tranne [6] e [7])	Impalcato (tranne [6] e [7])	Impermeabilizzazione cassa mediante parete combinata (solo [5])	Pavimentazione, impianti e finiture (tranne [6] e [7])	Eventuale messa in sicurezza delle sponde esistenti (solo [6] e [7])	Dragaggio (solo [6] e [7])	Conferimento materiale dragato (solo [6] e [7])	Approvvigionamento materiali	Bonifica bellica del cantiere a mare	Bonifica Ambientale	Cantiere a mare	Impermeabilizzazione banchine esistenti	Realizzazione pali in c.a.	Impalcato	Palancolato di isolamento sul rinfanco (solo [2])	Pavimentazione, impianti e finiture
Aria	Emissioni da traffico veicolare indotto	X				X	X	X			X	X									
	Emissioni da traffico navale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Ambiente acustico	Variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico terrestre indotto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Variazioni della rumorosità ambientale dovute a emissioni acustiche da componenti e operazioni dei terminal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Suolo e sottosuolo	Gestione di materiale proveniente da attività di scavo																				
	Approvvigionamento di materiale da cava																				
	Variazione dello stato di qualità di suolo e sottosuolo											X									
Acque interne	Variazione dello stato di qualità delle acque sotterranee (falda superficiale)																				
	Variazione dell'assetto piezometrico rispetto alla condizioni attuali																				
	Variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale																				
	Variazione dello stato di qualità ecologico e della funzionalità fluviale.																				
Acque marine costiere	Alterazione dello stato chimico delle acque superficiali																				
	Variazione dello stato di qualità ambientale delle acque			X		X				X				X			X		X		
	Variazione dello stato di qualità per la balneazione																				
	Variazione dello stato di qualità dei fondali			X		X				X				X			X		X		
	Gestione dei fanghi			X		X				X				X			X		X		
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Variazione della torbidità, ovvero della concentrazione di solidi sospesi			X		X			X	X				X			X		X		
	Perdita di superficie/Frammentazione degli habitat																				
	Variazioni nella struttura e nella funzione degli habitat	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Variazioni del grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica		X	X	X	X					X			X	X	X		X		X	
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie marine		X	X	X	X					X			X	X	X		X		X	
	Rischio di collisioni cetofauna																				
	Variazioni dello stato della funzionalità ecosistemica dei fondali		X	X	X	X					X			X	X	X		X		X	
Paesaggio	Variazioni del rapporto superficie colonizzata / superficie disponibile per nuove colonizzazioni da parte di comunità biologiche di pregio			X		X								X			X				
	Interferenza delle attività di cantiere con il paesaggio circostante			X	X	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	
Aspetti socio-economici	Variazione dell'occupazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Variazione del valore aggiunto portuale relativo alle attività di cantiere	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Traffico ed infrastrutture di trasporto	Variazione del traffico stradale	X										X	X								
	Variazione del traffico ferroviario	X										X	X								

TABELLA 2-7 - LISTA DI CONTROLLO DEGLI IMPATTI SIGNIFICATIVI NELLA FASE DI CANTIERE PER LO SCENARIO DI LUNGO PERIODO (STADIO 1 E 2)

FASE CANTIERE STADI ESECUZIONE OPERE OPERE ATTIVITA' IMPATTI POTENZIALI		SCENARIO LUNGO PERIODO																					
		1° Stadio										2° Stadio											
		[1] banchinamento tra il Molo V ed il Molo VI; [2] completamento del Molo VII [3] demolizione del pontile Silone;					[4] realizzazione del Centro Operativo Servizi; [5] ampliamento dell'Arsenale S. Marco; [6] realizzazione di Porto Lido; [7] sistemazione di Darsena Sant'Andrea; [8] risistemazione della SP.14.					[1] completamento del banchinamento del Terminal Ro-Ro Noghere;						[2] viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT del Terminal Ro-Ro Noghere; [3] viabilità di collegamento con la Lacotisce-Rabuiese del Terminal Ro-Ro Noghere					
		Approvvigionamento materiali	Bonifica bellica cantiere a mare	Bonifica Ambientale	Cantiere a mare	Realizzazione pali in c.a.	Impalcato banchina a globo	Impermeabilizzazione cassa mediante parete combinata (solo [1])	Pavimentazione, impianti e finiture.	Demolizione pontile e conferimento a discarica (solo [3])	Approvvigionamento materiali	Bonifica bellica area di cantiere (a terra e a mare)	Bonifica Ambientale	Cantiere (a terra e a mare)	Realizzazione pali in c.a. (solo [1])	Impalcato banchina a globo (solo [1])	Palancolato di impermeabilizzazione lato mare (solo [1])	Sistema palo-palancolato di sostegno del rilancio lato terra (solo [1])	Diapirama plastico (solo [1])	Trincea drenante (solo [1])	Pavimentazione, impianti e finiture	Scavi, spianamenti, demolizioni e bonifica del sottofondo stradale (solo [2] e [3])	Sovrastruttura stradale (solo [2] e [3])
Aria	Emissioni da traffico veicolare indotto	X						X	X	X	X			X			X	X	X	X	X	X	X
	Emissioni da traffico navale	X	X	X	X	X	X	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ambiente acustico	Variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico terrestre indotto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni della rumorosità ambientale dovute a emissioni acustiche da componenti e operazioni dei terminal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suolo e sottosuolo	Gestione di materiale proveniente da attività i scavo																	X	X		X		
	Approvvigionamento di materiale da cava												X					X	X		X		
Acque interne	Variazione dello stato di qualità di suolo e sottosuolo																	X	X		X		
	Variazione dello stato di qualità delle acque sotterranee (falda superficiale)																	X	X				
	Variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale																						
	Variazione dell'assetto piezometrico rispetto alla condizioni attuali																	X	X				
	Variazione dello stato di qualità ecologico e della funzionalità fluviale.																						
Acque marino costiere	Alterazione dello stato chimico delle acque superficiali																						
	Variazione dello stato di qualità ambientale delle acque				X	X							X			X	X						
	Variazione dello stato di qualità per la balneazione																						
	Gestione dei fanghi				X	X							X			X	X						
	Variazione dello stato di qualità dei fondali				X	X							X			X	X						
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Variazione della torbidità, ovvero della concentrazione di solidi sospesi				X	X							X			X	X						
	Perdita di superficie/Frammentazione degli habitat																				X	X	X
	Variazioni nella struttura e nella funzione degli habitat		X					X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica				X	X							X			X	X						
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie marine				X	X							X			X	X						
	Rischio di collisioni cetofauna																						
	Variazioni dello stato della funzionalità ecosistemica dei fondali				X	X							X			X	X						
Paesaggio	Variazioni del rapporto superficie colonizzata / superficie disponibile per nuove colonizzazioni da parte di comunità biologiche di pregio				X	X						X			X								
	Interferenza delle attività di cantiere con il paesaggio circostante				X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X		X		X	
Aspetti socio-economici	Variazione dell'occupazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione del valore aggiunto portuale relativo alle attività di cantiere	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traffico ed infrastrutture di trasporto	Variazione del traffico stradale	X								X	X		X								X	X	
	Variazione del traffico ferroviario	X											X										

TABELLA 2-8 - LISTA DI CONTROLLO DEGLI IMPATTI SIGNIFICATIVI NELLA FASE DI CANTIERE PER LO SCENARIO DI LUNGO PERIODO (STADIO 3)

FASE CANTIERE ► STADI ESECUZIONE OPERE ► OPERE ► ATTIVITA' ► IMPATTI POTENZIALI ▼		SCENARIO DI LUNGO PERIODO									
		3° Stadio									
		[1] realizzazione del Molo VIII; [2] viabilità di collegamento con lo svincolo di Via Caboto sulla GVT del Molo VIII.									
		Approvvigionamento materiali e attrezzature nell'area di cantiere	Bonifica bellica area di cantiere (a terra e a mare)	Bonifica Ambientale	Cantiere (a mare e a terra)	Realizzazione pali in c.a. (solo [1])	Impalcato	Pavimentazione, impianti e finiture (solo [1])	Scavi, spianamenti, demolizioni e bonifica del sottofondo stradale (solo [2])	Scavo per galleria (solo [2])	Opere a verde (solo [2])
Aria	Emissioni da traffico veicolare indotto	X			X		X				
	Emissioni da traffico navale	X	X	X	X	X	X				
Ambiente acustico	Variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico terrestre indotto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni della rumorosità ambientale dovute a emissioni acustiche da componenti e operazioni dei terminal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suolo e sottosuolo	Gestione di materiale proveniente da attività i scavo									X	
	Approvvigionamento di materiale da cava										
	Variazione dello stato di qualità di suolo e sottosuolo	X			X				X	X	
	Variazione dello stato di qualità delle acque sotterranee (falda superficiale)								X	X	
Acque interne	Variazione dell'assetto piezometrico rispetto alle condizioni attuali								X	X	
	Variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale								X	X	
	Variazione dello stato di qualità ecologico e della funzionalità fluviale.										
	Alterazione dello stato chimico delle acque superficiali										
Acque marino costiere	Variazione dello stato di qualità ambientale delle acque			X		X					
	Variazione dello stato di qualità per la balneazione										
	Variazione dello stato di qualità dei fondali			X		X					
	Gestione dei fanghi			X		X					
	Variazione della torbidità, ovvero della concentrazione di solidi sospesi			X		X					
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Perdita di superficie/Frammentazione degli habitat								X	X	X
	Variazioni nella struttura e nella funzione degli habitat	X			X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica		X	X		X					
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie marine		X	X		X					
	Rischio di collisioni cetofauna										
	Variazioni dello stato della funzionalità ecosistemica dei fondali		X	X		X					
Paesaggio	Variazioni del rapporto superficie colonizzata / superficie disponibile per nuove colonizzazioni da parte di comunità biologiche di pregio			X		X					
	Interferenza delle attività di cantiere con il paesaggio circostante			X	X	X	X	X			
Aspetti socio-economici	Variazione dell'occupazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione del valore aggiunto portuale relativo alle attività di cantiere	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traffico ed infrastrutture di trasporto	Variazione del traffico stradale	X							X	X	X
	Variazione del traffico ferroviario	X									

2.4.3. Individuazione degli impatti significativi nella fase di esercizio

Come descritto nel Paragrafo 2.1, la fase operativa prevede due scenari di riferimento per la realizzazione del complesso delle opere, i quali saranno considerati come due distinte condizioni di “esercizio” nella valutazione degli effetti delle azioni di Piano. Lo scenario di breve periodo corrisponde alle opere che consentono di rispondere ad esigenze di immediata utilità e priorità, mentre lo scenario di lungo periodo comprende le opere che costituiscono il completamento dell’assetto di Piano, ovvero la configurazione di massima estensione, da giungere per fasi successive temporali e fisiche.

Nei Capitoli seguenti, per ogni componente ambientale e socioeconomica saranno identificati gli impatti potenziali attesi dalla fase di esercizio ed analizzati nel dettaglio solo gli effetti ritenuti rilevanti.

Gli impatti potenziali sono sinotticamente riassunti nella Tabella 2-9, la quale mette in relazione la presenza nel territorio delle opere previste nel breve e lungo periodo e gli effetti previsti dal loro esercizio su ciascuna delle componenti ambientali. Sono evidenziate con una crocetta solo le relazioni causa-effetto ritenute significative per lo svolgimento delle successive fasi di valutazione degli impatti.

TABELLA 2-9 - LISTA DI CONTROLLO DEGLI IMPATTI SIGNIFICATIVI NELLA FASE DI ESERCIZIO PER LO SCENARIO DI BREVE E LUNGO PERIODO

FASE ESERCIZIO		SCENARIO BREVE PERIODO										SCENARIO LUNGO PERIODO									
		OPERE	Impatto 1	Impatto 2	Impatto 3	Impatto 4	Impatto 5	Impatto 6	Impatto 7	Impatto 8	Impatto 9	Impatto 10	Impatto 11	Impatto 12	Impatto 13	Impatto 14	Impatto 15	Impatto 16	Impatto 17	Impatto 18	Impatto 19
IMPATTI POTENZIALI		Impatto 1	Impatto 2	Impatto 3	Impatto 4	Impatto 5	Impatto 6	Impatto 7	Impatto 8	Impatto 9	Impatto 10	Impatto 11	Impatto 12	Impatto 13	Impatto 14	Impatto 15	Impatto 16	Impatto 17	Impatto 18	Impatto 19	Impatto 20
Atia	Emissioni da traffico veicolare indotto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Emissioni da traffico navale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ambiente acustico	Variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico terrestre indotto	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni della rumorosità ambientale dovute alle emissioni acustiche da traffico marittimo	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni della rumorosità ambientale dovute a emissioni acustiche da componenti e operazioni dei terminal	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Suolo e sottosuolo	Modificazione dell'uso del territorio per adattarlo alle nuove destinazione d'uso delle aree portuali																				
	Rischio di fenomeni di cedimento o dissesto dei terreni																				
	Variazione dello stato di qualità di suolo e sottosuolo									X	X								X		
	Evoluzione della morfologia costiera																				
Acque interne	Variazione dello stato di qualità delle acque sotterranee (falda superficiale)									X	X								X		
	Variazione dell'assetto piezometrico rispetto alle condizioni attuali																		X		X
	Variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale																				
	Alterazione dello stato chimico delle acque superficiali																				
Acque marino costiere	Variazione del tempo di ricambio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione nella distribuzione della velocità di corrente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione della distribuzione dell'ossigeno disciolto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione dello stato di qualità dei fondali	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione della torbidità, ovvero della concentrazione di solidi sospesi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi	Perdita di superficie/Frammentazione degli habitat													X	X	X	X		X	X	X
	Variazioni nella struttura e nella funzione degli habitat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazioni del grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	Variazioni del grado di perturbazione alle specie marine	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	Rischio di collisioni cetofauna	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
	Variazioni dello stato della funzionalità ecosistemica dei fondali	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Paesaggio	Interferenza delle opere con il paesaggio circostante	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Effetti delle opere in relazione alla percezione che ne hanno i "fruitori"	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aspetti socio-economici	Variazione dell'occupazione		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione del valore aggiunto portuale relativo alle attività di impresa operanti nel sistema portuale		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traffico ed infrastrutture di trasporto	Variazione delle esternalità negative del traffico stradale per la maggiore quota di traffico inoltrato a mezzo del vettore ferroviario	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variazione del traffico stradale	X	X	X	X	X					X	X						X	X	X	X
	Variazione del traffico ferroviario	X	X	X	X	X					X	X					X	X	X	X	X

2.4.4. Individuazione degli indicatori ambientali

Il termine indicatore identifica, nella sua accezione generale, uno strumento in grado di fornire informazioni in forma sintetica di un fenomeno complesso, che non è immediatamente percettibile.

L'indicatore, dunque, consente da un lato di quantificare l'informazione, in modo tale che il suo significato sia maggiormente comprensibile ed evidente, e dall'altro di semplificare la stessa informazione, favorendo in tal modo la comunicazione ed il confronto.

L'utilizzo degli indicatori nell'ambito delle analisi di tipo ambientale, a supporto anche di processi decisionali/politici (es.: Agenda 21), è particolarmente rilevante per fotografare le condizioni attuali del sistema in studio, per formulare le previsioni di impatto indotto dalla realizzazione di un'opera e/o dalla attuazione delle azioni di un Piano o di un Programma, e per verificare la bontà di tali previsioni e lo stato verso il quale sta evolvendo il sistema (miglioramento, peggioramento, stazionarietà, ecc.) mediante adeguate attività di monitoraggio.

Gli indicatori applicati per la valutazione degli impatti in fase di cantiere e di esercizio sono riassunti nella seguente Tabella 2-10 e dettagliatamente descritti nei Capitoli relativi ad ogni matrice. Incrociando le fasi lavorative e le azioni/opere di piano con gli impatti potenziali (rif. Tabella 2-6, Tabella 2-7, Tabella 2-8 e Tabella 2-9) è stato possibile selezionare le relazioni significative e quindi individuare gli indicatori idonei per la stima degli impatti indotti dalla attuazione del Piano e per la valutazione dell'efficacia delle eventuali misure di mitigazione e compensazione.

TABELLA 2-10 – LISTA DEGLI INDICATORI AMBIENTALI APPLICATI PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI IN FASE DI CANTIERE E DI ESERCIZIO.

Componente ambientale	Indicatori ambientali
<i>Atmosfera</i>	Biossidi di Azoto (NO ₂)
	Particolato sottile (PM ₁₀)
	Biossidi di Zolfo (SO ₂)
<i>Suolo e sottosuolo</i>	Contaminazione dei suoli
	Percentuale di recupero del materiale di scavo
<i>Ambiente idrico - Acque interne</i>	Acque sotterranee: contaminazione delle acque di falda
	Acque sotterranee: livelli falda
<i>Ambiente idrico - Acque marino costiere</i>	Idrodinamica costiera: tempo di ricambio
	Idrodinamica costiera: distribuzione delle velocità della corrente
	Acque marino costiere: ossigeno disciolto
	Acque marino costiere: stato di qualità ambientale
	Acque marino costiere: torbidità (concentrazione di solidi sospesi)
	Sedimenti marini: contaminazione dei sedimenti
	Sedimenti marini: percentuale di recupero fanghi
<i>Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi</i>	Ambiente terrestre: Superficie/Frammentazione degli habitat
	Ambiente terrestre: Struttura e funzione degli habitat
	Ambiente terrestre: Grado di perturbazione delle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale
	Ambiente marino costiero: Grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica
	Ambiente marino costiero: Grado di perturbazione alle specie marine
	Ambiente marino costiero: Rischio di collisioni cetofauna
	Ambiente marino costiero: Stato della funzionalità ecosistemica dei fondali
	Ambiente marino costiero: Rapporto superficie colonizzata/superficie disponibile per nuove colonizzazioni da parte di comunità biologiche di pregio
<i>Paesaggio</i>	Intrusione ottica
<i>Rumore</i>	Livello equivalente ponderato A in dB(A) (LAeqTR)
<i>Aspetti socioeconomici</i>	Aspetti occupazionali: occupazione diretta
	Aspetti occupazionali: occupazione
	Aspetti produttivi: valore aggiunto
	Aspetti produttivi: benefici esterni
<i>Traffico ed infrastrutture di trasporto</i>	Traffico ferroviario: capacità della linea
	Traffico stradale: grado saturazione
<i>Rifiuti prodotti in ambito portuale</i>	Rifiuti da raccolta differenziata (t/anno) / Totale dei rifiuti prodotti (t/anno)

2.4.5. Definizione delle scale di intensità per ogni componente ambientale

Come si può desumere dal Paragrafo 2.4.1, la definizione delle scale di intensità degli impatti assumono un ruolo determinante nella formulazione del giudizio complessivo sulla gravità o meno delle perturbazioni indotte dal Piano, per questo motivo è opportuno esplicitare per gli indicatori citati per ciascuna componente (Tabella 2-10) quale siano i criteri con cui vengono attribuiti i diversi livelli di intensità.

Atmosfera

Per questa componente sono stati identificati due indicatori relativi alla qualità: la concentrazione di *biossido di Azoto (NO₂)* e di *Zolfo (SO₂)* e *particolato sottile (PM10)*.

Per tutti gli indicatori le scale sono state così definite:

- I0: effetti che non incidono, o incidono in modo superficiale, sullo stato della qualità dell'aria; sono variazioni trascurabili, dell'ordine del 5% rispetto al valore dello stato ante operam dell'indicatore. Tali effetti non vengono presi in considerazione per eventuali mitigazioni;
- I1: effetti che sono di bassa importanza; sono variazioni dell'ordine del 20% rispetto al valore dello stato ante operam dell'indicatore. Tali effetti non creano alterazioni nel processo decisionale e spesso non richiedono mitigazione;
- I2: effetti che generano una variazione entro il 50% rispetto al valore dello stato ante operam dell'indicatore. Tali effetti, vista la loro intensità, risultano irreversibili e comunque non mitigabili, oppure risolvibili con specifiche opere di compensazione.
- I3: effetti che generano una variazione del 100% rispetto al valore dello stato ante operam dell'indicatore e che comportano il superamento dei valori limite previsti dalla legge.

Suolo e sottosuolo

Per questa sono stati individuati gli indicatori: *contaminazione dei suoli* e *percentuale di recupero del materiale da scavo*.

Le scale sono state così definite:

Contaminazione dei suoli

- I0: variazione inferiore al 5% rispetto al valore presente, che non comporta il superamento/abbassamento del limite di legge previsto per la specifica destinazione d'uso;

- I1: variazione superiore al 5% rispetto al valore presente, che non comporta il superamento/abbassamento del limite di legge per la specifica destinazione d'uso;
- I2: variazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge per aree industriali/commerciali (limite "B");
- I3: variazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge per aree residenziali (limite "A").

I limiti di legge si riferiscono ai valori di CSC di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 alla Parte IV-Titolo del D.Lgs. 152/2006

Percentuale di recupero del materiale da scavo

- I0: inferiore al 10% del volume totale;
- I1: compresa fra il 10% ed il 30% del volume totale;
- I2: compresa fra il 30% ed il 60 % del volume totale;
- I3: superiore al 60 % del volume totale.

Ambiente acque interne

Per questa componente sono stati individuati per le acque sotterranee gli indicatori: *contaminazione delle acque sotterranee (qualità delle acque di falda) e livelli di falda.*

Le scale sono state così definite:

Contaminazione delle acque sotterranee

- I0: variazione inferiore al 5% rispetto al valore attuale, che non comporta il superamento/abbassamento del limite di legge;
- I1: variazione superiore al 5% rispetto al valore attuale, che non comporta il superamento/abbassamento del limite di legge;
- I2: variazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge per un valore non superiore al 10%;
- I3: variazione che comporta il superamento/abbassamento del limite di legge per un valore superiore al 10%.

I limiti di legge si riferiscono ai valori di CSC di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 alla Parte IV-Titolo del D.Lgs. 152/2006

Livelli di falda

- I0: effetti che producono una variazione rispetto al valore medio stagionale di ± 25 cm;

- I1: effetti che producono una perturbazione rispetto al valore medio stagionale compresi tra ± 25 e 50 cm ;
- I2: effetti che producono una perturbazione rispetto al valore medio stagionale compresi tra ± 50 e 100 cm;
- I3: effetti che producono una perturbazione rispetto al valore medio stagionale superiore ± 100 cm.

Ambiente marino costiere

Per questa componente sono stati individuati diversi indicatori per i quali sono stati definite scale di intensità diverse.

Idrodinamica costiera: *Tempo di ricambio, distribuzione delle velocità della corrente.*

- I0: variazione inferiore al 10% rispetto alla condizione ante opera;
- I1: variazione compresa fra il 10% ed il 30% rispetto alla condizione ante opera;
- I2: variazione compresa fra il 30% ed il 60 % rispetto alla condizione ante opera;
- I3: variazione superiore al 60 % rispetto alla condizione ante opera.

Acque marino costiere: *concentrazione di ossigeno disciolto.*

- I0: variazione della concentrazione di ossigeno disciolto del 10% rispetto alla situazione ante operam;
- I1: variazione della concentrazione di ossigeno disciolto compresa fra 10 e 30% rispetto alla situazione ante operam ;
- I2: variazione della concentrazione di ossigeno disciolto compresa fra 30 e 50% rispetto alla situazione ante operam;
- I3: variazione della concentrazione di ossigeno disciolto del 50 % rispetto alla situazione ante operam.

Acque marino costiere: *concentrazione di solidi sospesi.*

Il livello di torbidità delle acque marine costituisce uno dei fattori ambientali in grado di regolare e/o modificare la dinamica e lo sviluppo delle comunità bentoniche vegetali ed animali. È ben noto, infatti, che il metabolismo ed i processi di fotosintesi degli organismi bentonici sono strettamente legati alla capacità di penetrazione della luce nel corpo acquoso e quindi, al livello di torbidità delle acque.

Per quanto riguarda l'impatto delle operazioni di dragaggio sui livelli di torbidità delle acque marine si fa presente che la valutazione dell'intensità dell'impatto è strettamente legata agli effetti potenziali causati dall'incremento della torbidità sui target ambientali sensibili e di particolare pregio ambientale (ad esempio le comunità bentoniche o le praterie di

fanerogame, etc..). Inoltre, la non disponibilità di dati sui livelli concentrazione e di torbidità delle acque nella Baia di Muggia, non consente la definizione di una funzione in grado di correlare i livelli di concentrazione di solidi in sospensione e con i livelli di torbidità.

Il grado di torbidità delle acque marine, infatti, è un parametro fortemente dipendente dalle condizioni locali del sito in esame ed è strettamente legato a molteplici fattori quali la concentrazione di solidi in sospensione, dalla presenza in sospensione di composti organici, alghe e organismi microscopici e dai parametri trofici del sistema.

Nel caso in esame, tuttavia, è ragionevole assumere che, considerato il modesto aumento dei livelli di concentrazione dei solidi in sospensione (nell'ordine di qualche ug/l, vedi analisi degli impatti nel Paragrafo 7.3.2), la ridotta estensione spaziale del plume di torbidità attorno al punto di rilascio ed il carattere temporaneo del fenomeno (limitato a poche ore durante le operazioni di dragaggio) la variazione di torbidità indotta dall'incremento di solidi in sospensione non rappresenti un fattore limitante nella dinamica dei processi metabolici.

Si sottolinea inoltre, che l'area interessata da un potenziale aumento dei livelli di torbidità è comunque confinata all'interno del Bacino portuale della baia di Muggia, mentre nessuna variazione percettibile dei livelli di concentrazione dei solidi in sospensione è calcolata oltre una distanza di qualche centinaio di metri dal punto di rilascio. In livelli di torbidità delle acque nelle aree marine di particolare pregio ed interesse ambientale localizzate all'esterno della baia di Muggia non risultano quindi influenzate dalle attività di dragaggio.

Sulla base di queste considerazioni è possibile quindi affermare che l'impatto delle attività di dragaggio, e del conseguente sollevamento di solidi in sospensione, sulla torbidità delle acque marine è da considerarsi nullo o del tutto trascurabile.

Qualità delle acque marino costiere: *stato di qualità ambientale*

- I0: effetti che non producono una variazione rispetto della classe di qualità attuale;
- I1: effetti che producono una variazione di classe di qualità rispetto allo stato attuale;
- I2: effetti che producono una variazione di 2 classi di qualità rispetto allo stato attuale;
- I3: effetti che producono una variazione di 3 o più classi di qualità rispetto allo stato attuale.

Le classi di qualità ambientale si riferiscono al DM 260/2010.

Sedimenti marini: *Contaminazione dei sedimenti.*

Lo stato di qualità dei sedimenti è determinato tramite opportune caratterizzazioni, i cui risultati analitici devono essere confrontati con:

- i valori di intervento per i sedimenti marini di aree contraddistinte da forti alterazioni causate da attività antropiche attuali e pregresse nel Sito di Interesse Nazionale di Trieste, determinati da ISPRA (già ICRAM), con documento approvato in sede di Conferenza dei Servizi “decisoria” del 7 Settembre 2006.
- i valori di concentrazione limite della Tabella 1, Colonna B, riportata in Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- i valori limite per la classificazione dei “pericolosi” riportati nell’Allegato D alla Parte IV (Titolo I e II) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Tali limiti discriminano il riutilizzo dei materiali di dragaggio (ad es. per il conferimento in una vasca di colmata), vale a dire sono adoperati per determinare l’idoneità dei sedimenti a rimanere in loco, ad essere adoperati per riempimenti o colmate, o la necessità di disporne lo smaltimento in discarica per pericolosi.

Ai fini della valutazione degli impatti, verrà quindi adoperato l’indicatore “contaminazione dei sedimenti marini”, la cui intensità è determinata dalla variazione di classe di contaminazione negli intervalli di seguito riportati in modo schematico:

←————— EFFETTO POSITIVO —————→			
1 ^a classe	2 ^a classe	3 ^a classe	4 ^a classe
<i>Concentrazioni</i> < Valori di intervento ISPRA	Valori di intervento ISPRA < <i>Concentrazioni</i> < Tab. 1, Col. B - D.Lgs 152/06	Tab. 1, Col. B - D.Lgs 152/06 < <i>Concentrazioni</i> < Allegato D D.Lgs 152/06	<i>Concentrazioni</i> > Allegato D D.Lgs 152/06
←————— EFFETTO NEGATIVO —————→			

Di conseguenza, come riportato nel Paragrafo 2.4.4, l’intensità I0 corrisponderà ad una variazione non significativa, tale da non determinare un passaggio di classe; valori di intensità tra I1 e I3 corrisponderanno ad un passaggio di 1, 2 o 3 classi rispetto alla situazione ante operam.

- I0: variazione inferiore al 5% rispetto al valore presente, che non comporta il superamento/abbassamento dei valori di intervento ISPRA;
- I1: variazione superiore al 5% rispetto al valore presente, che comporta il superamento/abbassamento dei valori di intervento ISPRA;

- I2: variazione che comporta il superamento/abbassamento dei valori di concentrazione limite della Tabella 1, Colonna B, riportata in Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- I3: variazione che comporta il superamento/abbassamento dei valori limite per la classificazione dei “pericolosi” riportati nell’Allegato D alla Parte IV (Titolo I e II) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

Sedimenti marini: *Percentuale di recupero dei fanghi*

- I0: inferiore al 10% del volume totale;
- I1: compresa fra il 10% ed il 30% del volume totale;
- I2: compresa fra il 30% ed il 60 % del volume totale;
- I3: superiore al 60 % del volume totale.

Vegetazione flora fauna ecosistemi

Per questa componente sono stati individuati diversi indicatori a seconda dell’ambiente terrestre e marino costiero, per i quali sono stati definite scale di intensità diverse.

Ambiente terrestre: *Superficie/Frammentazione degli habitat*

- I0: assenza di perdite di superficie e/o di effetti rilevabili a carico della struttura delle comunità vegetali di riferimento per gli habitat presenti all’interno dell’area di studio;
- I1: presenza di perdite di superficie e/o di effetti a carico del grado di frammentazione che producono perturbazioni rilevabili ma con magnitudo tali da interessare la sola struttura delle comunità vegetali di riferimento per gli habitat e non le loro funzioni intrinseche ed estrinseche, senza interessamento di habitat e specie di interesse comunitario (dir. 43/92/EU) o aree di particolare valore ambientale;
- I2: presenza di perdite di superficie e/o di effetti a carico del grado di frammentazione che producono perturbazioni significative a carico della struttura e della funzione delle comunità vegetali di riferimento per gli habitat, con possibile interessamento di habitat di interesse comunitario (dir. 43/92/EU) o aree di particolare valore ambientale;
- I3: presenza di effetti che generano alterazioni significative e profonde a carico della struttura e della funzione di riferimento per gli habitat e/o le aree di particolare interesse ambientale.

Ambiente terrestre: *Struttura e funzione degli habitat*

- I0: assenza di qualsiasi effetto rilevabile a carico delle struttura delle comunità vegetali nel loro complesso e/o a carico dei singoli taxa che le costituiscono;

- I1: presenza di effetti che producono perturbazioni rilevabili ma con magnitudo inferiori alle soglie di risentimento secondo normativa o letteratura scientifica, senza interessamento di habitat e specie di interesse comunitario (dir. 43/92/EU) o aree di particolare valore ambientale;
- I2: presenza di effetti che producono perturbazioni con magnitudo significativa a carico delle comunità vegetali e/o dei singoli taxa costituenti, con possibile interessamento di habitat di interesse comunitario (dir. 43/92/EU) o aree di particolare valore ambientale;
- I3: presenza di effetti che generano alterazioni significative e profonde a carico della struttura e della funzione delle comunità vegetali nel loro complesso.

Ambiente terrestre: Grado di perturbazione delle specie faunistiche di rilevante interesse ambientale

- I0: assenza di qualsiasi variazione nella presenza e/o abbondanza delle specie presenti nell'area considerata;
- I1: variazione temporanea nella presenza e/o abbondanza delle specie presenti nell'area considerata;
- I2: variazione permanente nella presenza e/o abbondanza di alcune delle specie presenti nell'area considerata;
- I3: variazione permanente nella presenza e/o abbondanza di gran parte o tutte le specie presenti nell'area considerata.

Ambiente marino costiero: Grado di perturbazione dello zoobenthos e della vegetazione acquatica

- I0: effetti del tutto ristretti all'intorno del punto di emissione della torbida, con effetti di interessamento nella colonna e/o di deposizione al fondo nulli o trascurabili;
- I1: effetti che producono una perturbazione apprezzabile, ma sotto la soglia di risentimento da parte delle comunità acquatiche secondo normativa o letteratura scientifica, senza interessamento di siti di pregio o aree di particolare sensibilità ambientale;
- I2: effetti che producono una perturbazione significativa rispetto alla condizione precedente, che può estendersi anche verso siti di pregio od aree di particolare sensibilità ambientale, con risentimento da parte delle comunità acquatiche secondo normativa o letteratura scientifica;
- I3: effetti che producono un'alterazione profonda, sul piano spaziale e del risentimento biologico.

Ambiente marino costiero: Grado di perturbazione alle specie marine

- I0: effetti che producono una variazione trascurabile o nulla in fatto di rumore o vibrazioni prodotte all'interno del contesto del disturbo di fondo nell'area di analisi;
- I1: effetti che producono una perturbazione apprezzabile, ma in un contesto ambientale caratterizzato da uno scarso pregio delle comunità biotiche che al contempo hanno la possibilità di allontanarsi dai siti di disturbo e trovare aree di protezione ed alimentazione alternative;
- I2: effetti che producono una perturbazione significativa, che giunge ad interessare aree e specie target di pregio;
- I3: effetti che producono un'alterazione ed un disturbo profondo.

Ambiente marino costiero: Rischio di collisioni cetofauna

- I0: effetti che producono disturbi nei confronti dei target interessati nulli o trascurabili per le modeste variazioni del traffico rispetto allo scenario di fatto o per la sostanziale assenza di fauna potenzialmente interessata;
- I1: effetti che producono una perturbazione apprezzabile in conseguenza di uno scenario di progetto caratterizzato da incremento di traffico - o di analoghe interferenze – fino al 30 % rispetto allo stato di fatto e dalla presenza di occasionali target sensibili;
- I2: effetti che producono una perturbazione significativa, per incremento di traffico e per presenza di una fauna caratterizzata da presenza ed abbondanza significative;
- I3: effetti che producono un'alterazione profonda nei confronti delle specie target

Ambiente marino costiero: Stato della funzionalità ecosistemica dei fondali

- I0: nessuna sostanziale variazione alle specie native e degli habitat anche in presenza di specie aliene. Le abbondanze delle specie native rimangono invariate; le comunità tipiche rimangono presenti e l'ecosistema è funzionale;
- I1: variazioni delle abbondanze delle specie native ma non loro estinzione. Le presenze ed abbondanze delle specie dominanti e quelle tipiche rimangono invariate; lieve alterazione dell'habitat senza variazioni delle sue dimensioni e lieve perdita di funzionalità nell'ecosistema.
- I2: significative variazioni alle specie native con scomparsa, riduzione di abbondanza e areale. Sensibile riduzione delle specie tipiche e dominanti; moderata alterazione e riduzione spaziale dell'habitat con riduzione di funzionalità ecosistemica.
- I3: specie aliene dominanti; specie chiavi native molto compromesse o scomparse; forte perdita degli habitat di maggior pregio e di funzionalità dell'ecosistema; variazioni dei gruppi funzionali e della rete trofica.

Ambiente marino costiero: Rapporto superficie colonizzata/superficie disponibile per nuove colonizzazioni da parte di comunità biologiche di pregio

- I0: Variazioni rispetto allo stato di fatto in relazione alla scarsità di nuovi habitat o alla loro limitata predisposizione – per quota, orientamento, esposizione – all’insediamento di organismi incrostanti;
- I1: Variazioni apprezzabile rispetto allo stato di fatto, per l’estensione di nuovi habitat, la predisposizione di questi all’insediamento biologico, unitamente all’esistenza di fattori trofici nell’area in esame in grado di caratterizzare il livello dell’insediamento;
- I2: Variazioni significativa ed importante rispetto alla condizione precedente, per estensione e caratteristiche dei nuovi substrati colonizzabili e per le caratteristiche trofiche dell’area;
- I3: Variazioni profonde.

Paesaggio

Come definito dalla Convenzione Europea, il paesaggio è: “una determinata porzione di territorio, così come viene percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall’azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni”.

Il paesaggio, rispetto alle altre componenti analizzate, proprio per le sue peculiarità astratte, generalmente non può essere spiegato secondo i canoni classici scientifici e dunque ricondotto a quantità definite. Il motivo principale di tale difficoltà è dovuto all’impossibilità di “spiegare” il paesaggio, ovvero ridurlo in termini tali da prestarsi a ragionamenti meramente analitici.

Si è, comunque, tentato di renderlo interpretabile in modo analitico attraverso l’utilizzo dell’analisi percettiva e la scelta dell’indicatore “*intrusione ottica*”, al fine di rendere valutabile in modo oggettivo l’impatto delle nuove opere di Piano sulla componente.

Per quanto riguarda l’intensità, è in relazione all’indicatore scelto, è stato applicato il seguente criterio:

- I0 (Trascurabile/Nulla): effetti che non intaccano o intaccano in modo superficiale le porzioni di visuale considerate, tali da non alterare la percezione originaria dei luoghi. Il livello di ostruzione visiva è lo sfondo. Tali effetti non vengono presi in considerazione per eventuali mitigazioni;
- I1 (Basso/Medio): effetti che sono di bassa importanza che generano alterazioni non sostanziali nel paesaggio o che, dati i punti di visuale dai quali sono percepibili le alterazioni, non generano un senso di mutamento percettivo nell’occhio dell’osservatore.

Il livello di ostruzione visiva è il secondo piano. Tali effetti non creano alterazioni nel processo decisionale e spesso non richiedono mitigazione;

- I2 (Alto): effetti che generano una distonia percettiva dei caratteri originari del paesaggio. Tali alterazioni possono essere dovute ad opere di particolare impatto visivo o che, dati i punti di visuale ravvicinati dai quali sono percepibili, occupano una porzione importante dello spettro visivo. Il livello di ostruzione visiva è il primo piano. Tali effetti, vista la loro intensità, risultano irreversibili e comunque non mitigabili, oppure risolvibili solo previa opere specifiche di compensazione.
- I3 – Elevato: effetti visuali che creano disorientamento nell'osservatore, irreversibili.

Rumore

Per questa componente è stato identificato l'indicatore *LAeqTR* (*livello equivalente ponderato A in dB(A)*) relativo al tempo di riferimento diurno, ovvero nella fascia temporale 06:00 – 22:00, unico periodo in cui si ha operatività portuale.

Per tale indicatore la scala di intensità è così definita:

- I0: variazione inferiore a 3 dB(A) rispetto al valore presente, che non comporta il superamento del limite di legge;
- I1: variazione superiore a 3 dB(A) rispetto al valore presente, che non comporta il superamento del limite di legge;
- I2: variazione che comporta il superamento del limite di legge per un valore non superiore 3 dB(A);
- I3: variazione che comporta il superamento del limite di legge per un valore superiore a 3 dB(A).

Per superamento del limite di legge si fa riferimento alla normativa vigente, che si differenzia in funzione del tipo di sorgente acustica. Pertanto, ai fini dell'attribuzione del fattore *Intensità*, il superamento del limite di legge avverrà quando il livello di rumore eccederà, ai ricettori, i seguenti valori:

TABELLA 2-11 - INFRASTRUTTURE DEI TRASPORTI SU GOMMA – D.P.R. 142/2004 TABELLA 2
(STRADE ESISTENTI)

Tipo di Strada (secondo il Codice della Strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo il D.M. 8/11/01 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (metri)	Ricettori non di Classe I Diurno dB(A)
A – Autostrada		Fascia A 100	70
		Fascia B 150	65
B – extraurbana principale		Fascia A 100	70
		Fascia B 150	65
C – extraurbana secondaria	Ca Strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 983	Fascia A 100	70
		Fascia B 150	65
	Cb Tutte le altre strade extraurbane secondarie	Fascia A 100	70
		Fascia B 50	65

TABELLA 2-12. - INFRASTRUTTURE FERROVIARIE – D.P.R. 459/1998

infrastrutture esistenti	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (metri)	Ricettori non di Classe I Diurno dB(A)
dalla mezzzeria dei binari esterni e per ciascun lato dell'infrastruttura	100 (Fascia A)	70
	150 (Fascia B)	50

All'esterno delle fasce di pertinenza definite nelle precedenti Tabelle valgono i valori stabiliti nella tabella C, Valori limite assoluti di immissione, del DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" e, in attesa della classificazione acustica del territorio comunale, la cui assegnazione da parte dell'Amministrazione Comunale è stata conclusa il 15 luglio 2014. Nell'attuale regime transitorio, sono stati considerati i valori limite riportati nel capitolo dedicato al rumore (10 e suoi allegati), di cui

alla Deliberazione del Consiglio Comunale n° 49 del 16 Luglio 2003 e DPCM del 01/03/1991.

L'analisi degli impatti, come descritto nel Capitolo 10 e suoi allegati, si è avvalso del modello di calcolo Mithra, che ha restituito i livelli di rumore ai ricettori individuati nelle varie aree urbane interessate dall'ampliamento del porto; tali livelli, relativi ai vari scenari di cantiere ed esercizio, sono stati paragonati a quelli relativi alla caratterizzazione dello scenario dello stato attuale. Le differenze tra i valori di livello ai ricettori minori od uguali ad 1 dB(A) sono stati considerati come scarto numerico del codice di calcolo, e non influiscono nell'attribuzione dei punteggi degli indicatori.

I dati di livello restituiti dal codice di calcolo sono stati arrotondati a 0,5 dB(A) ai sensi del DMA 16/3/98, comportando, a volte, un aumento dello scarto tra i livelli; ad esempio: $58.2 - 58.8 = 0.6$ che, arrotondato diventa: $58.0 - 59.0 = 1.0$.

L'assegnazione dei punteggi viene eseguita tramite un doppio criterio di verifica:

- l'esistenza di impatto ai ricettori che mostrano differenze di livello con lo stato attuale superiori a 1 dB(A);
- la comparazione del livello atteso al ricettore con i valori limite imposti dalla normativa vigente.

Aspetti socio economici

La scala di valutazione, che sarà adottata nella previsione degli effetti delle azioni di Piano sia nello scenario di breve che di lungo periodo, deriva da specifiche stime quantitative in funzione degli investimenti effettuati e del traffico incrementale generato (n. occupati, valore aggiunto, benefici esterni).

In particolare, considerando che le azioni di Piano determinano un miglioramento delle caratteristiche socio-economiche (effetti positivi), la scala di intensità per ciascun impatto assume valore crescente in ragione del valore incrementale degli indicatori prescelti.

Occupazione diretta ed indiretta nella fase di cantiere (scenario di breve e lungo periodo):

- I0: nessuna variazione sensibile (< 51 unità) del livello di occupazione;
- I1: variazione dell'occupazione compresa fra le 51 e le 100 unità;
- I2: variazione dell'occupazione compresa fra le 101 e le 200 unità;
- I3 : variazione dell'occupazione superiore alle 200 unità.

Occupazione diretta ed indiretta nella fase di esercizio (scenario di breve e lungo periodo):

- I0: nessuna variazione sensibile (< 101 unità) del livello di occupazione
- I1: variazione dell'occupazione compresa fra le 101 e le 200 unità;
- I2: variazione dell'occupazione compresa fra le 201 e le 300 unità;
- I3 : variazione dell'occupazione superiore alle 300 unità

Valore aggiunto diretto nella fase di cantiere (scenario di breve e lungo periodo):

- I0: nessuna variazione sensibile (< 5,1 MEURO) del valore aggiunto;
- I1: variazione del valore aggiunto compresa fra 5,1 e 10,0 MEURO;
- I2: variazione del valore aggiunto compresa fra 10,1 e 15,0 MEURO;
- I3: variazione del valore aggiunto superiore ai 15,0 MEURO.

Valore aggiunto diretto nella fase di esercizio (scenario di breve e lungo periodo):

- I0: nessuna variazione sensibile (< 5,1 euro/cent per ogni euro investito) del valore aggiunto;
- I1: variazione del valore aggiunto compresa fra 5,1 e 10,0 euro/cent per ogni euro investito;
- I2: variazione del valore aggiunto compresa fra 10,1 e 15,0 euro/cent per ogni euro investito;
- I3: variazione del valore aggiunto superiore ai 15,0 euro/cent per ogni euro investito.

Benefici esterni nella fase di esercizio (scenario di breve e lungo periodo):

- I0: nessuna variazione sensibile (< 3,1 euro/cent per ogni euro investito) dei benefici esterni;
- I1: variazione dei benefici esterni fra 3,1 e 6,0 euro/cent per ogni euro investito;
- I2: variazione dei benefici esterni compresa fra 6,1 e 9,0 euro/cent per ogni euro investito;
- I3: variazione dei benefici esterni superiore ai 9,0 euro/cent per ogni euro investito.

Traffico

Per questa componente sono stati individuati i seguenti indicatori per il settore terrestre: *capacità della linea* ferroviaria e *grado di saturazione* della rete stradale, per i quali sono stati definite le seguenti scale di intensità.

Traffico ferroviario: *capacità della linea*

- I0: variazione che non modifica in modo significativo il traffico attuale (<5%);
- I1: variazione che modifica il traffico attuale ma non richiede necessità di interventi di adeguamento (il traffico è ricompreso nella capacità attuale della linea);

- I2: variazione che comporta la necessità di adeguare la linea mediante interventi tecnologici;
- I3: variazione che comporta la necessità di adeguare la linea mediante interventi tecnologici e infrastrutturali.

Traffico stradale: *grado di saturazione*.

- I0: variazione che non modifica la classe di attribuzione della rete;
- I1: variazione che comporta il passaggio di una classe di attribuzione;
- I2: variazione che comporta il passaggio di due o più classi di attribuzione;
- I3: variazione che comporta il raggiungimento della classe corrispondente al livello massimo di saturazione.

Rifiuti

Come meglio specificato nel capitolo dedicato alla componente, non è stato possibile effettuare la stima della produzione dei rifiuti per le aree comuni del Porto di Trieste con riferimento all'attuazione dell'Aggiornamento 2014 del Piano né, dunque, la conseguente valutazione degli impatti. L'indicatore relativo ai Rifiuti è stato comunque introdotto in quanto l'attività di monitoraggio degli effetti dell'attuazione dell'Aggiornamento 2014 del Piano di cui al PMI riguarderà, per l'appunto anche questa componente.

3. L'AMBITO TERRITORIALE

3.1. Inquadramento geografico dell'area

La città di Trieste è situata nell'estremo nord-est italiano, vicino al confine con la Slovenia, nella parte più settentrionale dell'Alto Adriatico e si affaccia sull'omonimo golfo.

Il territorio cittadino è occupato prevalentemente da un pendio collinare che diventa montagna anche nelle zone limitrofe all'abitato; si trova ai piedi di un'imponente scarpata che dall'altopiano del Carso scende bruscamente verso il mare. Il monte Carso, a ridosso della città, raggiunge la quota di 458 metri sul livello del mare.

Il Porto occupa una stretta fascia costiera che separa la città di Trieste dal mare e si estende verso est lungo il margine della Baia di Muggia, nella parte più interna del Golfo di Trieste, fino all'abitato di Muggia.

In analogia con la restante costa del Golfo, l'area occupata dal Porto è contraddistinta da rilievi collinari degradanti verso la linea di costa, interrotti da incisioni o valli percorse dai corsi d'acqua che scendono dai rilievi. I corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale sono il Torrente Rosandra ed il Rio Ospo, entrambi caratterizzati da un regime di tipo torrentizio.

La costa, laddove non antropizzata, presenta una natura prevalentemente rocciosa con l'isobata -10 m s.l.m.m. posta a soli 150-200 m dalla linea di riva; l'area occupata dalla città di Trieste, dalle infrastrutture portuali, e spesso anche la linea di costa e le zone retrostanti, infatti, hanno subito pesanti interventi che hanno modificato la morfologia ed anche l'idrografia originaria.

Il Porto rappresenta un polo internazionale per i flussi di interscambio terra-mare che interessano l'intero mercato del Centro-Est Europa; l'importanza del Porto di Trieste è legata a diversi aspetti quali:

- la particolare posizione geografica, che lo rende il porto più a Nord dell'Adriatico e il punto di collegamento più diretto per tutti i paesi del Centro Europa;
- la presenza di fondali profondi e quindi adatti ad accogliere navi di grossa stazza senza particolari esigenze di attività di dragaggio manutentivo;
- la sua condizione di Punto Franco grazie alla quale le merci provenienti via mare possono essere introdotte liberamente nel Porto qualunque sia la loro destinazione, provenienza e natura senza essere soggette a dazi o altre imposizioni.

Nella Tavola 2-1 del Quadro Progettuale è riportata la planimetria del Porto di Trieste.

Dal punto di vista delle infrastrutture di collegamento viarie e ferroviarie, il Porto dispone di una rete ferroviaria interna (75 km di binari) integrata con la rete nazionale e internazionale, che permette a tutte le banchine di essere servite da binari con possibilità di smistamento e/o composizione dei treni direttamente nei vari terminali; l'efficienza della rete viaria è garantita, invece, da un raccordo diretto e da una strada sopraelevata che si immette nel sistema stradale esterno (Grande Viabilità Triestina, denominata localmente SS202).

Lo scalo portuale dispone di oltre 2.300.000 m² di aree, di cui circa 1.800.000 m² di aree in regime di Punto Franco. Più di 900.000 m² sono utilizzati per il deposito e lo stoccaggio delle merci e 500.000 m² di questi sono rappresentati da aree coperte.

Il Punto Franco di Trieste è suddiviso nelle seguenti unità operative:

- Punto Franco Vecchio;
- Porto Doganale;
- Punto Franco Nuovo (Molo V, Molo VI, Molo VII);
- Scalo Legnami;
- Ferriera Servola;
- Punto Franco Oli Minerali (area ex Esso);
- Punto Franco Industriale (area ex Aquila);

mentre l'unità territoriale di Barcola-Bovedo, delle Rive, dell'Arsenale San Marco, dello Scalo Gaslini e del litorale di Muggia non sono considerabili in quanto prive di accosti.

Le prime tre unità sono destinate ad attività commerciali, mentre le restanti sono destinate ad attività industriali.

Le banchine presenti si sviluppano per 12.128 m, in direzione Ovest-Sud Ovest (tutte le banchine sono orientate nella direzione del vento di Bora, per favorire gli accosti anche con venti intensi), con 47 ormeggi operativi, disposti lungo la linea di costa da Nord a Sud, di cui:

- 24 per navi convenzionali e multipurpose;
- 11 per navi full-container, Ro-Ro e traghetti;
- 5 attracchi a uso industriale;
- 5 attracchi per petroliere;
- 2 attracchi per grandi navi passeggeri e da crociera.

Inoltre il Porto dispone di 4 bacini di carenaggio con dimensione massima $295 \times 56 \times 12 \text{ m}^3$, e due canali di accesso, uno a Nord (Canale Nord) e uno a Sud (Canale Sud).

La rada portuale, e dunque i terminali in essa presenti, è protetta da un sistema di tre dighe foranee, delle quali la principale è la diga Luigi Rizzo Sud, lunga quasi 1.500 m, che definisce il limite del canale di accesso Sud; un sistema di dighe foranee è ubicato anche a protezione del Punto Franco Vecchio.

Il Porto di Trieste è sede storica di insediamenti industriali che movimentano via mare quantitativi significativi sia di rinfuse liquide che di rinfuse solide, attraverso accosti in area demaniale gestiti in autonomia funzionale e mediante concessione d'uso della banchina da parte dell'Autorità Portuale, e rappresentano una parte del complesso di attività produttive localmente insediate sotto il coordinamento dell'Ente Zona Industriale di Trieste (EZIT), rientranti sia nel ramo secondario (trasformazione) che nel ramo terziario (logistica, ecc.).

Con Decreto del 24 Febbraio 2003, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha provveduto alla perimetrazione del Sito Inquinato di Interesse Nazionale (SIN) di Trieste; l'area perimetrata del SIN comprende la fascia costiera fra lo Scalo Legnami e la Punta Olmi e include praticamente la totalità degli specchi acquei compresi fra le dighe foranee Luigi Rizzo centrale e Sud, che fronteggiano rispettivamente il Molo VI e il Molo VII, e la linea di costa compresa fra il lato Sud del Molo V e San Rocco.

3.2. Siti Natura 2000

Le aree di pregio naturalistico situate nella Regione Friuli Venezia Giulia sono oggetto di tutela da parte di due disposizioni normative originali: la Legge 394/91 "Principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette" e il DPR 357/96 e seg., recepimento nazionale delle Direttive 92/43/CEE "Habitat" e della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli" (ora sostituita dalla Direttiva 2009/147/CE) che istituiscono la Rete Natura 2000 di tutela della biodiversità europea. Nelle zone circostanti l'area portuale vi sono diverse aree di interesse naturalistico, alcune delle quali alla Rete Natura 2000, in quanto dichiarate Siti di Importanza Comunitaria (SIC) o Zone di Protezione Speciale (ZPS).

La Regione ha provveduto, in attuazione del DPR 357/97, a specificare i Siti di Importanza Comunitaria e le Zone di Protezione Speciale, a emettere misure di conservazione generali e specifiche, a redigere i Piani di gestione dei siti, alcuni dei quali già conclusi, mentre altri (come ad esempio il Piano di Gestione del SIC "Carso Triestino e Goriziano") risultano

all'Agosto 2014, ancora in fase di elaborazione. Nel Sito sono attualmente in vigore le MCS di 32 SIC della regione biogeografica continentale del Friuli Venezia Giulia approvate con DGR 546 del 28.03.13. Le misure saranno superate dall'entrata in vigore del piano di gestione dei siti Natura 2000 (SIC e ZPS) del Carso.

Con un provvedimento (DGR 217 del 8 Febbraio 2007) sono stati individuati nell'area vasta qui considerata:

- la Zona di Protezione Speciale IT3341002 "Aree Carsiche della Venezia Giulia";
- il Sito Natura 2000 IT 3340006 "Carso triestino e goriziano".

Successivamente, con DGR 1151/2011 è stato individuato il SIC IT 3340007 "Area marina di Miramare".

La localizzazione delle aree citate è riportata nella figura successiva,, in cui è visibile anche il limite dell'"area vasta", descritta alle pagine successive.

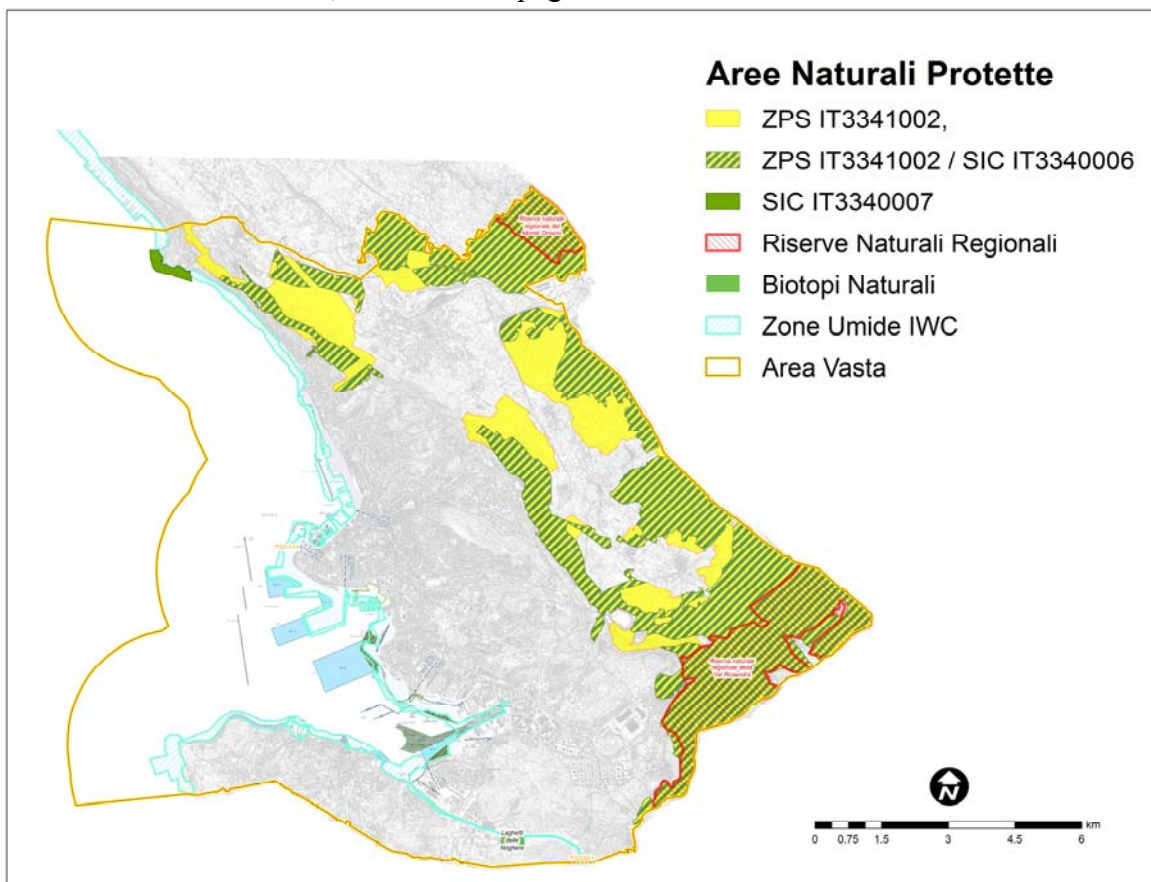


FIGURA 3-1 – AMBITI DI PARTICOLARE INTERESSE NATURALISTICO PRESENTI ALL'INTERNO DELL'AREA VASTA CONSIDERATA.

La Regione Autonoma FVG ha inoltre individuato l'Area Marina Trezze di San Pietro e Bardelli quale sito marino (pSIC IT 3330009) della regione biogeografica continentale della rete Natura 2000 con DGR 1623 del 20.09.2012; per il successivo esame da parte della Commissione europea sono stati trasmessi al Ministero formulario e mappa del sito proposto. Questo pSIC risulta esterno all'area vasta qui considerata e attualmente non risulta ancora istituito.

I formulari standard Natura 2000 dei tre Siti qui considerati sono state aggiornate nel maggio 2012 dalla Regione Friuli Venezia-Giulia. Il SIC "Carso triestino e goriziano" si estende sul territorio provinciale per circa 7.145 ha, pari al 33,7% del territorio. Il sito confina a Nord con la Repubblica di Slovenia ed ha una superficie totale pari a 9.648 ha, si estende dal livello del mare ad una quota massima di 668 m.s.l.m.m La ZPS "Aree Carsiche della Venezia Giulia" IT3341002, con una superficie totale pari a 12.189,57 ha di pari estensione altimetrica, è in parte sovrapposta al SIC e risulta quindi caratterizzata da tipologie di habitat e relativi livelli di vulnerabilità del tutto paragonabili.

L'area interessata dai due Siti sopra citati è tipicamente carsica con rilievi di tipo collinare (la cima più alta è il Monte Cocusso con 670 m s.l.m.m.) e risulta caratterizzata dalla presenza di numerose doline e fenomeni carsici epigei ed ipogei. Nella zona orientale è presente una valle fortemente incisa dal Torrente Rosandra, l'unico corso d'acqua epigeo del Carso italiano, attraversata da una faglia di contatto fra calcari e flysch. Qui vi sono anche vaste aree rupestri e colate detritiche termofile, sui quali si è rinvenibile l'associazione endemica ad impronta illirico-balcanica *Festuco-Drypidetum jacquiniana*, le cui specie tipiche sono *Festuca carniolica* e *Dryopis spinosa* ssp. *jacquiniana*. Nel tratto costiero tra Sistiana e Duino-Aurisina sono presenti falesie calcaree e brevi tratti di macereti calcarei ricchi in elementi mediterranei. Nella zona di contatto tra il Carso e la pianura alluvionale del Fiume Isonzo scorre il corso terminale del Fiume Timavo, fenomeno idrogeologico di rilevanza internazionale: il fiume nasce in territorio sloveno e dopo alcuni chilometri si inabissa per riaffiorare in territorio italiano nei pressi di San Giovanni al Timavo e sfociare in mare dopo alcune centinaia di metri.

Nella porzione più occidentale del sito vi sono, inoltre, due grandi depressioni carsiche parzialmente riempite dai laghi di Doberdò e Pietrarossa e separate da una dorsale calcarea. Essi costituiscono l'unico esempio di sistema di specchi lacustri carsici, alimentati da sorgenti sotterranee e suscettibili di notevoli variazioni del livello dell'acqua. Questi fanno parte di un più ampio sistema idrologico cui appartengono anche la contigua area di Salici, ove si trovano bei esempi di boschi paludosi, e le zone di risorgenza delle "Mucille".

Data la complessità e l'eterogeneità dell'area sono presenti in essa numerosi habitat, molti dei quali sono prioritari. Da ricordare le rupi ed i ghiaioni calcarei della Val Rosandra particolarmente ricchi in endemismi, unico esempio di scogliere alte della coste adriatiche settentrionali, habitat ideale per la stenoendemica *Centaurea kartschiana* che qui concentra la maggior parte della sua popolazione, la lecceta extrazonale della costiera triestina, la vegetazione acquatica e ripariale (Fiume Timavo e laghi carsici) e le praterie alofile a salicornie annuali, che qui raggiungono il limite più settentrionale del loro areale di distribuzione nel bacino mediterraneo.

Tra le specie più significative e di pregio, molte delle quali endemiche e/o di Lista Rossa nazionale, sono da annoverare: *Genista januensis* (unica stazione dell'Italia nord-orientale), *Daphne alpina*, *Genista holopetala*, *Moehringia tommasinii*, *Dryopis spinosa* ssp. (Monte Hermada) e di *Lactuca quercina* ssp. *chaixii* (anche sul Monte Lanaro) nella zona della Val Rosandra; nella zona del Monte Lanaro da segnalare *Satureja subspicata* ssp. *liburnica* (limite occidentale di distribuzione), *Carex fritschii* (unica stazione regionale), *Orchis pallens*, *Paeonia mascula*; nella zona del Monte Hermada si rinvenivano *Sesleria juncifolia*, *Euphorbia fragifera* e *Onosma dalmatica* (= *O. javorkae*), tutte specie che hanno qui il limite occidentale della loro distribuzione, ed una delle poche stazioni di *Vicia loiseleurii*.

Sulle falesie di Duino-Aurisina vi è un'alta concentrazione di specie stenomediterranee ed endemiche oltre che le ultime stazioni del Nord Adriatico di *Urospermum picroides* e *Reichardia picroides*. Nell'area dei laghi di Doberdò e Pietrarossa sono presenti stazioni di specie rare sia termofile che igrofile quali *Lens ervoides*, *Asterolinon linumstellatum* (uniche stazioni regionali), *Crepis vesicaria* e *Rhagadiolus edulis*, *Bellevalia romana*, *Thelypteris palustris*, *Alisma lanceolatum*, *Leersia oryzoides*, *Scilla autumnalis*, *Viola elatior*, *Ranunculus velutinus*. Il SIC del Carso costituisce, come noto, un mosaico di zone umide e xerotermitiche, ed è di rilevante interesse a livello nazionale anche dal punto di vista faunistico. In queste aree si incontrano numerose entità balcaniche, illirico-mediterranee (Carso triestino) ed italiane (Carso goriziano), in una comunità faunistica certamente unica nell'ambito europeo (*Hyla arborea*, *Rana ridibunda*, *Algyroides nigropunctatus*, *Podarcis melisellensis*, *Telescopus fallax*, *Elaphe quatuorlineata*, ecc.).

Diffuso e localmente piuttosto comune *Proteus anguinus*, vertebrato stigobio di importanza comunitaria prioritaria, che nella zona trova il suo limite occidentale di diffusione naturale.

Fra le specie più importanti merita ricordare *Austropotamobius pallipes*, *Triturus carnifex*, *Rana latastei*, *Emys orbicularis*, *Ursus arctos*, *Lynx lynx*, oltre a numerose specie di notevole interesse conservazionistico, come astore *Accipiter gentilis*, gufo reale *Bubo bubo*,

alocco degli Urali *Strix uralensis*, assiolo *Otus scops*, picchio cenerino *Picus canus*, picchio nero *Dryocopus martius*, passero solitario *Monticola solitarius*, ecc..

Nella zona sono più o meno frequenti anche *Zamenis longissimus*, *Podarcis sicula*, *Podarcis muralis*, *Felis silvestris*, *Canis aureus*, *Muscardinus avellanarius* ed *Erinaceus concolor*, il quale in diverse zone del Carso italiano può coabitare con *Erinaceus europaeus*. Nei macereti è frequente *Chionomys nivalis*, che in queste zone si spinge quasi fino al livello del mare. Tra gli Insetti infine merita segnalare la presenza di *Leptodirus hochenwarti*, conosciuto solo per alcune grotte di quest'area nell'ambito dell'intero territorio italiano, oltre che di *Eriogaster catax*, *Euphydryas aurinia* e *Coenonympha oedippus*. Nell'area sono presenti inoltre *Lucanus cervus* e *Morimus funereus*, mentre esistono alcune vecchie segnalazioni di *Osmoderma eremita*.

Per completezza d'esposizione, si riportano di seguito gli elenchi aggiornati (giugno 2013) degli habitat di All. I e delle specie di All. II (Direttiva Habitat) per il SIC IT3334006 e dei soli uccelli di All. 1 (Direttiva Uccelli) per la ZPS IT33341002.

TABELLA 3-1 – ELENCO DEGLI HABITAT PRESENTI NEI SITI SIC IT334006 E ZPS IT3341002
(FONTE: SCHEDA NATURA 2000, GIUGNO 2013).

Codice	Ettari	Rappresentatività	Superficie Relativa	Conservazione	Globale
1110	39.66	D			
1140	38.27	D			
1150	19.08	D			
1310	0.06	D			
1320	0.39	C	C	A	C
1410	1.4	C	C	C	C
1420	10.32	A	B	A	A
3140	1.45	D			
3150	0.59	D			
3260	3.76	B	C	B	B
5130	7.14	C	C	A	C
6110	1.61	A	B	B	A
62A0	1016.57	A	A	B	A
6410	X				
6510	222.21	B	C	B	B
7220	0.05	B	C	B	B
8130	19.06	B	B	B	B
8210	20.48	B	C	B	B
8240	53.44	A	B	A	A
8310		A	B	A	A
91E0	12.51	B	C	B	B
91F0	17.03	B	C	B	B

Codice	Ettari	Rappresentatività	Superficie Relativa	Conservazione	Globale
91L0	15.85	B	C	A	B
92A0	10.13	D			
9340	52.11	B	C	B	B

Rappresentatività: grado di rappresentatività del tipo di habitat naturale sul sito, seguendo il seguente sistema di classificazione:

A = rappresentatività eccellente;

B = buona conservazione

C = rappresentatività significativa

D = presenza non significativa

Grado di conservazione: grado di conservazione della struttura e delle funzioni del tipo di habitat naturale in questione e possibilità di ripristino, se-condo la seguente codifica:

A = conservazione eccellente;

B = buona conservazione

C = conservazione media o ridotta

Valutazione globale: valutazione globale del valore del sito per la conservazione del tipo di habitat naturale, secondo la seguente codifica:

A = valore eccellente

B = valore buono

C = valore significativo

TABELLA 3-2 – MAMMIFERI ELENCATI NELL'ALLEGATO II DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE (FONTE: SCHEDA NATURA 2000).

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1308	<i>Barbastella barbastellus</i>	C	B	C	C
1352	<i>Canis lupus</i>	D			
1361	<i>Lynx lynx</i>	D			
1310	<i>Miniopterus schreibersii</i>	C	B	C	C
1366	<i>Monachus monachus</i>	D			
1323	<i>Myotis bechsteinii</i>	D			
1305	<i>Rhinolophus euryale</i>	C	B	B	C
1304	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	B	B	C	C
1303	<i>Rhinolophus hipposideros</i>	C	B	C	C
1349	<i>Tursiops truncatus</i>	C	B	C	B
1354	<i>Ursus arctos</i>	C	B	C	C
6110	<i>Felis silvestris silvestris</i>	x		x	x

TABELLA 3-3 – ANFIBI E RETTILI ELENCATI NELL'ALLEGATO II DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE (FONTE: SCHEDA NATURA 2000).

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1193	<i>Bombina variegata</i>	C	B	C	B
1224	<i>Caretta caretta</i>	D			
1279	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	D			
1220	<i>Emys orbicularis</i>	C	B	C	C
1186	<i>Proteus anguinus</i>	A	B	C	C
1215	<i>Rana latastei</i>	C	B	B	C

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1217	<i>Testudo hermanni</i>	D			
1167	<i>Triturus carnifex</i>	C	B	C	C

TABELLA 3-4 – PESCI ELENCATI NELL'ALLEGATO II DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE (FONTE: SCHEDA NATURA 2000).

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1152	<i>Aphanius fasciatus</i>	C	C	C	C
1149	<i>Cobitis taenia</i>	D			

TABELLA 3-5 – INVERTEBRATI ELENCATI NELL'ALLEGATO II DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE (FONTE: SCHEDA NATURA 2000).

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1092	<i>Austropotamobius pallipes</i>	D			
1078	<i>Callimorpha quadripunctaria</i>	C	B	C	B
1088	<i>Cerambyx cerdo</i>	C	B	B	B
1071	<i>Coenonympha oedippus</i>	C	C	A	B
4046	<i>Cordulegaster heros</i>	A	C	B	C
1074	<i>Eriogaster catax</i>	C	C	C	C
1065	<i>Euphydryas aurinia</i>	B	B	A	B
4019	<i>Leptodirus hochenwarti</i>	A	B	B	B
1042	<i>Leucorrhinia pectoralis</i>	D			
1083	<i>Lucanus cervus</i>	D			
1060	<i>Lycaena dispar</i>	C	C	A	C
1059	<i>Maculinea teleius</i>	B	C	A	B
1089	<i>Morimus funereus</i>	D			
1084	<i>Osmoderma eremita</i>	D			
1014	<i>Vertigo angustior</i>	D			

TABELLA 3-6 – PIANTE ELENCALE NELL'ALLEGATO II DELLA DIRETTIVA 92/43/CEE (FONTE: SCHEDA NATURA 2000).

Codice	Nome	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
1798	<i>Centaurea kartschiana</i>	A	A	A	A
1714	<i>Euphrasia marchesettii</i>				
1547	<i>Genista holopetala</i>	A	A	A	A
4096	<i>Gladiolus palustris</i>	D			
4104	<i>Himantoglossum adriaticum</i>	B	B	B	B
1458	<i>Moehringia tommasinii</i>	A	A	A	A
2097	<i>Paeonia officinalis ssp. Banatica</i>	A	A	B	A
1443	<i>Salicornia veneta</i>	C	A	B	B

Nella Tabella 3-7 sono riportate tutte le specie di Uccelli incluse nell'Allegato 1 della Direttiva 147/2009/CE ed elencate nella scheda della ZPS; con i relativi status di protezione..

TABELLA 3-7 – UCCELLI DI ALL. 1 PRESENTI NELLA ZPS IT3341002 (FONTE: SCHEDA NATURA 2000, GIUGNO 2013).

Codice	Nome	Min	Max	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
A293	<i>Acrocephalus melanopogon</i>			C	B	B	C
A229	<i>Alcedo atthis</i>	5	10	C	B	B	C
A255	<i>Anthus campestris</i>	4	6	C	C	B	C
A091	<i>Aquila chrysaetos</i>	1	1	C	B	A	C
A089	<i>Aquila pomarina</i>	1	1	C	B	A	C
A029	<i>Ardea purpurea</i>			C	B	B	C
A024	<i>Ardeola ralloides</i>			D			
A060	<i>Aythya nyroca</i>	2	10	C	B	B	C
A021	<i>Botaurus stellaris</i>		1	C	C	C	C
A021	<i>Botaurus stellaris</i>	2	2	C	C	A	B
A215	<i>Bubo bubo</i>	3	4	C	C	B	B
A133	<i>Burhinus oedicephalus</i>			C	C	B	C
A243	<i>Calandrella brachydactyla</i>			C	C	B	C
A224	<i>Caprimulgus europaeus</i>	180	230	C	C	B	C
A138	<i>Charadrius alexandrinus</i>	2	3	C	C	B	C
A196	<i>Chlidonias hybridus</i>			C	C	B	C
A197	<i>Chlidonias niger</i>			C	C	B	C
A030	<i>Ciconia nigra</i>	1	1	C	B	B	C
A080	<i>Circaetus gallicus</i>	1	2	C	B	B	C
A081	<i>Circus aeruginosus</i>		2	C	B	B	B
A082	<i>Circus cyaneus</i>	3	5	C	B	B	C
A084	<i>Circus pygargus</i>			C	C	B	C
A231	<i>Coracias garrulus</i>			C	B	B	C
A350	<i>Corvus corax</i>	30	40	C	B	B	C
A239	<i>Dendrocopos leucotos</i>	1	1	C	B	B	B
A237	<i>Dendrocopos major</i>			C	B	C	B
A238	<i>Dendrocopos medius</i>	1	1	C	B	B	B
A236	<i>Dryocopus martius</i>	11	14	C	B	B	B
A027	<i>Egretta alba</i>	5	27	C	B	B	C
A026	<i>Egretta garzetta</i>	200	250	C	B	B	C
A100	<i>Falco eleonora</i>			C	C	A	C
A103	<i>Falco peregrinus</i>	1	1	C	C	A	C
A097	<i>Falco tinnunculus</i>			C	B	B	C
A321	<i>Ficedula albicollis</i>			C	B	B	C
A320	<i>Ficedula parva</i>	1	1	C	B	B	C
A002	<i>Gavia arctica</i>			C	B	B	C
A003	<i>Gavia immer</i>			B	B	B	C

Codice	Nome	Min	Max	Popolazione	Conservazione	Isolamento	Globale
A001	<i>Gavia stellata</i>			B	B	B	C
A189	<i>Gelochelidon nilotica</i>			C	C	B	C
A127	<i>Grus grus</i>			C	B	B	C
A078	<i>Gyps fulvus</i>			B	C	A	B
A092	<i>Hieraaetus pennatus</i>	1	2	C	B	A	C
A131	<i>Himantopus himantopus</i>	5	15	C	C	B	C
A338	<i>Lanius collurio</i>	20	30	C	C	B	C
A339	<i>Lanius minor</i>			C	C	B	C
A176	<i>Larus melanocephalus</i>			C	C	B	C
A177	<i>Larus minutus</i>			C	C	B	C
A246	<i>Lullula arborea</i>	160	180	C	B	B	B
A272	<i>Luscinia svecica</i>			C	B	B	C
A152	<i>Lymnocyptes minimus</i>			C	C	B	C
A068	<i>Mergus albellus</i>	1	1	C	B	B	C
A023	<i>Nycticorax nycticorax</i>			D			
A071	<i>Oxyura leucocephala</i>		1	C	B	B	C
A094	<i>Pandion haliaetus</i>	1	1	C	B	A	C
A072	<i>Pernis apivorus</i>			C	C	C	C
A392	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	19	94	B	B	B	C
A393	<i>Phalacrocorax pygmeus</i>			B	B	B	B
A151	<i>Philomachus pugnax</i>			C	C	B	C
A035	<i>Phoenicopterus ruber</i>			D			
A241	<i>Picoides tridactylus</i>	1	1	C	B	B	B
A234	<i>Picus canus</i>	3	5	C	B	B	B
A034	<i>Platalea leucorodia</i>			C	B	B	C
A140	<i>Pluvialis apricaria</i>			C	C	B	C
A007	<i>Podiceps auritus</i>	1	3	B	B	B	C
A120	<i>Porzana parva</i>			C	C	B	C
A132	<i>Recurvirostra avosetta</i>		1	C	C	B	C
A195	<i>Sterna albifrons</i>	15	15	C	C	B	C
A190	<i>Sterna caspia</i>			C	C	B	C
A193	<i>Sterna hirundo</i>	1	1	C	C	B	C
A191	<i>Sterna sandvicensis</i>			C	C	B	C
A220	<i>Strix uralensis</i>	1	1	C	B	B	C
A353	<i>Sturnus roseus</i>			D			
A166	<i>Tringa glareola</i>			C	C	B	C

Il SIC IT 3340007 “Area marina di Miramare” ha un’estensione di 25 ettari e comprende parte della più vasta Riserva marina di Miramare. Come risulta dal relativo formulario standard, l’area si caratterizza per la presenza di un esteso habitat mesolitorale, mentre l’infra-litorale è una zona di aggregazione e passaggio per numerose specie di pesce di interesse commerciale. Nel’area vi sono endemiti dell’Adriatico settentrionale come il *Fucus virsoides* ed altre specie qui presenti ai confini della loro zona di diffusione. La scogliera,

non presentando fenomeni di disturbo da pesca e da altre attività antropiche, costituisce un habitat per l'aggregazione e la riproduzione di numerose popolazioni ittiche. Nella stessa area la fauna bentonica è rappresentata da specie di interesse quali *Pinna nobilis* e *Cladocora caespitosa*. Da segnalare inoltre la presenza di praterie di fanerogame marine.

3.3. Aree protette di interesse regionale

3.3.1. Riserve naturali

Nell'area di interesse vi sono altre aree di pregio naturalistico che sono protette ai sensi della legislazione regionale, di seguito descritte.

Riserva Naturale Regionale del Monte Orsario

La Riserva del Monte Orsario include un'area carsica con colline e doline; ha un'area di 156 ettari e ricade nel territorio del Comune di Monrupino. Superfici estese sono occupate dalla boscaglia carsica a carpino nero e roverella (*Ostrya-Quercetum pubescentis*), ma sono presenti anche boschi a rovere e cerro (*Seslerio-Quercetum petraeae*). Nel sito vi sono alcune aree a landa carsica (*Carici humilis- Centaureetum rupestris* e il *Chrysopogono-Centaureetum cristatae*). Fra le specie della landa carsica sono da ricordare *Centaurea rupestris*, *Onosma arenaria*, *Cytisus pseudoprocumbens*, *Genista sericea*, *G. sylvestris*, *Euphrasia illyrica*, *Centaurea cristata* ed *Euphorbia fragifera*, *Crocus reticulatus*, *Potentilla acaulis* ssp. *tommasiniana*, *Gentiana tergestina*. L'intenso incespugliamento della landa ha reso possibile la presenza di alcune rare specie di mantello di bosco quali *Rosa gallica* e *Trifolium ochroleucon*. Tra la fauna, da segnalare la presenza nell'area del gatto selvatico, e molto più irregolarmente quelle dell'orso bruno e dello sciacallo. Tra i Rettili di queste zone si citano la lucertola muraiola, l'algiroide magnifico, il saettone, il biacco e la vipera dal corno. Dal punto di vista avifaunistico, l'attuale fase di imboschimento spontaneo ha favorito la presenza di alcuni rapaci, quali l'astore e lo sparviere, nonché l'arrivo di specie tipiche di boschi montani come il picchio nero. In Riserva sono presenti specie di Insetti interessanti quali i Coleotteri *Lucanus cervus* e *Morimus funereus*.

Riserva Naturale Regionale della Val Rosandra

La Val Rosandra-Dolina Glinščice è l'unico luogo nel Carso triestino dove scorre un torrente superficiale; la zona presenta una spiccata asimmetria vegetazionale con un versante caratterizzato principalmente da colate detritiche e l'altro da boschi che si alternano a pareti verticali. Sulle porzioni pianeggianti della valle si possono osservare le lande ed i gramini,

mentre la vegetazione tipica di ambienti umidi caratterizza le fasce prossimali il torrente. La Riserva è un'area di rilevante interesse zoologico soprattutto per quanto riguarda gli Anfibi e Rettili .

Sono presenti salamandra pezzata, ululone dal ventre giallo, rana agile, raganella centroeuropea, rospo comune e rospo smeraldino. Le rupi e la landa carsica sono ambienti adatti per i Rettili: sono segnalati ramarro occidentale, ramarro orientale, lucertola adriatica, lucertola muraiola, lucertola campestre, vipera dal corno, biacco, saettone, biscia d'acqua dal collare. Alcune specie di Rettili qui presenti si trovano al limite nord-occidentale del loro areale di distribuzione: algiroide magnifico, serpente gatto, colubro dei Balcani.

Nel torrente vivono la sanguinerola e il gambero di fiume. Nelle cavità della Riserva vivono numerosi Chiroteri, tra i quali ci sono specie rare. Nelle zone boscate è presente il gatto selvatico, e di eccezionale comparsa sono lo sciacallo e l'orso bruno.

La variabilità degli ambienti all'interno della Riserva determina la presenza di un numero elevato di specie: tra quelle più interessanti si citano tottavilla, calandro, gufo reale, gheppio e passero solitario. In autunno e inverno si possono osservare alcune specie di uccelli legate di norma a distretti montano-continentali quali il picchio muraiolo e il sordone sulle pareti, e nei boschi il picchio nero, la bigiarella e la cincia dal ciuffo. Tra gli Insetti, sono presenti il cervo volante *Lucanus cervus* e altri Coleotteri come *Morimus funereus* e *Cerambyx cerdo*.

La Val Rosandra è un unicum nel Carso triestino per la presenza di corsi d'acqua superficiali. Lungo il torrente Rosandra la vegetazione è influenzata dagli spandimenti laterali del corso d'acqua: si osserva la presenza del *Salicetum cinereae*, con il sottobosco, dominato a tratti dai consorzi a *Petasites hybridus*, nel quale è possibile rinvenire *Viola alba* e *Viola reichenbachiana*. Negli spazi più aperti si sviluppano frammenti di vegetazione igrofila erbacea, che ospita specie quali *Althaea officinalis*, *Angelica sylvestris*, *Epilobium* sp.pl., *Lycopus europaeus*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Rorippa sylvestris*, *Stachys palustris*, ecc..

La vegetazione dei substrati rocciosi mobili della Valle è di grande interesse botanico. Sul versante sinistro della Valle è presente la comunità vegetale più pregevole della Val Rosandra e forse di tutto il Carso triestino: il *Festuco-Drypidetum jacquinianae*, caratterizzata da un'inusuale concentrazione di piante endemiche. Le due piante caratterizzanti (*Festuca spectabilis* subsp. *carniolica*, *Drypis spinosa* subsp. *jacquiniana*) trovano nella Val Rosandra l'unica stazione italiana. Con esse cresce un'altra pianta endemica,

Biscutella laevigata subsp. *hispidissima* e l'imponente *Campanula pyramidalis*. E' in questo ambiente che si concentrano le specie del contingente mediterraneo-montano.

3.3.2. Riserve naturali marine

Riserva Marina di Miramare

La Riserva Marina di Miramare è stata istituita nel 1986 con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 12 Novembre 1986, con il quale si affidava la gestione all'Associazione Italiana. La Riserva copre una superficie di 30 ha ed è circondata da un tratto di mare di 90 ha regolamentato da un'Ordinanza della Capitaneria di Porto (n° 28/98). Circa 30 ettari della Riserva sono inclusi nel SIC "Area marina di Miramare".

L'area protetta è situata ai piedi del promontorio di Miramare, propaggine litoranea incastrata tra il porticciolo turistico di Grignano e la riviera di Barcola. L'ambiente in cui è localizzata è un tratto marino-costiero, roccioso nella sua porzione costiera e che digrada in massi, ciottoli e formazioni fangose mano a mano che ci si sposta dalla costa al mare. I fondali sono rocciosi, ciottolosi e sabbiosi sino alla profondità di 8 m circa, poi sono costituiti da fango, la profondità massima è di 18 m. La costa è formata da roccia calcarea tipica del Carso, territorio di cui il promontorio di Miramare rappresenta una piccola estensione del litorale.

All'interno della Riserva Marina risultano presenti i seguenti habitat Natura 2000:

- 1110 Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina;
- 1120* Praterie di posidonie (*Posidonium oceanicae*);
- 1170 Scogliere.

In letteratura (AA. VV., 2007; Relini e Giaccone, 2009), sono descritte in maniera più approfondita le comunità ascrivibili a tali habitat, secondo le codifiche del Codice Barcellona Convention UNEP(OCA)/MED WG.143/5.

In particolare si cita la presenza della Biocenosi della Roccia Mediolitorale Inferiore (II.4.2), con le Associazioni a *Lithophyllum byssoides* (II.4.2.1) e a *Fucus virsoides* (II.4.2.7).

L'Associazione a *Lithophyllum byssoides* è di substrato roccioso o duro compatto ed esposto all'azione del moto ondoso e delle escursioni di marea; la sua attuale presenza, però, all'interno dell'area viene messa in dubbio dal fatto che sia rara e presenti una vitalità ridotta nel Mediterraneo orientale.

L'Associazione a *Fucus virsoides*, invece, occupa tutto il piano mesolitorale ed è connessa con le ampie escursioni di marea; risulta costituita in maggior parte da vegetali, mentre la componente faunistica è rappresentata da poche specie, tra le quali risultano più frequenti il gasteropode *Patella coerulea*, il bivalve *Mytilus galloprovincialis*, l'antozoo *Actinia equina* e i cirripedi *Chthamalus montagae*, *Chthamalus stellatus* e *Balanus perforatus*.

Si rinvencono anche le Biocenosi delle Sabbie Fangose Superficiali in Ambiente Riparato (III.2.3) con l'Associazione a *Nanozostera noltii* (III.2.3.5), che forma praterie poco estese (alte 10-20 cm) e, in base ai valori della salinità, temperatura e granulometria del sedimento, cambia la composizione della comunità bentonica presente, costituita, infatti, da specie con ampia valenza ecologica.

Per le Biocenosi delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini sotto l'influenza di correnti di fondo (III.3.2), all'interno della Riserva si trova la Facies del Maërl (Associazione a *Lithothamnion corallioides* e *Phymatolithon calcareum*), che può essere riscontrata anche come Facies del Detritico Costiero (III.3.2.1), e si sviluppa principalmente nella fascia circalitorale.

Le altre biocenosi presenti sono riconducibili a quelle delle Praterie a *Posidonia oceanica* (III.5) e delle alghe infralitorali (III.6.1); tra queste ultime, tipiche dei substrati rocciosi, si ricordano la Facies a *Cladocora caespitosa* (III.6.1.14), che si sviluppa in corrispondenza di una diminuzione della presenza algale, la Facies a *Cystoseira crinita* (III.6.1.16), dove la specie dominante è spesso vicariata da altre specie congeneri, l'associazione a *Sargassum vulgare* (III.6.1.20), presente in stazioni esposte o moderatamente esposte, raggiungendo il massimo sviluppo in biotopi ombreggiati a circa -2/-3 metri di profondità, e l'Associazione a *Cystoseira compressa* (III.6.1.25), che si afferma anche in stazioni relativamente calme e leggermente inquinate.

3.3.3. Altre aree di pregio ambientale

Laghetti delle Noghere

Gran parte della Provincia di Trieste giace su un substrato costituito da rocce carbonatiche ed è di conseguenza largamente interessata da fenomeni di carsismo. Questa particolare conformazione geologica fa in modo che il territorio di Trieste sia caratterizzato dalla quasi totale assenza di una vera e propria rete idrografica superficiale. Nonostante ciò ai margini di questo calcare si sono potute creare, per la presenza di terreni con ricca componente argillosa, una serie di zone umide, delle quali la valle alluvionale del Rio Ospo risulta essere l'esempio più rappresentativo.

Il Rio Ospo è un piccolo corso d'acqua che nasce a pochi chilometri dal confine di Stato, in territorio sloveno. Esso raccoglie sia acque carsiche (soprattutto della Grotta di Ospo), sia acque di ruscellamento che nascono da sorgenti su terreno flyschoidale e sfocia nelle vicinanze di Muggia dopo aver percorso circa 8 km in direzione Est-Ovest. La valle solcata da questo corso d'acqua è delimitata dal Monte d'Oro e dai rilievi coperti dal Bosco di Vignano ed è formata da terreni alluvionali recenti con ricca componente argillosa.

Il Biotopo dei "Laghetti delle Noghere" (incluso nell'elenco dei "biotopi naturali" della Regione Friuli Venezia Giulia, di cui al DPGR 015/2000) è caratterizzato da una ventina di stagni, comunemente detti "laghetti", che comprendono vegetazione e fauna di elevato valore ambientale. L'area è localizzata nella Valle delle Noghere, l'unica valle alluvionale in tutta l'Istria, a pochi chilometri dal confine con la Slovenia (Rabuiese). Il biotopo si estende per circa 12 ha e ricade territorialmente nel Comune di Muggia.

Comprende sette laghetti alimentati in parte dalla tracimazione di corsi d'acqua vicini, in parte da acque sotterranee ed in parte da apporti meteorici. Lo loro origine è artificiale e deriva dagli scavi per un'industria di laterizi. La vegetazione idrofila è data dall'associazione *Phragmitetum australis* e dal raro *Glycerio sparganietum neglectii*. Ci sono limitate popolazioni di *Bolboschoenus maritimus*, oltre a un frammento di bosco idrofilo di impronta illirica. Tra i Vertebrati, è nota la riproduzione di *Salamandra salamandra*, *Triturus carnifex* e *Triturus vulgaris meridionalis*, assieme a *Bombina variegata*, *Bufo bufo*, *Rana dalmatina* e *Hyla arborea*.

La popolazione di *Rana ridibunda* è la seconda popolazione autoctona in Italia, oltre a quella presente nel Trentino. Tra i rettili si segnalano *Natrix tessellata*, *Natrix natrix* e *Telescopus fallax* che ai margini del Carso triestino trova i limiti occidentali del suo areale di

distribuzione. Nei laghetti sono presenti anche *Emys orbicularis* e *Trachemys scripta*, che si riproduce da alcuni anni ponendosi in forte competizione con la testuggine palustre autoctona.

Tra gli Uccelli, nel periodo invernale o durante le migrazioni sono presenti alzavola, canapiglia, moretta, moriglione e marzaiola. Per i nidificanti vengono citati il corriere piccolo, il tuffetto, il tarabusino, il porciglione, la cannaiola, il cannareccione, il beccamoschino, il migliarino di palude.

Piattaforma sommersa di Punta Sottile

Un'altra area pregio ambientale è il geosito di interesse nazionale "Piattaforma sommersa di Punta Sottile" con caratteristiche morfologiche e paesaggistiche subacquee uniche nell'Adriatico. Questo geosito, individuato nell'Atlante dei geositi del Friuli Venezia Giulia (2009), è posto al largo di Punta Sottile, tra Muggia ed il Confine di Stato (vedi Figura 3-2).



FIGURA 3-2 - UBICAZIONE GEOSITO DI PUNTA SOTTILE.

Sebbene oggi la zona di battigia sia stabilizzata dalla presenza della strada costiera, un tempo l'azione combinata del mare e degli agenti meteorici facevano arretrare la falesia dando vita ad una piattaforma costiera ampia oltre 300 m. Grazie all'effetto dell'innalzamento del livello marino, oggi si estende fino a oltre 9 metri di profondità. Per la

regolarità della suddivisione per frattura dei blocchi di arenaria a giacitura suborizzontale che la costituiscono, è stata spesso identificata erroneamente con un “lastricato romano.

Nell'area circostante sono comunque numerosi i resti archeologici del I sec. d.C., come moli e peschiere. Il molo romano di Punta Sottile è stato segnalato per la prima volta nel 1983 da un appassionato locale, Antonio Gobet. Recentemente, nell'ambito del progetto Interreg Italia-Slovenia “Alto Adriatico” sono state eseguite accurate misure per l'identificazione della struttura e le relazioni con il livello marino in epoca romana.

3.4. Aree vincolate

(Rif. Tav.9 – Vincoli – Assetto di Piano – Aggiornamento Giugno 2014)

Il presente capitolo descrive i vincoli che gravano sull'ambito portuale, relativamente ai beni culturali, al paesaggio nonché alle zone protette. Tale studio è stato svolto sulla base del D.Lgs. 42/2004, il D.M. 468/2001 e la Legge 394/1991.

Il Decreto Legislativo n. 42 del 22/01/2004, modificato ed integrato dal D.Lgs n. 156 del 24/03/2006 (per la parte concernente i beni culturali) e dal Decreto Legislativo n. 157 del 24/03/2006 (per quanto concerne il paesaggio), costituisce il Codice unico dei beni culturali e del paesaggio; recepisce la Convenzione Europea del Paesaggio e rappresenta il punto di confluenza delle principali norme relative alla tutela del paesaggio e del patrimonio storico ed artistico:

- L. 1089/1939;
- L. 1497/1939;
- L. 431/1985.

Il suddetto Decreto disciplina le attività concernenti la conservazione, la fruizione e la valorizzazione del patrimonio culturale ed in particolare fissa le regole di:

- Tutela, fruizione e valorizzazione dei beni culturali (Parte Seconda, Titoli I, II e III, Articoli da 10 a 130);
- Tutela e valorizzazione dei beni paesaggistici (Parte Terza, Articoli da 131 a 159).

Sulla base del D.Lgs. 42/2004 sono stati identificati, nel Comune di Trieste, i seguenti vincoli:

- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico -Articolo 10, comma 3, lettera a);
- Aree soggette a vincolo paesistico-ambientale -Articolo 142, comma 1, lettere a) ed m).

Procedendo nella descrizione da Nord verso Sud, nell'ambito portuale sono presenti i seguenti edifici vincolati:

- *Porto Franco Vecchio.* A tergo della colmata tra i Moli 0 ed 1 sono presenti quattro edifici vincolati: il Magazzino 26, costruito nel 1897, che segue l'andamento della calata; un edificio di piccole dimensioni ad Est del precedente e gli edifici nn. 131 e 132. L'edificio n. 131 è la Centrale idrodinamica, realizzata intorno al 1890 in occasione della costruzione del Porto Nuovo con una tecnologia avanzata che oggi rappresenta un esempio di archeologia industriale di grande pregio. A tergo dell'Adria Terminal si trovano i magazzini nn. 21, 17, 18 e 19. Più a Sud, sulla calata compresa tra il Terminal Adria ed il Molo III, sono situati i magazzini nn. 9, 10, 6 e 7, di grandi dimensioni, ed i magazzini nn. 117 e 118, di minori dimensioni. A tergo della banchina compresa tra il Molo II ed il Molo IV sono presenti gli edifici nn. 110, 111/1, 111, 112/1, 112, 116 e 117. Nell'area retrostante al Molo VI è presente l'edificio n. 109, ex Idroscalo di Trieste, costruito nella prima metà del Novecento. Tale edificio attualmente ospita la Capitaneria di Porto di Trieste e la Direzione Marittima del Friuli Venezia Giulia.
- *Porto Doganale e Rive.* In questa zona del Porto due sono gli edifici vincolati: il primo, la ex peschiera realizzata nel 1913 presso il Bacino della Sacchetta, ospita il Museo dell'Acquario Marino; il secondo sito nella parte finale del Molo Fratelli Bandiera ed eretto nel 1833, è il faro del Porto di Trieste.

Costituiscono ulteriori vincoli la fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia di cui all'art. 142, comma 1, lettera a) del D.Lgs. 42/2004, entro la quale l'ambito di Piano ricade interamente e la presenza di una zona archeologica nei pressi della Valle Noghere, nel territorio del Comune di Muggia, di cui all'art. 142 comma 1, lettera m) del D.Lgs. 42/2004. La zona archeologica riguarda i resti del porto romano in parte sommerso e molto compromesso.

Ai sensi della Legge 394/1991 – Legge quadro sulle aree protette si evidenzia che lo specchio acqueo prospiciente la linea di costa dell'ambito di Piano è vincolato come zona umida I.W.C. ovvero zona che ospita molte specie di uccelli acquatici.

3.5. Il Sito di Interesse Nazionale di Trieste

La perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Trieste è avvenuta con il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 24 Febbraio 2003.

Il Sito interessa una superficie complessiva di pari a circa 1.700 ha, di cui circa 1.200 ha in mare e circa 500 ha sulla terraferma. Tale superficie è interamente compresa nella Provincia di Trieste ed è suddivisa tra il Comune di Trieste ed il Comune di Muggia.

La superficie marina interessa prevalentemente la zona portuale; da Nord verso Sud Est si estende dal Molo V del Porto Franco Nuovo fino a Punta Ronco ed è delimitata verso il largo dalle dighe foranee Luigi Rizzo (quella centrale e quella meridionale).

In Figura 3-3 si riporta la perimetrazione del Sito su ortofoto, tratta dal sito internet istituzionale della Regione Friuli Venezia Giulia.

Il Sito interessa una superficie complessiva di pari a circa 1.700 ha, di cui circa 1.200 ha in mare e circa 500 ha sulla terraferma. Tale superficie è interamente compresa nella Provincia di Trieste ed è suddivisa tra il Comune di Trieste ed il Comune di Muggia.

La superficie marina interessa prevalentemente la zona portuale; da Nord verso Sud Est si estende dal Molo V del Porto Franco Nuovo fino a Punta Ronco ed è delimitata verso il largo dalle dighe foranee.

La superficie a terra, invece, è nella quasi totalità compresa all'interno del perimetro dell'Ente Zona Industriale di Trieste (EZIT), ove insistono all'incirca 350 realtà industriali, prevalentemente di estensione medio-piccola.

Significativo il fatto che nessuna, o quasi, di queste realtà abbia una responsabilità diretta nella situazione di inquinamento esistente, dal momento che sono state impiantate in terreni già compromessi dal punto di vista ambientale. Gran parte dell'area (valle delle Noghere, Valle di Zaule, Via Errera, ecc.), infatti, è stata oggetto, nell'immediato dopoguerra, di imponenti interventi d'interramento, non solo di inerti e più in generale di materiali di demolizione di civili abitazioni, ma anche di rifiuti industriali misti, scorie e ceneri dell'inceneritore.

Va ricordato ancora che fino agli anni settanta erano operativi nella zona due importanti insediamenti industriali per la raffinazione e lo stoccaggio di prodotti petroliferi, che hanno determinato importanti situazioni di inquinamento, ed è tuttora operativo un grande stabilimento siderurgico.

L'intera area perimetrata risulta fortemente antropizzata. Al suo interno insistono, infatti, attività di tipo commerciale legate al trasporto marittimo, attività produttive di tipo siderurgi-

co, chimico, di deposito e stoccaggio di oli minerali e prodotti petroliferi raffinati. Sono, inoltre, presenti aree dismesse, in passato già sede di impianti di smaltimento, raffinazione e lavorazione oli, nonché aree utilizzate in maniera discontinua come discariche di rifiuti vari non sempre specificati.

Nella superficie marina, il principale problema ambientale del Sito è rappresentato dall'inquinamento pregresso derivante dalle suddette attività di raffineria e di deposito costiero di idrocarburi, che hanno determinato una notevole contaminazione da idrocarburi e metalli pesanti nei sedimenti dei fondali prospicienti.

Nei paragrafi successivi si darà evidenza dello stato di contaminazione dei sedimenti; si ricorda che, come previsto dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e come peraltro contemplato anche nel Piano in esame, qualsiasi intervento che interessi i fondali ed i terreni interni al Sito di Interesse Nazionale dovrà essere proceduto dalle idonee attività di caratterizzazione ambientale e da eventuale obbligo di bonifica.



FIGURA 3-3 – CONFINI DEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE DI TRIESTE.

4. ATMOSFERA

4.1. Premessa

Al fine di valutare l'incremento delle concentrazioni dei principali inquinanti emessi in atmosfera (NO_x , PM_{10} e SO_2) conseguente alla realizzazione delle opere previste dall'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste, in relazione ai limiti fissati dalla normativa, sono state svolte le seguenti attività:

- caratterizzazione meteorologica ed individuazione dello scenario di riferimento (applicazione del sotto modello AERMET);
- individuazione delle sorgenti emissive caratterizzanti lo scenario ante operam:
 - sorgenti da traffico veicolare a terra;
 - sorgenti da traffico navale;
 - sorgenti diffuse da attività antropiche;
- modellizzazione delle sorgenti esistenti in:
 - sorgenti puntuali (stazionamenti in banchine, camini);
 - sorgenti areali (emissioni diffuse);
 - sorgenti lineari (traffico stradale, traffico navale);
- applicazione di sottomodelli per la stima delle portate emissive attuali e future, attraverso l'utilizzo di:
 - modello COPERT;
 - modello MEET;
- setup del modello AERMOD:
 - impostazione dello scenario meteorologico;
 - impostazione dei recettori;
 - impostazione delle sorgenti;
 - impostazione dei profili temporali di emissione e delle aggregazioni di sorgenti;
 - impostazione geofisica del modello ed assegnazione dei parametri di dispersione ai singoli recettori (sottomodello TERRAIN);
- tune-up del modello: calibrazione dei parametri fisici per ottimizzare i risultati confrontandoli con i valori delle serie storiche osservate dei diversi inquinanti;
- simulazione delle concentrazioni al suolo degli inquinanti considerati attraverso il modello diffusivo AERMOD-PRIME nei vari scenari emissivi e meteo-climatici analisi dei risultati;
- valutazione degli impatti ai ricettori abitativi e particolarmente sensibili.

Particolato fine $\text{PM}_{2,5}$

L'osservazione 32 della nota U prot. DVA-2014-0010057 del 09/04/2014 recita:

“Il modello utilizzato nelle simulazioni numeriche riportate nel SAI è puramente dispersivo. Considerato che una parte rilevante del materiale particolato è di origine secondaria, si forma cioè a seguito delle reazioni chimiche che avvengono tra diversi inquinanti rilasciati in atmosfera (e.g., nitrati, solfati e ossidi di azoto) risulta necessario fornire una stima degli impatti delle attività portuali (ante operam e post operam) sia in termini di particolato primario che secondario.

Inoltre, al fine di isolare il contributo delle emissioni attribuibili alla sola componente portuale si evidenzia la necessità di elaborare, per ciascun parametro inquinante considerato [NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, CO, Benzene e Ozono], degli ulteriori scenari mediante modellistica diffusionale e criteri qualitativi e quantitativi (nelle varie fasi ante operam, in opera e post operam per i due scenari di Breve Periodo e Lungo Periodo) delle emissioni causate solamente dalle sorgenti attinenti alle attività portuali. Tali integrazioni si rendono necessarie per stimare, in termini percentuali, il contributo all'inquinamento atmosferico nell'area triestina derivante dal settore navale e dalle altre sorgenti riconducibili all'ambito del PRP in esame, al netto delle sorgenti esterne, quali il traffico veicolare locale”.

In relazione alla prima parte della richiesta va sottolineato, tuttavia, che la frazione di polveri secondarie è preponderante sul totale delle polveri presenti in atmosfera, con percentuali indicativamente tra il 60% e l'80% a seconda del contesto territoriale ma che esistono notevoli difficoltà nella simulazione a scala locale dei processi di formazione tale frazione più fine. Infatti i fenomeni di trasporto sulle polveri hanno un effetto molto maggiore che sugli ossidi di azoto, considerabili invece come “inquinante locale”. A seconda del processo di formazione, le particelle che compongono le polveri secondarie possono variare sia in termini dimensionali sia di composizione chimica. A questo va aggiunto che il livello di dettaglio di informazione sulle specie chimiche emesse per applicare adeguatamente modelli chimici di formazione secondaria va oltre quello normalmente disponibile.

Pertanto l'applicazione di modelli fotochimici avanzati (ad es. CAMx) risulterebbe inadeguata per risoluzione spaziale e per incertezza delle informazioni in ingresso al modello. Incertezze che si aggiungono a quelle intrinseche di questo tipo di modelli. Da'altro canto l'applicazione di modelli secondari estremamente semplificati (ad es. il modulo interno a CALPUFF per part. secondario) non aumenterebbero in modo significativo l'accuratezza delle stime, soprattutto in ambito *regulatory* rispetto all'assunzione di una frazione fissa di PM_{2.5}/PM₁₀ secondo un criterio conservativo.

Si ritiene pertanto che l'applicazione di modelli fotochimici secondari e modelli meteorologici avanzati che valutino un dominio 3D dei parametri di dinamica atmosferica sia più opportuno per risultati e risorse impegnate ad uno specifico programma di ricerca. Nel presente studio, la stima degli impatti delle attività portuali (ante operam e post operam) a livello di particolato secondario è stata effettuata valutando la concentrazione di PM_{2,5} con la metodica esposta nel paragrafo 4.2.3.

Sono stati inoltre isolati i contributi delle emissioni delle sorgenti portuali con la produzione di apposite mappe di isoconcentrazione. Tale attività è stata effettuata per l'NO₂, PM₁₀ e SO₂, come concordato con il Ministero dell'Ambiente, cui è stato aggiunto il PM_{2,5}.

4.2. Analisi dello stato di fatto

I dati di partenza assunti dello studio dell'impatto atmosferico sono:

- la caratterizzazione fisica degli scenari micro-meteorologici;
- le emissioni relative alle principali infrastrutture di comunicazione;
- la stima dei veicoli pesanti ed il regime di traffico indotto dalla movimentazione dei mezzi pesanti nei principali tratti stradali dell'area considerata;
- la stima delle emissioni relative alle azioni di carico e scarico delle navi.

I sottomodelli integrati utilizzati sono:

- modelli di calcolo delle emissioni da traffico veicolare basati su normative italiane ed europee (COPERT IV);
- modello di calcolo delle emissioni sviluppato in accordo con il progetto CORINAIR;
- un modello di dispersione di tipo gaussiano multi-sorgente (AERMOD-PRIME) in grado di descrivere gli effetti della dispersione di inquinanti emessi da sorgenti al suolo in moto relativo, anche in condizioni di scarsa ventilazione.

4.2.1. Dati territoriali

I dati territoriali utilizzati sono:

- *Cartografia*: consiste nel *background* su cui riportare i risultati delle simulazioni, di chiara utilità per la valutazione degli impatti e delle zone a più alto rischio o di maggior attenzione ecologico (parchi, aree protette) e sanitario (zone ad alta densità di popolazione). In questo studio si è fatto riferimento alla cartografia del Piano Regolatore Generale Comunale di Trieste consultata on-line accedendo alle banche dati del sistema informativo territoriale del Comune di Trieste (<http://www.retecivica.trieste.it>).

- *Orografia*: in presenza di rilievi occorre disporre, per la definizione del campo di vento e delle concentrazioni degli inquinanti al suolo, delle quote altimetriche del sito in studio. I dati orografici utilizzati nel presente studio sono i DEM, modelli digitali del terreno, del programma SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) messi a disposizione dal USGS (United States Geological Survey) con una risoluzione di 3 arcosecondi.
- *Land-use*: la presenza di discontinuità nel territorio induce caratteristiche dispersive differenti in atmosfera che i modelli devono tenere in considerazione: per esempio c'è un differente input energetico nell'interazione suolo/aria o acqua/aria, oppure la deposizione di inquinanti su terreno nudo è diversa da quella su bosco; sono disponibili database a partire da dati satellitari con risoluzione di 1 km (database LULC del USGS) oppure possono essere costruite in modo semplificato (con poche categorie) a partire dalla cartografia; per ogni cella del dominio di calcolo può essere definita la categoria dominante o la percentuale dei diversi tipi di suolo di cui i più importanti possono essere considerati i seguenti: coltivato, erba, vigneti/uliveti, conifere, decidue, paludi, terreno nudo, ghiacciai, urbano, acque interne e mare.

4.2.2. Caratteristiche delle principali emissioni inquinanti

Ossidi di Azoto: NO, NO₂

La formazione degli ossidi di azoto, comunemente indicati con la sigla NO_x, è da ricercare nella reazione tra N₂ e O₂, che avviene a temperature elevate. Il biossido di azoto è un gas di colore marrone chiaro, molto reattivo, presente in tutte le aree urbane. La sua presenza può dare origine ad irritazioni ai polmoni, può causare bronchiti e diminuire la capacità di resistenza alle infezioni respiratorie. È un precursore della formazione sia di ozono che delle piogge acide. Può interagire negativamente con materiali ed ecosistemi acquatici.

La principale fonte di produzione è attribuibile all'attività batterica anche se le emissioni di origine antropica (autoveicoli diesel, impianti termoelettrici e di combustione) sono presenti nelle aree limitate (le aree urbane) con elevate concentrazioni.

Particolati

Con il termine particolati vengono definite quelle particelle, solide e/o liquide, di diametro molto ridotto (variabile tra 100 e 0.1 μm) presenti in aria con tempi di persistenza e proporzioni molto variabili.

La loro permanenza in atmosfera dipende dal diametro delle particelle stesse mentre la loro presenza è dovuta in buona parte a processi naturali (eruzioni vulcaniche e azione del vento

sulla terra) e quindi alle attività dell'uomo: tipicamente le industrie di costruzioni (polvere), le fonderie e gli inceneritori di rifiuti (ceneri volanti), i processi a combustione incompleta (fumi). Da notare come il traffico urbano contribuisca alla "produzione" di particolati anche attraverso la lenta polverizzazione della gomma dei pneumatici.

Ossidi di zolfo

Il biossido di zolfo (SO_2) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante. In atmosfera la presenza di biossido di zolfo è accompagnata da quella di triossido di zolfo (SO_3); infatti, il biossido (SO_2) può essere trasformato in triossido (SO_3) mediante processi indotti dall'irraggiamento solare. In atmosfera la presenza di SO_3 è condizionata alla concentrazione di vapore acqueo, con cui SO_3 forma facilmente acido solforico (H_2SO_4).

Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. Le fonti di emissione principali sono, dunque, gli impianti fissi di combustione (produzione di energia, riscaldamento), alcuni particolari processi industriali (settore metallurgico), mentre le emissioni nel campo del traffico hanno completamente abbattuto la diffusione di ossidi di zolfo in aria. Una eccezione considerevole a questo processo di riduzione è rappresentato dal traffico navale che, per tipologia di motori e di combustibili utilizzati, rimane una fonte di SO_2 significativa.

4.2.3. Limiti di legge attualmente vigenti

La legislazione vigente prevede cinque diversi tipi di "vincoli" alle concentrazioni di sostanze inquinanti in atmosfera:

- *valori limite* per la protezione della salute umana valida su tutto il territorio nazionale;
- *valori guida* per la salvaguardia a lungo termine della salute umana e dell'ambiente finalizzati a costituire parametri di riferimento per l'istituzione di specifiche zone di protezione che necessitano di particolare tutela;
- *livelli di attenzione e di allarme* con riferimento specifico alla protezione della salute da effetti acuti in aree urbane
- *obiettivi di qualità* finalizzati alla protezione a lungo termine della salute umana in aree urbane

Il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n. 155 (recepimento della direttiva europea 2008/50/CE) stabilisce i valori limite ed il livello critico per le concentrazioni dei principali inquinanti.

Valori limite per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto

I valori limite devono essere espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 K e a una pressione di 101,3 kPa.

Periodo di mediazione	Valore limite	Data entro la quale il valore limite deve essere raggiunto
1 ora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile	01.01.2010
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	01.01.2010

Per il biossido di azoto è stabilita anche una soglia di allarme pari a 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ misurata per tre ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km^2 .

Il Decreto Legislativo del 13 agosto 2010, n. 155 stabilisce inoltre il livello critico per la protezione della vegetazione.

Periodo di mediazione	Livello critico
Anno civile	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore limite per il PM10

Periodo di mediazione	Valore limite
1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile
Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore limite per il PM_{2,5}

Limiti di legge relativi alle concentrazioni in aria ambiente del particolato atmosferico (PM_{2,5})				
Riferimento normativo	Denominazione	Periodo di mediazione	Valore di Riferimento/Limite	
D.Lgs 155/2010	valore limite annuale per la protezione della salute umana	media annua	25 µg/m ³ a partire dal 1° gennaio 2015	
		FASE I – Valore limite aumentato dei margini di tolleranza annuali		
		media annua	2011	28 µg/m ³
			2012	27 µg/m ³
			2013	26 µg/m³
			2014	26 µg/m ³
		FASE II (*)		
media annua	20 µg/m ³ a partire dal 1° gennaio 2020			
(*)Valore limite indicativo che la Commissione deve verificare, alla luce di ulteriori informazioni in materia di conseguenze sulla salute e sull'ambiente, fattibilità tecnica ed esperienza del valore obiettivo negli Stati membri				

Valori limite per il biossido di zolfo e gli ossidi di azoto

Periodo di mediazione	Valore limite
1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile
1 giorno	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile

Periodo di mediazione	Livello critico
Anno civile	20 µg/m ³
Inverno (1° ottobre - 31 marzo)	20 µg/m ³

È stabilita anche una soglia di allarme pari a 500 µg/m³ misurata per tre ore consecutive presso siti fissi di campionamento aventi un'area di rappresentatività di almeno 100 km².

Stima delle percentuali di NO₂

Per la stima del biossido di Azoto, partendo dalle concentrazioni di NO_x, è stato applicato l'approccio ARM dell'EPA (Environmental Protection Agency). Secondo l'approccio teorico sostenuto dall'EPA, noto con il nome di Ambient Ratio Model (ARM), il rapporto NO₂/NO_x nel pennacchio, a lungo termine, è uguale all'equivalente rapporto esistente nell'atmosfera. Quindi,

noto il rapporto NO_2/NO_x atmosferico, le concentrazioni di NO_2 possono essere ottenute moltiplicando le concentrazioni di NO_x , ottenute dalla simulazione, per questo rapporto.

Questa teoria è applicabile quando la composizione di ossidi di azoto totali, all'interno del pennacchio, si è stabilizzata; solitamente si indicano distanze maggiori di 10 Km dalla sorgente di emissione.

Si assume, quindi, che il rapporto NO_2/NO_x atmosferico sia pari a 0.75.

Seguendo l'approccio dell'EPA, le concentrazioni di biossido di azoto, ai diversi recettori, sono state calcolate a partire da quelle degli ossidi di azoto totali in uscita dal modello di simulazione, rispettando questa relazione:

$$[\text{NO}_2 \text{ stimata}] = 0.75 [\text{NO}_x \text{ stimata}]$$

Si sottolinea che questo approccio, nel caso in esame, risulta essere estremamente cautelativo, in quanto viene applicato anche a distanze inferiori a 10 km dalle sorgenti di emissione (Cfr. Figura 4-1) e con simulazioni di tipo 'short term'.

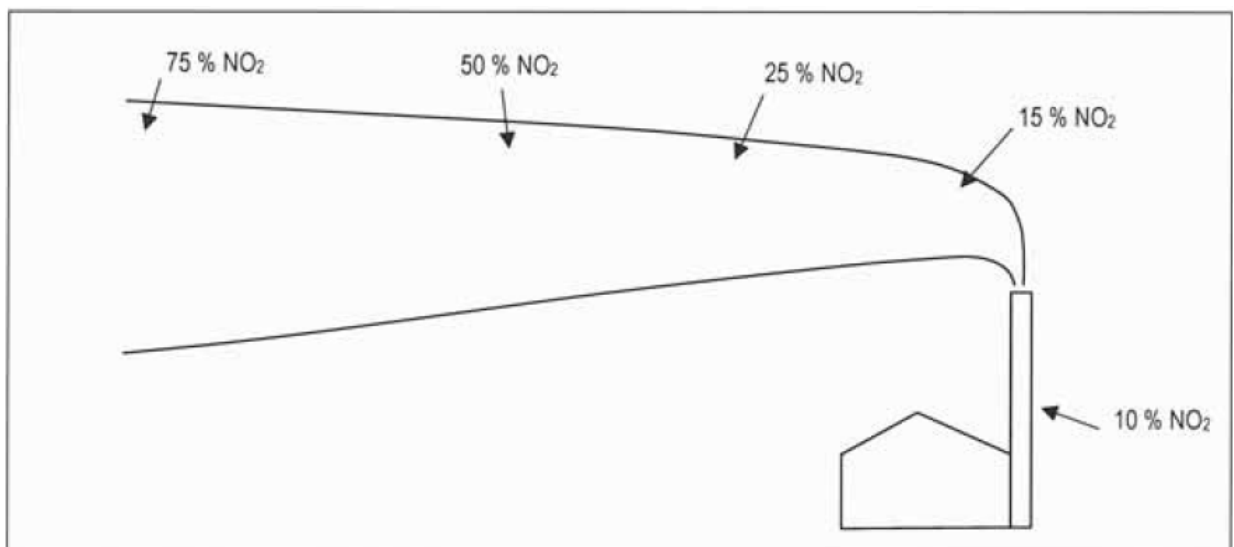


FIGURA 4-1 – CAMBIAMENTO DELLA COMPOSIZIONE DEGLI NO_x LUNGO IL PENNACCHIO

Stima delle concentrazioni di $\text{PM}_{2,5}$

Anche se il $\text{PM}_{2,5}$ viene in parte emesso come tale direttamente dalle sorgenti in atmosfera ($\text{PM}_{2,5}$ primario), esso è in parte formato attraverso reazioni chimiche fra altre specie inquinanti ($\text{PM}_{2,5}$ secondario) e si può sostenere senza troppa approssimazione che tutto il particolato secondario

all'interno del PM₁₀ (e che ne rappresenta spesso la quota dominante) sia costituito in realtà da particelle di PM_{2,5}.

Infatti, per quantificare le emissioni di PM_{2,5} delle varie attività, si è deciso di seguire l'approccio raccomandato dal World Health Organization – Office for Europe⁴, ovvero di utilizzare il coefficiente di conversione:

$$[PM_{2,5}] = 0,7 * [PM_{10}]$$

4.2.4. Quadro meteorologico di riferimento

La caratterizzazione meteo-diffusiva è un aspetto di primaria importanza per la conoscenza delle condizioni di stabilità atmosferica e quindi delle situazioni che possono favorire il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti. Nel valutare le differenti situazioni critiche che si possono verificare nel corso delle stagioni per i diversi inquinanti, è di estrema importanza considerare le differenti situazioni meteorologiche che si verificano nel periodo in esame.

Per i fenomeni di inquinamento su scala locale, l'influenza maggiore sul trasporto e la diffusione atmosferica degli inquinanti è dovuta all'intensità del vento, alle condizioni di turbolenza meccanica e termodinamica dei bassi strati atmosferici ed agli effetti meteorologici particolari, quali le brezze di mare o di monte (se presenti), cui vanno aggiunti gli effetti dovuti alla stratificazione termica verticale dell'aria. Quest'ultima può contribuire ad amplificare, a smorzare o addirittura a bloccare la dispersione di una nuvola di gas inquinante. In genere, a parità di emissione di inquinanti dalle sorgenti, le concentrazioni in aria a piccola scala sono minori quando il vento è moderato o forte e l'atmosfera è instabile nei bassi strati, oppure quando il vento è debole o assente ma vi è forte insolazione con cielo sereno e sole alto sull'orizzonte. Viceversa, le concentrazioni diventano elevate quando vi è inversione del gradiente termico verticale o in condizioni di alta pressione con vento debole, oppure in condizioni di nebbia persistente che provoca processi di accumulo.

Le caratteristiche meteo-climatiche sono generalmente descritte da preprocessori meteorologici in grado di simulare il trasporto operato dal vento e le variabili utili ai modelli per calcolare la diffusione degli inquinanti.

In questo studio il preprocessore meteorologico utilizzato è AERMET che permette la caratterizzazione dello strato limite atmosferico e la definizione delle condizioni di stabilità

⁴ WHO - Health impact of PM₁₀ and O₃ in 13 Italian cities, Martuzzi, Mitici, Iavarone, Serinelli par. 2.6.1.3 eq. 1

senza ricorrere alle classi di stabilità di Pasquill-Gillford-Turner, indicatori qualitativi dell'intensità della turbolenza atmosferica, ma valutando direttamente i parametri rappresentativi della turbolenza atmosferica. I coefficienti di dispersione, quindi, sono calcolati dai parametri di turbolenza anziché dalle classi di stabilità. Vale a dire che la turbolenza è descritta da variabili continue invece che discrete.

I parametri meteorologici utilizzati sono quelli provenienti dalla Rete di Monitoraggio Meteorologica Regionale operativa dal 1984 sul territorio veneto, i cui dati sono stati raccolti dall'OSServatorio MEteorologico Regionale (OSMER) dell'agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) del Friuli Venezia Giulia.

Sono stati considerati alcuni studi (Stravisi, F., 2001⁵) per poter avere informazioni relative agli andamenti delle serie storiche significative di dati, secondo elaborazione statiche medie mensili, e delle serie di dati orari registrati dalle centraline più rappresentative delle condizioni meteo climatiche tipiche dell'area di studio.

Sono state considerate sia serie storiche significative di dati per il periodo 1990-2000 (Stravisi, F., 2001), secondo elaborazione statiche medie mensili ed annuali, sia serie di dati orari registrati dalle centraline più rappresentative delle condizioni meteo climatiche tipiche dell'area di studio (Muggia, Trieste Molo).

Dagli andamenti di temperatura e velocità del vento si sono ricavati i dati meteorologici necessari per l'esecuzione del modello matematico diffusivo AERMOD che ha permesso di valutare la diffusione atmosferica delle emissioni inquinanti. La conoscenza del campo di vento permette, infatti, di indicare gli effetti sinergici delle diverse sorgenti di inquinamento. I modelli considerati hanno utilizzato griglie innestate con una risoluzione tale da poter considerare la topografia della zona e le sue caratteristiche.

Dati meteorologici

Per quanto riguarda la caratterizzazione meteo-diffusiva è stato necessario:

- individuare le stazioni meteorologiche rappresentative del sito, essendo presenti 3 stazioni di monitoraggio nell'area di studio (Muggia, Trieste e Sgonico);
- analizzare, sulla base delle informazioni disponibili (serie storica per il periodo 1990-2000, ed il più recente quinquennio disponibile di dati orari 2005-2010), le condizioni meteo climatiche prevalenti ed estreme nelle diverse stagioni, evidenziando sia i periodi rappresentativi sia quelli critici per la dispersione degli inquinanti in atmosfera;

⁵ Franco Stravisi. Caratteristiche meteorologiche e climatiche del Golfo di Trieste. Università di Trieste, Dipartimento di Scienze della Terra, 2001

- ricavare, attraverso l'utilizzo dei pre-processor meteorologici, i dati di ingresso per i modelli di simulazione numerica AERMOD.

Si elencano di seguito i dati meteorologici richiesti dal modello per la simulazione:

- velocità e direzione del vento, per la definizione del trasporto degli inquinanti; occorrono una o più misure al suolo e possibilmente di un profilo verticale in funzione della complessità del caso in studio;
- i tradizionali dati al suolo, quali temperatura e umidità dell'aria, radiazione solare globale e netta, precipitazione e pressione: contribuiscono, insieme ai dati territoriali e agli altri dati meteorologici, alla definizione delle caratteristiche diffusive dell'atmosfera;
- gradiente termico verticale, per la definizione delle condizioni di stabilità dell'atmosfera e per la definizione dell'altezza e intensità di inversioni termiche;
- altezza del Planetary Boundary Layer (PBL), lo strato verticale di atmosfera a contatto con il suolo dove avviene la dispersione verticale degli inquinanti;
- parametri di scala quali, ad esempio, la velocità di attrito con la superficie, il flusso di calore sensibile e la lunghezza di Monin-Obukhov.

Tali dati di ingresso hanno determinato le condizioni più rappresentative per la dispersione degli inquinanti.

Influenza delle condizioni meteorologiche sulle concentrazioni degli inquinanti aerodispersi

Le concentrazioni delle sostanze inquinanti in aria hanno un andamento, nel tempo e nello spazio, che dipende dalle quantità di inquinanti immesse, dalla distanza dalle sorgenti, dalle condizioni fisiche del mezzo in cui sono disperse e dalle loro caratteristiche di emissione/formazione. Ogni inquinante assume, in media, andamenti temporali tipici perché i fenomeni e le caratteristiche dell'ambiente che ne influenzano le concentrazioni avvengono o si ripetono (giornalmente, annualmente) in base ad una certa ciclicità o stagionalità; mentre i valori mediati su tempi brevi (orari o giornalieri) risentono fortemente della variabilità prodotta da tutti questi fattori, e quindi possono fortemente dipendere dagli eventi particolari ed eccezionali (questo avviene ad esempio per gli episodi acuti), le medie (o le mediane) relative a lunghi intervalli di tempo (e sull'intero ciclo di ripetizione dei fenomeni, ad esempio annuali) non risentono che minimamente delle fluttuazioni cicliche di questi fattori e delle loro particolari deviazioni su tempi brevi.

Gli inquinanti primari hanno in genere un forte gradiente spaziale, le concentrazioni diminuiscono rapidamente allontanandosi dalle sorgenti e sono costituite in massima parte

dal traffico veicolare; in vicinanza delle sorgenti le loro concentrazioni possono essere considerate in prima approssimazione mediamente proporzionali alle emissioni. La variabile meteorologica che più influenza tali concentrazioni è il vento: venti superiori ai 4-5 m/s possono ridurre le concentrazioni dei primari a valori minimi anche in vicinanza delle sorgenti. Lontano da queste, i limiti normativi vengono generalmente sempre rispettati e le concentrazioni possono risultare spesso ai limiti della sensibilità della strumentazione di rilevamento.

Le concentrazioni di questi inquinanti primari, generalmente più alte in presenza di condizioni di stabilità atmosferica, possono raggiungere comunque valori medi elevati anche quando non si verificano le situazioni più tipiche di stabilità, ad esempio con situazioni cicloniche caratterizzate da deboli piogge e assenza di vento: la pioggia non produce un'automatica azione dilavante su queste sostanze.

Diverse considerazioni devono essere fatte per gli ossidi di azoto (NO_x) nella forma di NO come sostanza prevalente direttamente emessa; è importante osservare che, a differenza degli altri inquinanti primari precedentemente esaminati, le sorgenti di NO_x non sono esclusivamente quelle dovute al traffico veicolare. Pur non avendo limiti di legge, le concentrazioni di NO risultano importanti, poichè da queste dipendono più o meno direttamente le concentrazioni degli inquinanti secondari o fotochimici (NO_2 ed O_3). La partecipazione dell'NO alla serie di reazioni fotochimiche che portano alla formazione di NO_2 e a quella determina, in particolare d'estate, per tali concentrazioni un andamento che mostra dipendenza dalla radiazione solare e dalla temperatura. Inoltre, gli NO_x risultano fortemente ridotti in presenza di pioggia.

Elaborato lo scenario di riferimento della qualità dell'aria, è stata valutata la differenza tra le concentrazioni dello scenario di riferimento della qualità dell'aria e i valori limite che devono essere rispettati (normativa).

Analisi dei dati Meteorologici

La caratterizzazione meteo-climatica dell'area di studio sono state prese in esame, nella fase iniziale, le analisi effettuate negli studi precedenti dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia (ARPA-FVG, 2009⁶). Conseguentemente, è stata realizzata un'indagine estesa alle principali grandezze meteorologiche di interesse per la diffusione degli inquinanti, misurate nelle stazioni meteorologiche scelte (Muggia e Trieste Molo, Figura 4-2) e tali da rappresentare le caratteristiche medie meteo-diffusive dell'area di studio. In Tabella 4-1 sono individuate dal codice 1 (Trieste Molo) e 2 (Muggia).

TABELLA 4-1 – COORDINATE GEOGRAFICHE DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ANALIZZATE

Cod	Stazione	Lat. N	Long. E	m s.l.m.
1	Trieste Molo	45.6500	13.7500	1
2	Muggia	45.6100	13.7500	0

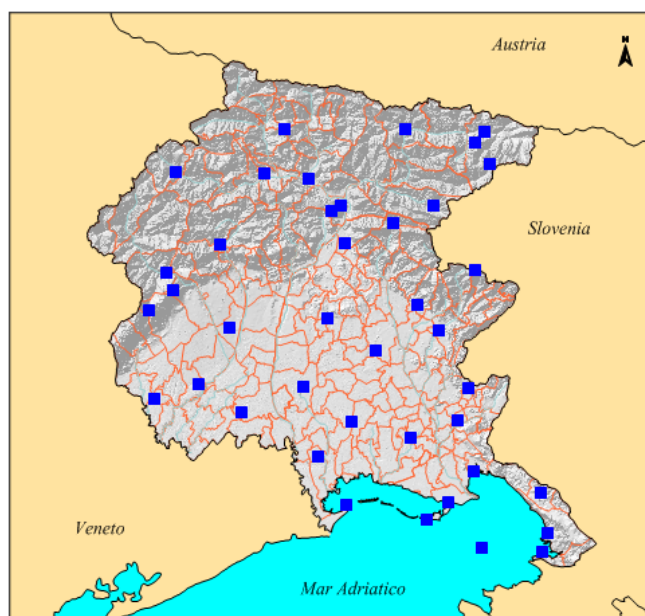


FIGURA 4-2 – CENTRALINE METEOROLOGICHE PRESENTI NELLA REGIONE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

⁶ ARPA-FVG, La qualità dell'aria della città di Trieste con particolare riferimento alla zona di Servola, 2009

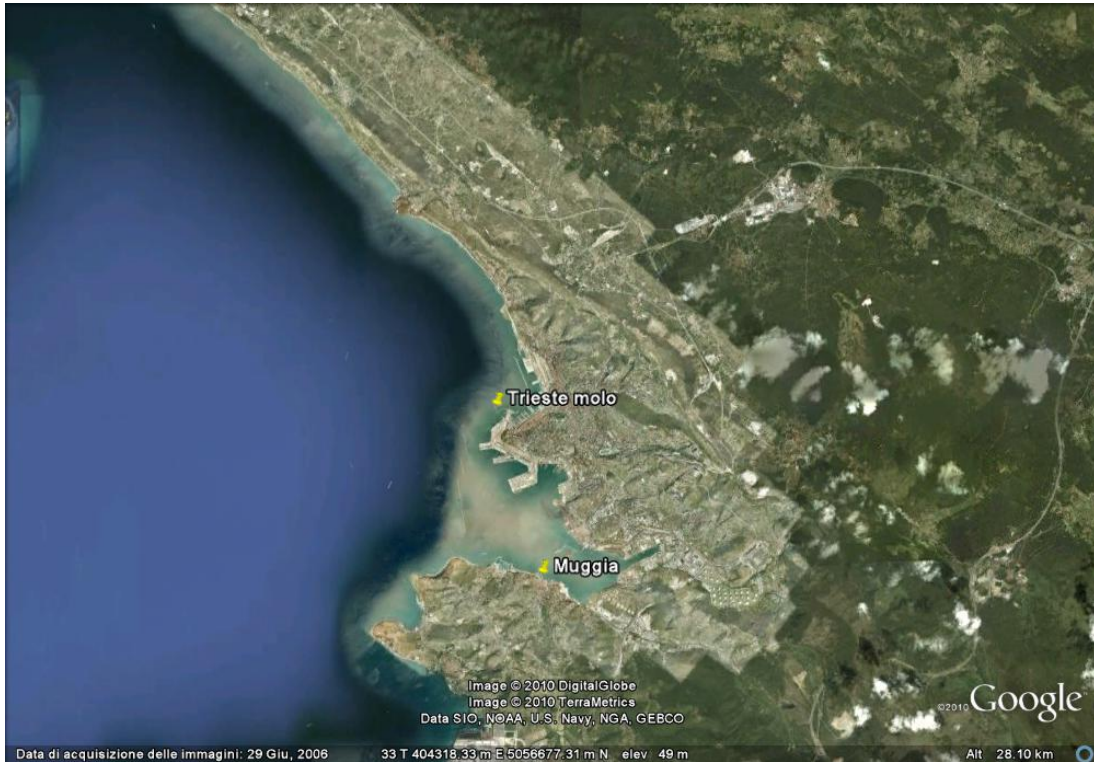


FIGURA 4-3 – POSIZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO DI TRISTE MOLO E MUGGIA

Nella stazione di Trieste Molo (Lat. N 45.6500 e Long. E 13.7500) sono stati registrati i seguenti parametri meteorologici:

- direzione e intensità orizzontale del vento a 10 m;
- temperatura;
- radiazione solare.

Nella Stazione di Muggia (Lat N45.6100'e Long. E 13.7500) sono presenti i valori di:

- direzione e intensità orizzontale del vento a 5 m;
- temperatura.

Si ricorda che, relativamente ai processi meteorologici che avvengono a scala locale, questi sono principalmente governati dal vento e dalla differenza di temperatura tra il suolo e l'aria sovrastante, grandezze che determinano la diluizione o il ristagno degli inquinanti in atmosfera.

I dati forniti non presentano lacune (assenza completa del dato) ed anomalie, in subiscono quotidianamente un processo di controllo della qualità e successiva validazione, applicando un sistema semiautomatico che integra le osservazioni su tutto il territorio regionale.

Per il calcolo di parametri necessari allo studio diffusionale, quali la lunghezza di Monin-Obukov, l'altezza di mescolamento e le condizioni di stabilità atmosferica, risulta necessario possedere un set completo di dati meteorologici al suolo (temperatura, direzione e intensità del vento, umidità, pressione, radiazione solare).

Per questo sono stati scelti i valori dei parametri meteorologici registrati dalla centralina di Trieste Molo (sede del monitoraggio di più parametri) come rappresentativa delle condizioni meteo-climatiche dell'area di studio.

La Tabella 4-2 riporta le analisi della serie storica dei dati climatici medi di Trieste del decennio 1991-2000; in particolare:

- le medie degli estremi giornalieri sono indicate nelle colonne (min/max), gli estremi assoluti nelle colonne (MIN/MAX);
- le medie annuli, la pressione atmosferica al livello del mare è di 1016.5 hPa, la temperatura di 15.0 °C, l'umidità relativa 64%, la velocità media del vento di 3.03 m/s (11 km/h) con una massima raffica, registrata il 25 dicembre 1996, di 50 m/s (181 km/h) da ENE (bora). L'altezza media annuale delle precipitazioni è di 976 mm.

Il regime dei venti è caratterizzato dalle brezze locali, da invasioni di aria continentale (la bora) e da episodi di venti adriatici meridionali (scirocco); la distribuzione media annuale della durata e del percorso del vento nei diversi settori di provenienza è illustrata nella Figura 4-4.

Le brezze di mare a Trieste provengono dal IV quadrante (NW); caratteristiche delle giornate soleggiate, iniziano dopo l'alba e terminano prima del tramonto e sono più intense nei mesi estivi. Le brezze di terra dal I e II quadrante, di minore intensità, sono presenti di notte.

Dall'analisi dei dati climatici nel decennio 1991_2000 si nota una evidente persistenza nella direzione del vento che è caratterizzato anche da episodi di bora, vento dominante caratteristico del Golfo di Trieste; il suo percorso annuale è mediamente uguale alla circonferenza terrestre. Veloce e turbolento, questo vento può raggiungere velocità massime molto elevate. La sua direzione media si mantiene relativamente costante, da ENE; tende verso NE all'aumentare della velocità e verso E negli episodi meno intensi (borino). La bora porta sul golfo di Trieste aria continentale, normalmente più secca e perciò più densa di quella presente sul posto. Il vento, scendendo dall'altipiano carsico, tende quindi ad aumentare per gravità la sua velocità, e per tale motivo è detto catabatico.

TABELLA 4-2 – CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI METEOROLOGICHE ANALIZZATE

OM		Pressione atmosferica I.n.m. (hPa)						Temperatura dell'aria (°C)						Umidità relativa (%)						Vento (m/s)			Precip. (mm)		
		med		esc		MIN		max		MIN		MAX		med		esc		MIN		MAX		med	max	da	tot
		med	esc	min	max	MIN	MAX	med	esc	min	max	MIN	MAX	med	esc	min	max	MIN	MAX	med	max	da	tot		
GEN	1021.6	5.6	1018.9	1024.6	993.6	1039.1	6.4	4.1	4.5	8.7	-4.3	16.7	68	22	56	78	10	99	3.48	48	ENE	42.8			
FEB	1020.3	5.9	1017.4	1023.4	990.9	1038.8	6.9	5.0	4.6	9.6	-8.0	18.1	63	28	48	76	12	99	2.91	42	NE	40.0			
MAR	1017.7	5.6	1015.0	1020.6	983.2	1036.6	9.8	5.2	7.4	12.7	-1.2	21.7	62	31	47	77	13	99	2.90	42	ENE	44.1			
APR	1013.1	5.2	1010.7	1015.9	991.2	1034.4	13.2	5.5	10.6	16.1	3.1	28.0	64	31	48	79	14	99	2.69	42	ENE	80.3			
MAG	1014.8	4.3	1012.8	1017.1	989.8	1029.3	18.3	6.1	15.4	21.5	9.0	30.8	61	31	45	76	19	97	2.82	38	NE	81.3			
GIU	1014.9	4.0	1013.0	1017.0	997.5	1030.2	21.9	6.4	18.7	25.0	11.4	33.9	61	30	46	76	24	97	2.73	41	ENE	78.0			
LUG	1014.3	3.8	1012.5	1016.2	998.0	1025.1	24.3	6.7	21.0	27.8	13.6	35.6	57	30	42	72	21	97	2.80	32	NE	74.0			
AGO	1014.8	3.4	1013.1	1016.5	997.7	1024.3	24.8	6.5	21.7	28.2	12.1	36.0	58	31	43	74	19	99	2.79	39	NE	72.2			
SET	1015.2	4.3	1013.1	1017.4	990.8	1027.2	20.3	6.1	17.4	23.5	10.0	30.8	64	28	50	78	17	99	2.81	35	NE	113.2			
OTT	1016.9	5.1	1014.4	1019.5	991.1	1034.9	15.6	5.3	13.2	18.5	3.4	27.9	67	24	55	79	20	99	3.51	45	NE	147.5			
NOV	1016.8	5.9	1013.9	1019.8	988.3	1035.7	11.0	4.3	9.0	13.3	-1.6	21.6	70	24	57	82	14	99	3.41	44	ENE	127.0			
DIC	1018.2	6.6	1015.0	1021.5	974.9	1039.2	7.5	4.1	5.5	9.6	-6.9	16.7	69	23	57	80	7	99	3.47	50	ENE	75.9			
anno	1016.5	5.0	1014.1	1019.1	974.9	1039.2	15.0	5.4	12.5	17.9	-8.0	36.0	64	28	49	77	7	99	3.03	50	ENE	976.2			

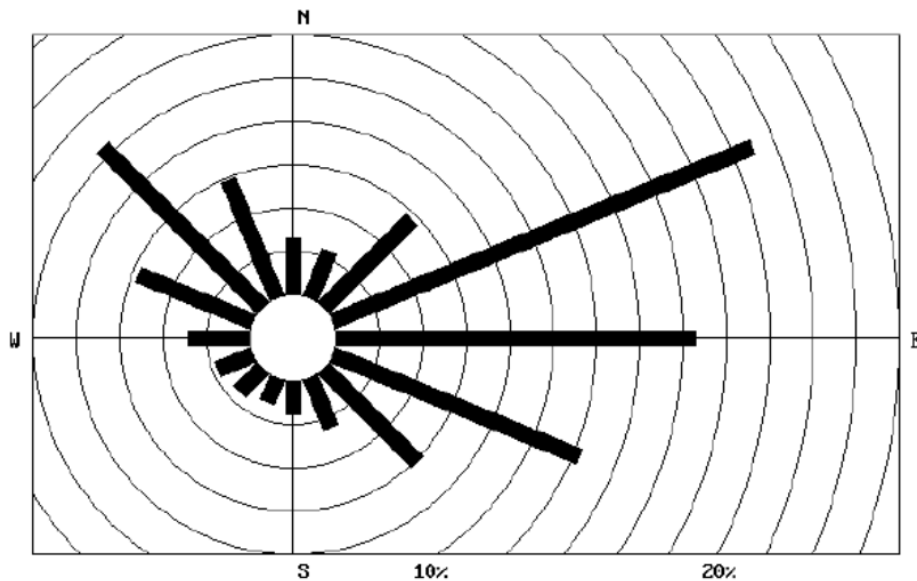


FIGURA 4-4 – DURATA PERCENTUALE MEDIA ANNUALE DEL VENTO RIFERITI AL DECENNIO 1991-2000

Riprendendo le elaborazioni effettuate nel periodo 2003_2008 dall'ARPA_FVG (ARPA_FVG, 2009), si osserva una spiccata coerenza della frequenza di provenienza del vento nei vari ottanti (Figura 4-5); si conferma, sia nel quinquennio esaminato (linea blu per gli ottanti e rossa per le calme di vento) che nell'anno 2008 (linea verde), che nell'area triestina i venti prevalenti provengano dai quadranti E, NE.

Rispetto all'intensità del vento riportata nelle analisi effettuate nel piano di qualità dell'aria (ARPA_FVG, 2009), si osserva una maggiore intensità.

La Figura 4-6 consente di evidenziare il numero di giornate che presentavano una velocità media di vento > 2 m/sec, nel periodo temporale 2003-2007 e nel corso dell'anno 2008; questi grafici confermano che l'area triestina risulti essere particolarmente ventosa con oltre 230 giorni con velocità maggiore a 2 m/s. Relativamente all'anno 2008, i cui giorni ventilati sono indicati in colore rosso, si osservano un numero di giornate lievemente inferiori alla media nei primi 5 mesi dell'anno con un successivo incremento, particolarmente evidente nei mesi di ottobre e dicembre.

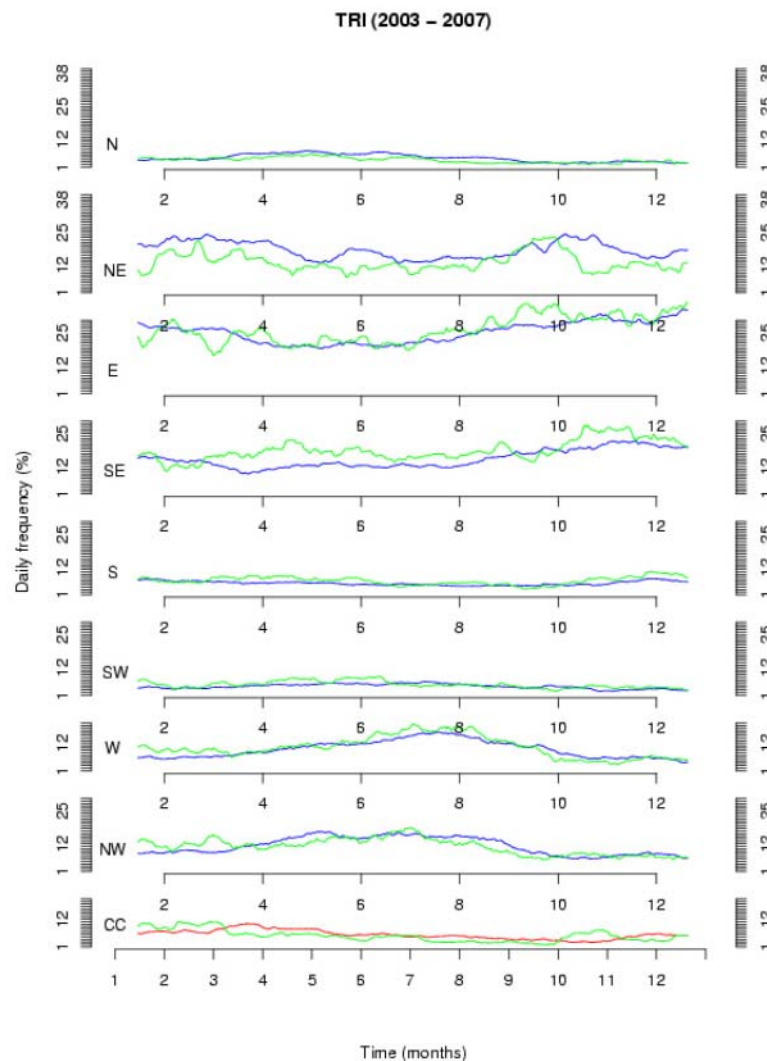


FIGURA 4-5 – FREQUENZE DI PROVENIENZA DEL VENTO NEI VARI OTTANTI (LA LINEA BLU INDICA LA MEDIA 2003-2007; LA LINEA ROSSA L'ANDAMENTO 2008) E FREQUENZA DI GIORNATE CON CALMA DI VENTO (RIQUADRO CC, LA LINEA ROSSA INDICA LA MEDIA 2003-2007, LA LINEA VERDE L'ANDAMENTO 2008)

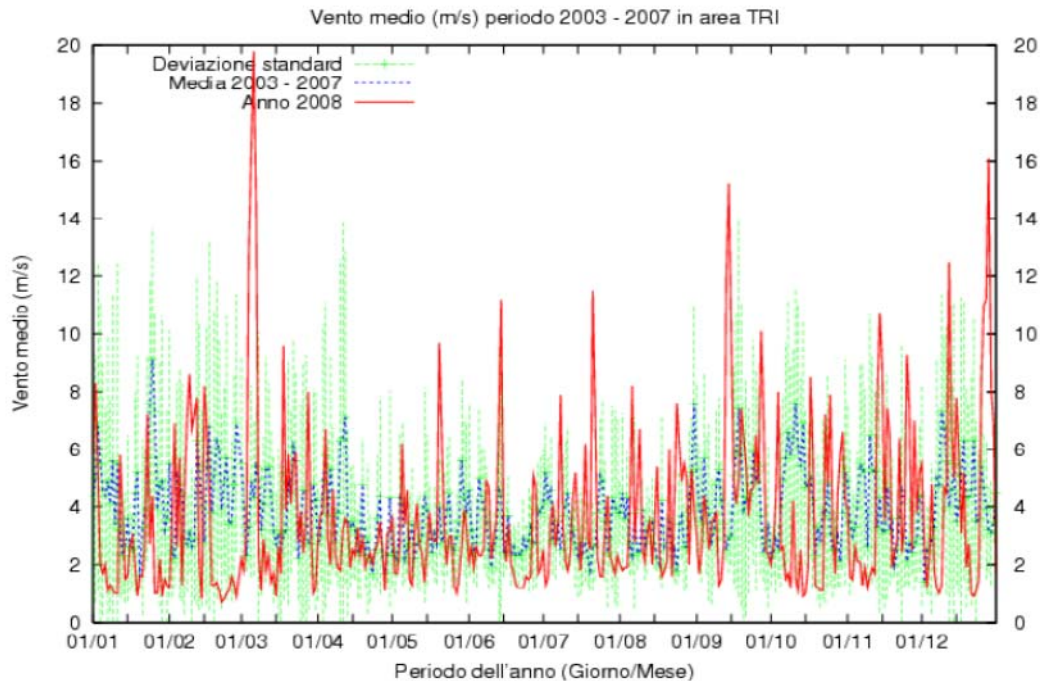


FIGURA 4-6 – INTENSITÀ MEDIA GIORNALIERA DEL VENTO NEL PERIODO 2003-2007(LINEA BLU) E NELL’ANNO 2008 (LINEA ROSSA). L’OMBREGGIATURA VERDE INDICA L’INTERVALLO CORRISPONDENTE A UNA DEVIAZIONE STANDARD

Sulla base delle indicazioni fornite dall’analisi descrittiva dei dati, è stato scelto, all’interno del quinquennio di dati analizzato per la stazione di Trieste Molo, l’anno completo più recente (2009) come rappresentativo delle fenomenologie anemologiche e climatiche.

Nella Figura 4-7 è illustrata la rosa dei venti relativa a valori medi orari normalizzati registrati durante l’anno 2009; nella prassi meteorologica, nelle rose dei venti è consuetudine indicare l’angolo di direzione del vento, per convenzione l’angolo di provenienza del vento, in senso orario rispetto al nord. Al contrario, nell’ambito della simulazione della dispersione degli inquinanti, è più efficace rappresentare non la direzione del vento (ossia l’angolo di provenienza), ma piuttosto il vettore del vento (ossia la direzione verso cui soffia il vento).

In questo studio, per l’analisi dei dati meteo verrà adottata la prima convenzione descritta.

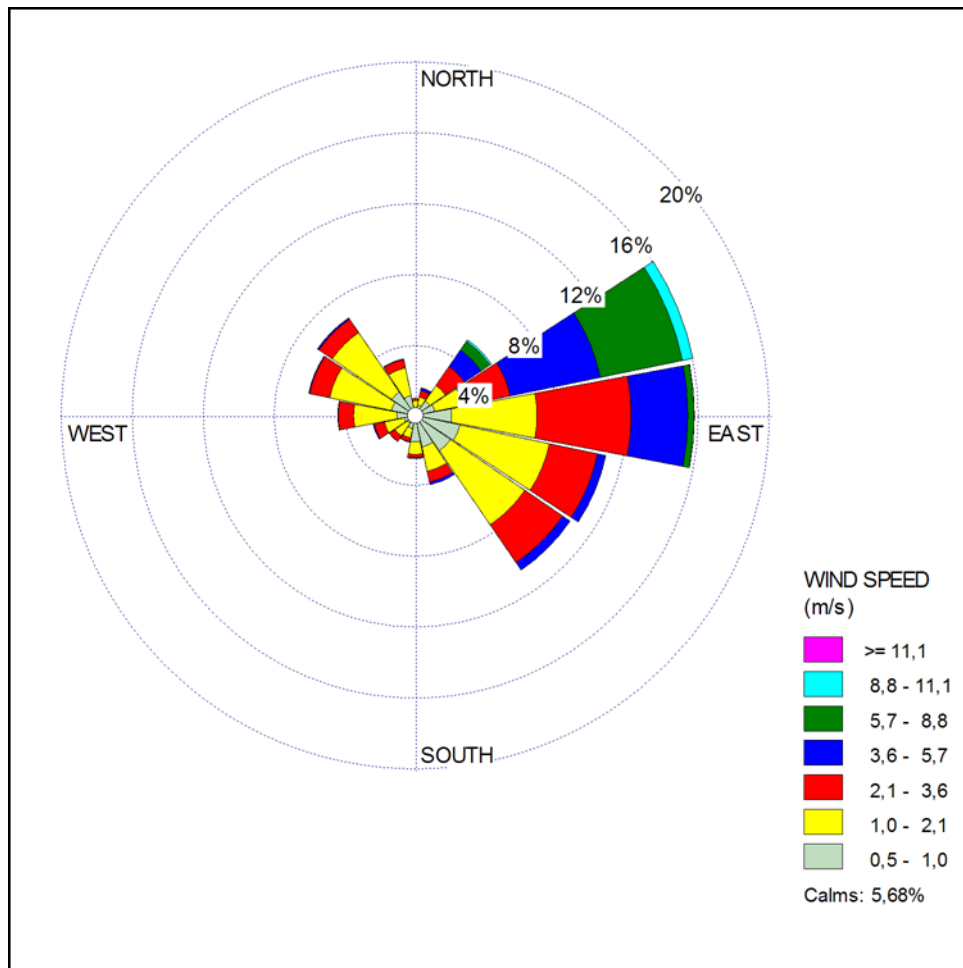


FIGURA 4-7 – ROSA DEI VENTI IN LOCALITÀ TRIESTE MOLO PER L'ANNO 2009

Per quanto riguarda la distribuzione dei vettori vento dalla Figura 4-7 si individua una direzione prevalente di provenienza nord-est (centrata intorno ai 0° e 45°) ed in minore evidenza sud-est (centrata intorno ai 90° e 180°).

Si può ipotizzare che l'asse di direzione individuato dalla direzione prevalente del vento (NNE) sia legato alle caratteristiche del vento (geostrofiche) e non all'orografia e morfologia del sito.

Tali considerazioni sono supportate dall'analisi del campo di vento effettuata per le serie storiche ed analisi degli ultimi anni.

Analizzando la rosa del vento (Figura 4-7) e il grafico della distribuzione delle frequenze delle intensità (Figura 4-8), si osserva che il 56,2% dei valori è inferiore ai 2 m/s, il 5,7% rappresenta le condizioni di calma di vento, al di sotto di 0,5 m/s, e solo il 17,5% è al di sopra dei 3,6 m/s; quindi, un'intensità minore rispetto agli andamenti rilevati nel periodo

2003-2008, come emerso dalle considerazioni precedentemente effettuate. Ciò costituisce una condizione di maggiore cautela e massima prudenza per lo studio delle dispersioni degli inquinanti.

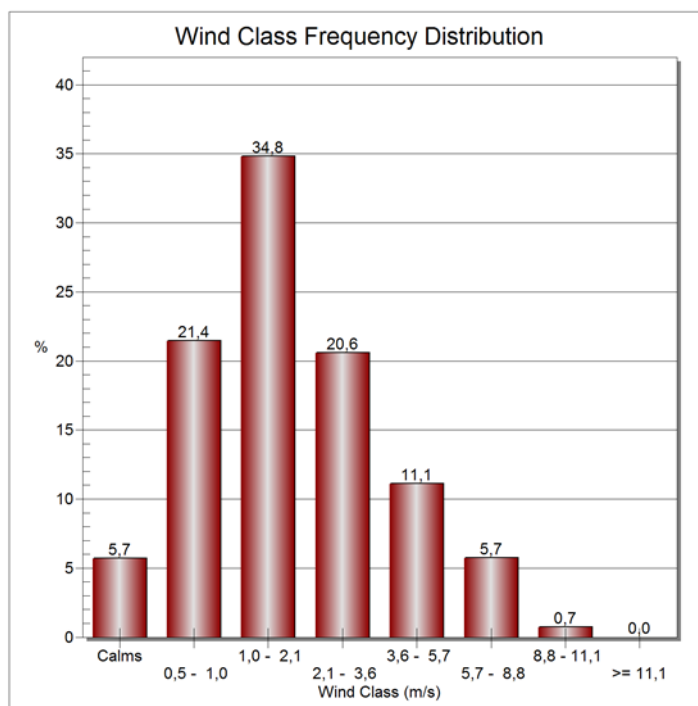


FIGURA 4-8 – DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE DELLA VARIABILE INTENSITÀ DEL VENTO DURANTE L'ANNO 2009 IN LOCALITÀ TRIESTE MOLO

A causa della larga frequenza delle condizioni di basso vento (<2 m/s) riscontrata nelle stazioni meteo considerate, la caratterizzazione della turbolenza atmosferica mediante le classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner (PGT) è inadeguata a descrivere la turbolenza atmosferica nell'area di studio, in quanto la larghissima frequenza dei venti con velocità compresa fra 0.5 e 2 m s⁻¹ (cioè appartenenti alla prima classe PGT di velocità del vento) comporta sia una pesante sovrastima della frequenza delle condizioni neutre di turbolenza (classe D), che considerare la turbolenza quasi indipendente dalla velocità del vento, ma proporzionale alla sola insolazione.

È necessario, quindi, rivolgersi alla caratterizzazione della turbolenza dello strato limite atmosferico mediante i parametri micrometeorologici: flusso di calore sensibile superficiale (Qh), velocità d'attrito (u^*), lunghezza di Monin-Obukhov (L_{MO}) e velocità di scala convettiva (w^*).

Analizzando l'andamento dei valori di temperatura, si rileva che i valori medi di temperatura (Figura 4-8 e Figura 4-10) non evidenziano un andamento sostanzialmente difforme da quello rilevato nel corso degli anni precedenti, se non per episodici spike termici avvenuti nel corso del 2009.

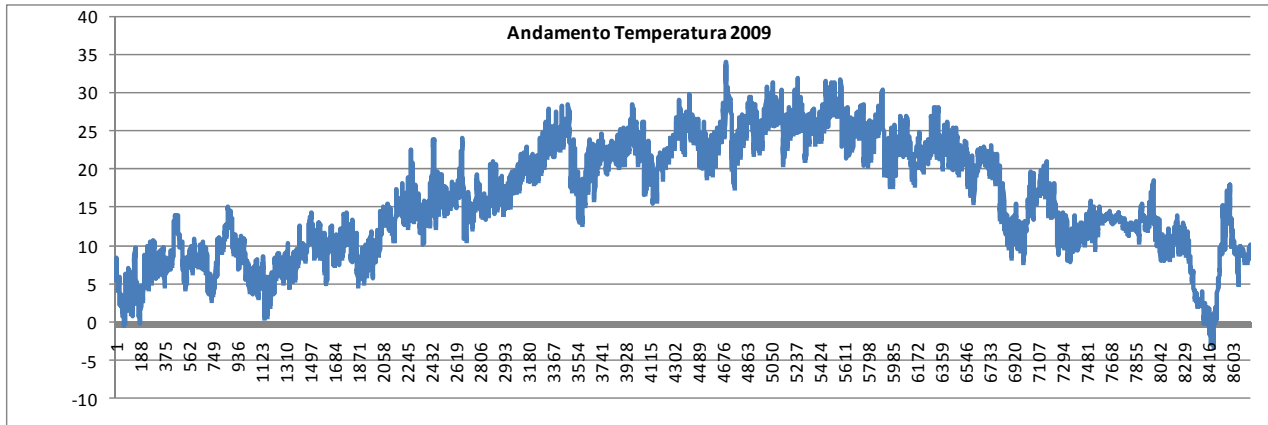


FIGURA 4-9 - ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NELL'ANNO 2009

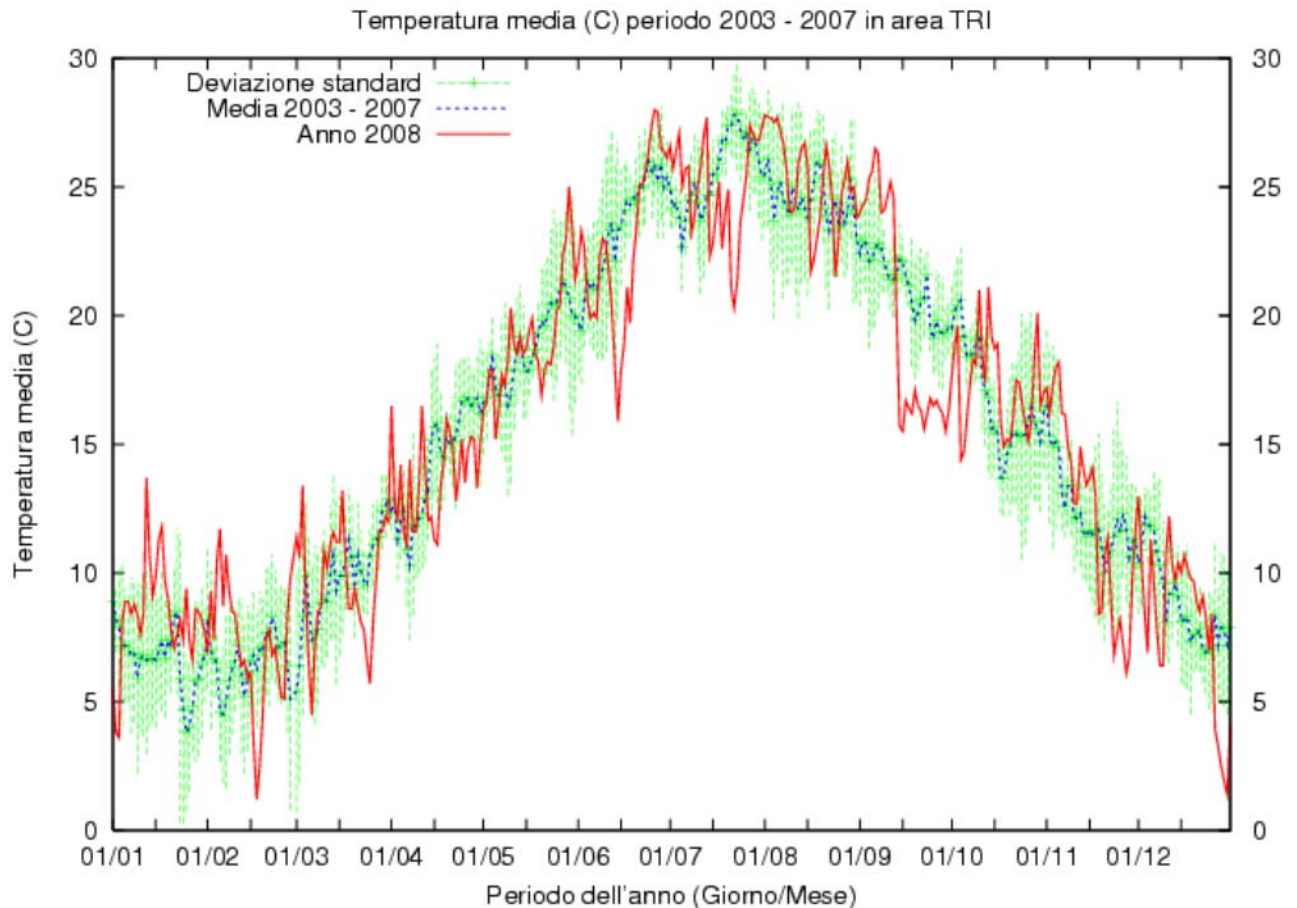


FIGURA 4-10 – VALORI MEDI DI TEMPERATURA MEDIA RILEVATI NEGLI ANNI 2003-2007 E NEL CORSO DEL 2008. LA LINEA BLU INDICA L'ANDAMENTO MEDIO NEL QUINQUENNIO 2003-2007, LA LINEA ROSSA L'ANDAMENTO NEL 2008, L'OMBREGGIATURA INDICA L'INTERVALLO CORRISPONDENTE AD UNA DEVIAZIONE STANDARD.

Per quanto riguarda la radiazione solare, l'anno 2008 è stato un anno particolarmente umido e piovoso, come indicato nel piano di qualità dell'aria di Trieste (ARPA-FVG, 2009) ed è, quindi, prevedibile che il valore della radiazione solare possa risultare, nello stesso anno, inferiore a quello rilevato nel precedente periodo di osservazione e nell'anno 2009 (Figura 4-11 e Figura 4-12).

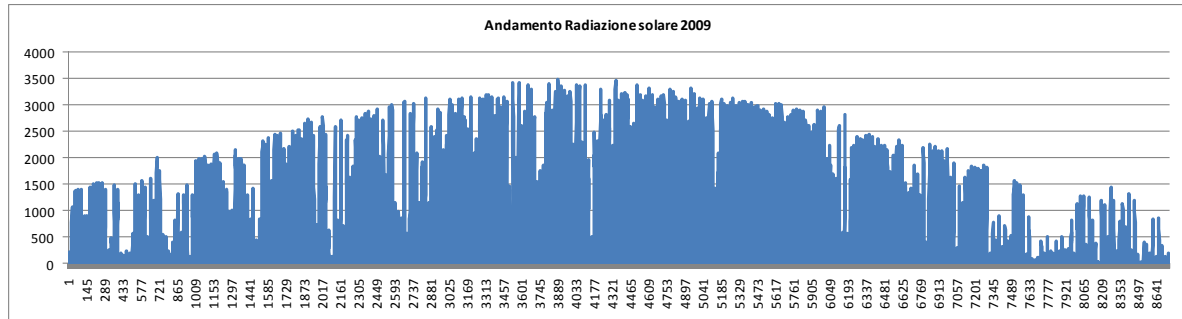


FIGURA 4-11 – VALORE DELLA RADIAZIONE SOLARE CUMULATA (kJ/M²) NEL CORSO DELL'ANNO 2009

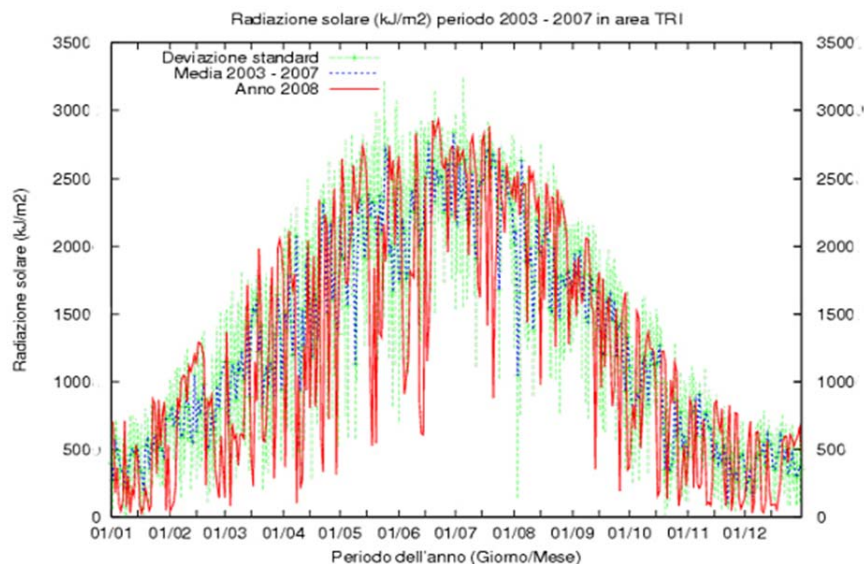


FIGURA 4-12 – VALORE DELLA RADIAZIONE SOLARE CUMULATA (kJ/M²) NEL PERIODO 2003-2007 (LINEA BLU) E NEL CORSO DELL'ANNO 2008 (LINEA ROSSA)

Rappresentatività temporale

I dati meteorologici devono rappresentare valori medi nell'intervallo di tempo su cui sono calcolate le concentrazioni (tipicamente un'ora), mentre l'analisi statistica deve essere effettuata su osservazioni su un periodo di alcuni anni, con passo temporale minore di 3 h.

In alcune simulazioni di scenario sono state considerate caratteristiche meteorologiche e dispersive medie per un giorno o per un periodo; in altre parole, è stato ricostruito l'andamento orario delle grandezze dinamiche e termiche, a partire dall'analisi statistica di periodi corrispondenti, effettuata sulla serie di dati disponibili. È stato, quindi, definito un giorno-tipo o periodo-tipo (settimana, stagione, anno) su cui eseguire il modello; in questi

casi, il confronto fra le concentrazioni calcolate e misurate è stato possibile per quei casi in cui, anche per le concentrazioni misurate, sia stato possibile produrre una statistica consolidata relativa all'intervallo considerato (in questa analisi si è scelto un periodo pari ad un anno).

Descrizione della turbolenza atmosferica

Secondo l'approccio più rigoroso e realistico, per la stima della turbolenza atmosferica è necessario il calcolo di alcuni parametri di scala, quali:

- *Friction velocity*
- Flusso turbolento di calore sensibile
- Lunghezza di Monin-Obukhov
- Temperatura di scala

Tali parametri sono derivati mediante il metodo del bilancio energetico superficiale (Surface Energy Balance Method).

Le condizioni di stabilità atmosferica sono rappresentate dalla lunghezza di Monin-Obukhov che pesa il rapporto fra la produzione meccanica e quelle convettiva della turbolenza nello strato limite atmosferico. Essa è definita come:

$$L_{MO} = - \frac{\rho c_p T (u^*)^3}{\kappa g Q_h}$$

dove ρ , c_p e T sono la densità, il calore specifico e la temperatura dell'aria, g è l'accelerazione gravitazionale e k è la costante di von Karman.

E' un parametro fondamentale per caratterizzare la stabilità atmosferica; infatti, fornisce una parametrizzazione continua della stabilità.

Poiché la Lunghezza di Monin Obukhov (L_{MO}) diverge in condizioni neutre ($Q_h \gg 0$), di solito se ne considera il reciproco.

Per condizioni atmosferiche stabili $L_{MO} > 0$, lo strato limite ha una struttura stratificata e la turbolenza è prevalentemente origine meccanica; per le condizioni atmosferiche instabili ($L_{MO} < 0$) si ha una turbolenza prevalentemente di origine convettiva. Si ricorda che la:

- turbolenza meccanica, relativa, come sempre, all'attrito del fluido viscoso atmosferico con la superficie rigida e rugosa del terreno;

- turbolenza termica o convettiva, legata allo squilibrio presente tra terreno caldo e aria più fredda, che genera vortici di maggiori dimensioni i quali, spinti dalla forza di Archimede, salgono verso l'alto del PBL.

Classi di stabilità

Il modello adottato per questo studio, AERMOD-PRIME, si basa sull'approccio appena esposto per la simulazione della turbolenza, non ricorrendo alla semplificazione, ormai obsoleta, della classificazione degli episodi secondo classi di stabilità. Per questo motivo AERMOD è un modello di ultima generazione, che si è dimostrato sempre più affidabile dei suoi predecessori tanto da farlo indicare dall'EPA come modello di riferimento a scopo "regulatory" diversamente dal suo predecessore (ISC3) che non adottava questa modellizzazione fisica.

Pertanto non sarà effettuata una caratterizzazione in termini di classi di stabilità.

4.2.5. Stima delle emissioni puntuali, lineari ed areali

La metodologia adottata per la valutazione della componente è basata sulla valutazione dell'attuale scenario emissivo, per le sole sorgenti modificate dalle opere.

Lo scenario attuale, così come quelli futuri e di cantiere, coinvolge diverse categorie di sorgenti emissive:

- quelle relative alle emissioni diffuse, ovvero relative alle attività urbane così come inventariate dall'inventario regionale delle emissioni;
- quelle legate ai trasporti, che sono essenzialmente afferenti alle due tipologie principali trasportistiche: quelle stradali e quelle navali. In particolare, le sorgenti navali possono essere schematizzate, a loro volta, come sorgenti legate al transito delle navi nell'area portuale oppure allo stazionamento in banchina.

È importante segnalare che l'inventario delle emissioni ricomprende, negli opportuni settori (VI e VIII), i trasporti terrestri e navali. Nell'ottica della massima cautela e nell'impossibilità di disaggregare correttamente le emissioni (ad esempio il traffico urbano dalla viabilità di scorrimento), si è optato per sommare alle emissioni diffuse le emissioni concentrate (di tipo puntuale o lineare) dovute alle sorgenti di trasporto, che sono quelle effettivamente alterate dai diversi scenari presi in considerazione.

4.3. Stima delle emissioni puntuali, lineari ed areali

4.3.1. Scenari emissivi

Ai fini della valutazione dell'impatto in atmosfera delle opere previste dall'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste sono stati sviluppati tre scenari emissivi di esercizio:

1. Scenario Attuale;
2. Scenario di Breve Termine;
3. Scenario di Lungo Termine.

A questi si aggiungono 2 ulteriori scenari che riguardano i cantieri:

1. Cantiere di Breve Termine
2. Cantiere di Lungo Termine

Infine è stato valutato un ultimo scenario di esercizio relativo alla valutazione dell'intervento di elettrificazione di alcune banchine:

1. Scenario di Lungo Termine con Banchine Elettrificate

Sebbene la programmazione dei cantieri si articoli in diverse fasi e su vari anni è stata effettuata una scelta conservativa, ossia quella di simulare **tutta la fase di cantiere come contemporanea**, pertanto gli scenari di cantiere simulati sono quelli di picco.

Lo scenario attuale coinvolge ovviamente le sorgenti emissive dell'area portuale secondo le più recenti rilevazioni e studi riportati nella descrizione dello stato dei trasporti su strada e via mare contenuti nell'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste.

Tutti gli scenari fanno riferimento a diverse categorie di sorgenti emissive: quelle relative alle **emissioni diffuse** ovvero quelle relative alle attività urbane così come inventariate dall'inventario regionale delle emissioni⁷; quelle legate ai trasporti che sono essenzialmente afferenti alle due principali tipologie trasportistiche: quelle **stradali** e quelle **navali**. In particolare le sorgenti navali possono essere schematizzate, a loro volta, come sorgenti dovute al transito delle navi nell'area portuale ed il loro stazionamento in banchina.

Va segnalato che l'inventario delle emissioni ricomprende, negli opportuni settori (VI e VIII) i trasporti terrestri e navali. Nell'ottica della massima cautela e nell'impossibilità di disaggregare correttamente le emissioni (ad esempio traffico urbano dalla viabilità di

⁷ <http://www.inventaria.sinanet.apat.it>, sito web dell'APAT con la guida agli inventari locali.

scorrimento) si è optato per **sommare alle emissioni diffuse le emissioni concentrate** (di tipo puntuale o lineare) dovute alle sorgenti di trasporto che sono quelle effettivamente alterate dai diversi scenari presi in considerazione.

4.3.2. Stima delle emissioni diffuse

Per le emissioni diffuse sono stati adottati i valori raccolti nell'inventario Regionale delle Emissioni. L'Inventario Regionale delle Emissioni in Atmosfera è aggiornato al 2010 ed è basato sulla metodologia INEMAR; garantisce, per l'anno di riferimento e per gli inquinanti di interesse, la stima delle emissioni per ciascun comune e per ciascuna attività definita adottando la nomenclatura SNAP97 della metodologia CORINAIR. La classificazione delle Attività SNAP97 è quella adottata a livello europeo, organizzata in Macrosettori, Settori e singole Attività.

INEMAR (INventario EMISSIONi ARia) è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, attualmente utilizzato in sette regioni e due province autonome. Il sistema permette di stimare le emissioni dei principali macroinquinanti (SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀ e PTS) e degli inquinanti aggregati (CO_{2eq}, precursori dell'ozono e sostanze acidificanti) per numerosi tipi di attività e combustibili.

Inizialmente realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte, dal 2003 INEMAR è gestito e sviluppato da ARPA Lombardia. Dal 2006 il suo utilizzo è condiviso nell'ambito di un accordo quadro interregionale fra le regioni Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche e le Province Autonome di Trento e di Bolzano.

Per questo studio, sono state prese in considerazione le emissioni dei comuni di Trieste, Muggia e S. Dorligo, i cui territori comunali circondano l'area oggetto di intervento. I valori utilizzati nelle simulazioni sono riportati nelle tabelle successive.

TABELLA 4-3 - EMISSIONI COMUNALI RELATIVE AL COMUNE DI S. DORLIGO

S. DORLIGO				
MACROSETTORE		NOx	PM10	SO2
2	Combustione non industriale	9,868	19,128	2,394
3	Combustione nell'industria	13,632	0,980	24,713
4	Processi produttivi		0,287	
5	Estrazione e distribuzione combustibili			
6	Uso di solventi			

7	Trasporto su strada	54,144	4,836	0,109
9	Treatmento e smaltimento rifiuti			
10	Agricoltura	0,003	0,007	
11	Altre sorgenti e assorbimenti	2,010	2,273	0,402
	<i>TOT [ton/anno]</i>	<i>79,657</i>	<i>27,512</i>	<i>27,619</i>

TABELLA 4-4 - EMISSIONI COMUNALI RELATIVE AL COMUNE DI MUGGIA

MUGGIA				
N.	MACROSETTORE	NOx	PM10	SO2
2	Combustione non industriale	11,827	14,174	2,043
3	Combustione nell'industria	38,583	1,018	10,722
4	Processi produttivi		0,747	
5	Estrazione e distribuzione combustibili			
6	Uso di solventi		0,216	
7	Trasporto su strada	56,756	5,433	0,138
10	Agricoltura	0,002	0,002	
11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,044	0,514	0,009
	<i>TOT [ton/anno]</i>	<i>107,211</i>	<i>22,105</i>	<i>12,911</i>

TABELLA 4-5 - EMISSIONI COMUNALI RELATIVE AL COMUNE DI TRIESTE

TRIESTE				
N.	MACROSETTORE	NOx	PM10	SO2
1	Produzione energia e trasformazione combustibili	680,996	2,499	352,830
2	Combustione non industriale	185,834	47,375	10,063
3	Combustione nell'industria	1.297,798	36,309	1.060,072
4	Processi produttivi	1.071,820	160,674	455,676
5	Estrazione e distribuzione combustibili			
6	Uso di solventi		0,497	
7	Trasporto su strada	480,455	46,442	1,329
8	Altre sorgenti mobili e macchinari	1.429,034	140,900	1.200,506
9	Treatmento e smaltimento rifiuti	90,652	0,112	0,741
10	Agricoltura	0,007	0,037	
11	Altre sorgenti e assorbimenti	0,556	7,871	0,111
	<i>TOT</i>	<i>5.237,152</i>	<i>442,715</i>	<i>3.081,328</i>

4.3.3. Stima delle Emissioni da traffico stradale

Per una valutazione del carico inquinante proveniente dal settore dei trasporti nel territorio analizzato e per la determinazione dei fattori d'emissione che in seguito dovranno essere inseriti nel modello di dispersione (AERMOD), è stato utilizzato il modello d'emissione COPERT IV (Computer Programme to calculate Emissions from Road Traffic), basato su

un ampio insieme di parametri che tengono conto delle caratteristiche generali del fenomeno e delle specifiche realtà d'applicazione. Questa metodologia è stata indicata dall'EEA (European Environment Agency) come strumento da utilizzare per la stima delle emissioni da trasporto stradale, nell'ambito del progetto CORINAIR, per la realizzazione degli inventari nazionali delle emissioni. Poiché il peso relativo di ciascuna di queste tipologie di emissioni dipende fortemente dalle condizioni in cui si trova ad operare il motore, esiste una distinzione tra i cicli di guida urbano, extraurbano e autostradale, sia per quanto concerne i valori che devono essere immessi in input sia per quanto riguarda i fattori di emissione restituiti in output dal programma.

La metodologia alla base del COPERT consiste, infatti, nel valutare statisticamente la tipologia di veicoli che circolano sulle arterie viarie ed il regime di traffico loro associabile. Da tali dati si possono attribuire fattori emissivi per classe di veicoli che, moltiplicati per il numero di passaggi consente di definire la quantità di prodotti inquinanti emessi per unità di lunghezza dell'asse stradale e per unità di tempo (Es. grammi/ora·km).

Le emissioni da veicoli su strada si possono esprimere come la somma di tre tipologie di contributi:

$$E = E_{hot} + E_{cold} + E_{evap}$$

dove:

- E_{hot} sono le emissioni a caldo (hot emission), ovvero le emissioni dai veicoli i cui motori hanno raggiunto la loro temperatura di esercizio;
- E_{cold} (cold over emission) è il termine che tiene conto dell'effetto delle emissioni a freddo, ovvero delle emissioni durante il riscaldamento del veicolo. Alla somma delle emissioni a caldo e di quelle a freddo viene abitualmente dato il nome di emissioni allo scarico (exhaust emission);
- E_{evap} sono le emissioni evaporative costituite dai soli COVNM (Composti Organici Volatili Non Metanici).

Il modello COPERT considera le informazioni relative al parco circolante suddiviso per tipologia di veicolo (autovetture passeggeri, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali pesanti, ciclomotori e motoveicoli), tipo di combustibile utilizzato (benzina, gasolio, GPL), classe di anzianità, in relazione alle normative europee di introduzione di dispositivi per la riduzione delle emissioni, classe di cilindrata (per le autovetture) o di peso complessivo (per i veicoli commerciali). A ciascuna classe dei veicoli così ripartiti sono associate altre informazioni relative alle condizioni di guida quali le percorrenze medie annue e le velocità medie distinte in base al ciclo di guida ovvero alla tipologia di percorso effettuato (urbano, extraurbano, autostradale).

Ad ogni classe e per ciascun inquinante sono associate delle funzioni di stima delle emissioni e dei consumi dipendenti dalla velocità. Tali funzioni rappresentano delle curve medie di emissione e di consumo di carburante ricavate da misure di emissioni per diverse tipologie e marche di veicoli e si riferiscono a prove realizzate in vari paesi europei, su una varietà di cicli di guida urbani ed extraurbani, inclusi quelli previsti dalle varie normative europee.

In base alla classificazione utilizzata dalla metodologia COPERT IV, per le tipologie di archi stradali che caratterizzano la rete in esame, il parco veicolare circolante nell'ambito territoriale viene suddiviso rispetto alla normativa sulle emissioni di scarico.

Per quanto concerne la definizione della composizione del parco veicolare allo stato attuale, necessaria per eseguire le successive ipotesi di evoluzione, si è fatto riferimento ai dati ACI relativi all'Italia Nord-Orientale.

Partendo dalle informazioni desunte dalla documentazione elaborata dal settore Studi e Ricerche dell'ACI, sono state elaborate le tabelle seguenti da cui si è potuto evincere la suddivisione percentuale del parco circolante nei diversi scenari stradali.

Partendo dal trend evolutivo che il parco veicolare italiano ha seguito nel triennio 2006-2013, si può ricavare la ripartizione in classi COPERT emmissive per il parco veicolare leggeri e pesanti nello scenario 2020 riportato in Tabella 4-9 – distribuzione dei veicoli pesanti nei 3 scenari simulati.

TABELLA 4-6 - TREND EVOLUTIVO STANDARD EMISSIVI VEICOLI LEGGERI
 FONTE ACI AUTORITRATTO

	Euro 0	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
2006	18.39%	11.89%	28.88%	24.72%	16.11%	0.00%	0%
2007	16.18%	9.73%	27.57%	24.33%	23.23%	0.00%	0%
2008	14.84%	8.39%	25.86%	23.81%	29.32%	0.00%	0%
2009	13.76%	7.12%	23.41%	23.37%	34.21%	1.10%	0%
2010	12.54%	6.01%	20.50%	21.87%	36.19%	2.82%	0%
2011	11.96%	5.30%	18.80%	21.00%	34.70%	8.20%	0.01%
2012	11.57%	4.79%	17.31%	20.24%	34.19%	11.84%	0.03%
2013	11.12%	4.15%	16.18%	19.36%	33.82%	14.31%	1.00%

TABELLA :4-7 - TREND EVOLUTIVO STANDARD EMISSIVI VEICOLI PESANTI – FONTE ACI

	EURO 0	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
2010	52.7%	7.8%	15.2%	16.1%	6.5%	1.7%	0.0%
2011	49.5%	7.8%	15.3%	17.4%	3.5%	6.2%	0.3%
2012	48.0%	7.7%	15.1%	17.6%	3.6%	7.6%	0.4%
2013	46.6%	7.1%	14.9%	16.8%	6.3%	7.5%	0.7%

Gli andamenti sono stati analizzati mediante curve di regressione per poterne desumere gli andamenti alla data del 2020.

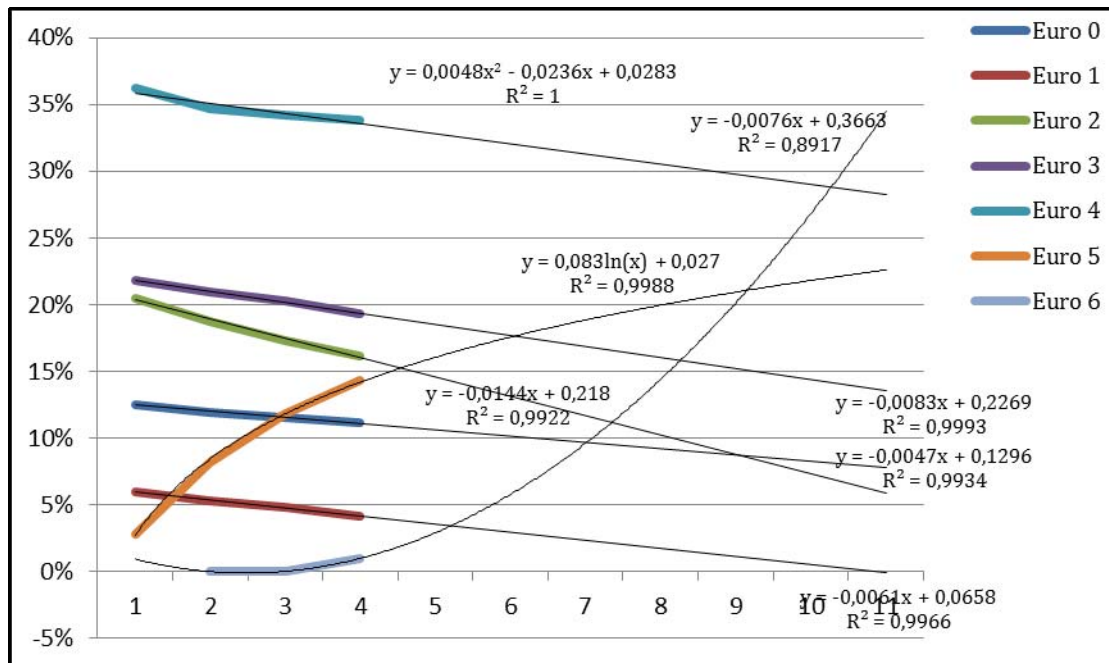


FIGURA 4-13 – ANDAMENTI DEI VEICOLI LEGGERI SITMATI FINO AL 2020

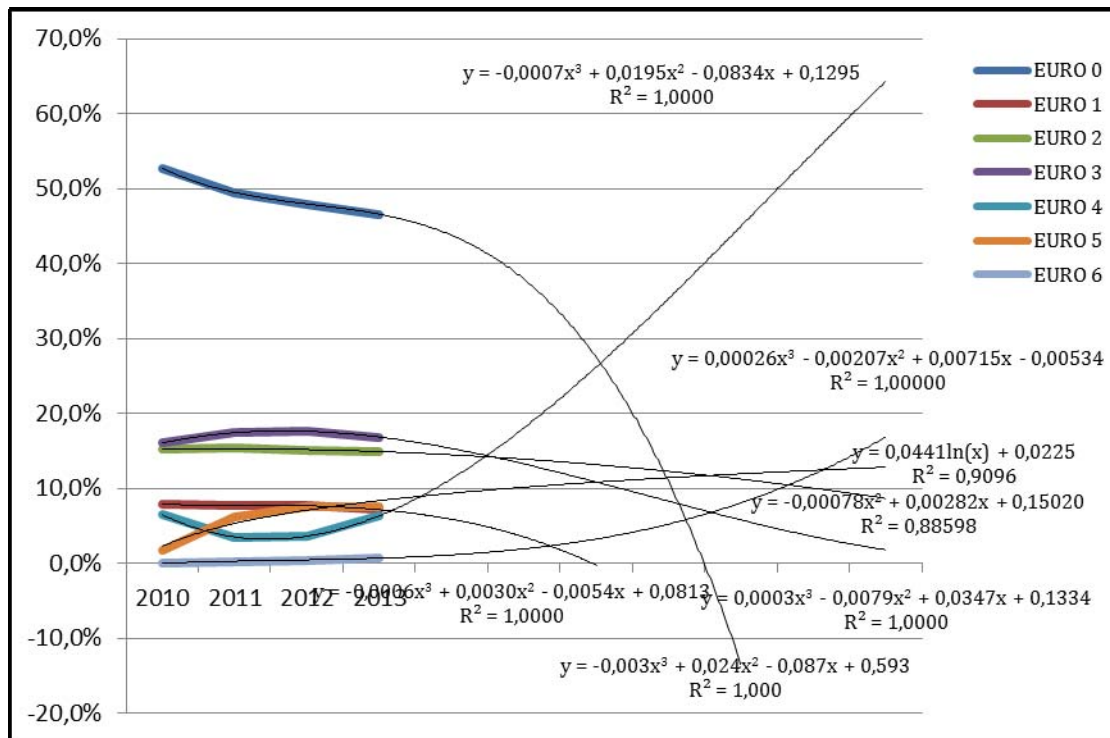


FIGURA 4-14 – ANDAMENTI DEI VEICOLI PESANTI SITMATI FINO AL 2020

Sono stati stimati gli andamenti di ciascuna curva e successivamente è stato ripartito l'errore generato con metodo proporzionale.

A fronte di tali considerazioni, si è assunta le seguente ripartizioni

TABELLA 4-8 – DISTRIBUZIONE DELLE CATEGORIE DI VEICOLI LEGGERI NEI 3 SCENARI SIMULATI

Veicoli leggeri	Ante Operam	Breve Termine	Lungo Termine
EURO 0	11.12%	10%	7%
EURO 1	4.15%	3%	0%
EURO 2	16.18%	12%	5%
EURO 3	19.36%	17%	13%
EURO 4	33.82%	32%	28%
EURO 5	14.31%	19%	22%
EURO 6	1.00%	7%	25%

TABELLA 4-9 – DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI PESANTI NEI 3 SCENARI SIMULATI

Veicoli Pesanti	Ante Operam	Breve Termine	Lungo Termine
EURO 0	46.6%	16.4%	0.0%
EURO 1	7.1%	0.0%	0.0%
EURO 2	14.9%	14.7%	5.9%
EURO 3	16.8%	14.7%	0.0%

EURO 4	6.3%	33.4%	64.2%
EURO 5	7.5%	13.9%	12.9%
EURO 6	0.7%	6.9%	17.0%

È bene notare come Tabella 4-8 e Tabella 4-9 (in particolar modo) rappresentino degli scenari assolutamente cautelativi poiché tengono conto solo degli andamenti delle serie storiche senza tener conto che dispositivi normativi bloccheranno necessariamente alcune categorie. Ad esempio la crescita di euro 4 per i veicoli pesanti è da considerare improbabile poiché già da quest'anno avrebbero dovuti essere immatricolati solamente veicoli Euro6. Ciò nondimeno, è stata mantenuta questa proiezione in quanto conservativa ai fini delle emissioni inquinanti.

Nella tabelle seguenti sono riportati i fattori di emissioni così come rimodulati per i tre scenari di esercizio. i dati di partenza dei fattori emessi medi per ciascuna classe di emissione sono stati ottenuti incrociando i dati della consistenza del parco veicolare nell'area Nord-Orientale (fonte ACI) disaggregata secondo il metodo COPERT con i fattori di emissione prodotti dall'ISPRA (sempre secondo il metodo COPERT)

TABELLA 4-10 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI NO_x PER I VEICOLI LEGGERI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

NO _x	g/Km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	1,60	11,12%	0,17777	10%	0,16547	7%	0,119636
euro 1	0,64	4,15%	0,02678	3%	0,01644	0%	0
euro 2	0,49	16,18%	0,07964	12%	0,06030	5%	0,026495
euro 3	0,58	19,36%	0,11165	17%	0,09948	13%	0,07372
euro 4	0,30	33,82%	0,10106	32%	0,09548	28%	0,083324
euro 5	0,12	14,31%	0,01765	19%	0,02355	22%	0,026619
euro 6	0,06	1,00%	0,00061	7%	0,00404	25%	0,015343
			0,51518		0,46476		0,34514

TABELLA 4-11 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI NO_x PER I VEICOLI PESANTI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

NO _x	g/Km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	17.42	46,6%	8,11417	16,4%	2,857494191	0%	0,0%
euro 1	12.19	7,1%	0,87146	0,0%	0	0%	0,0%
euro 2	8.71	14,9%	1,2995	14,7%	1,281407551	15%	5,9%
euro 3	6.18	16,8%	1,04084	14,7%	0,909196173	25%	0,0%
euro 4	6.18	6,3%	0,39149	33,4%	2,063906992	20%	64,2%

euro 5	6.18	7,5%	0,46341	13,9%	0,856292095	30%	12,9%
euro 6	6	0,7%	0,04059	6,9%	0,415214246	10%	17,0%
			12,221		8,383511248		6,2985

 TABELLA 4-12 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI PM₁₀ PER I VEICOLI LEGGERI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

PM10	g/km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	0,199	11,12%	0,0222	10%	0,02064	7%	0,01492
euro 1	0,085	4,15%	0,0035	3%	0,00217	0%	0,00000
euro 2	0,065	16,18%	0,0105	12%	0,00797	5%	0,00350
euro 3	0,062	19,36%	0,0119	17%	0,01062	13%	0,00787
euro 4	0,058	33,82%	0,0197	32%	0,01857	28%	0,01620
euro 5	0,005	14,31%	0,0007	19%	0,00096	22%	0,00108
euro 6	0,0025	1,00%	0,0000	7%	0,00016	25%	0,00062
			0,0685		0,0611		0,0442

 TABELLA 4-13 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI PM₁₀ PER I VEICOLI PESANTI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

PM10	g/km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	0,85	46,6%	0,39593	16,4%	0,13943	0,0%	0
euro 1	0,58	7,1%	0,04146	0,0%	0,00000	0,0%	0
euro 2	0,39	14,9%	0,05819	14,7%	0,05738	5,9%	0,022979
euro 3	0,31	16,8%	0,05221	14,7%	0,04561	0,0%	0
euro 4	0,31	6,3%	0,01964	33,4%	0,10353	64,2%	0,199162
euro 5	0,31	7,5%	0,02325	13,9%	0,04295	12,9%	0,039872
euro 6	0,3	0,7%	0,00203	6,9%	0,02076	17,0%	0,051
			0,59270		0,40966		0,31301

 TABELLA 4-14 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI SO₂ PER I VEICOLI LEGGERI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

SO2	g/km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	0.00073	11,12%	0,00008	10%	0,00008	7%	0,0000544
euro 1	0.00077	4,15%	0,00003	3%	0,00002	0%	0
euro 2	0.00086	16,18%	0,00014	12%	0,00011	5%	0,000046402
euro 3	0.00095	19,36%	0,00018	17%	0,00016	13%	0,000121804
euro 4	0.00077	33,82%	0,00026	32%	0,00025	28%	0,000215254
euro 5	0.00079	14,31%	0,00011	19%	0,00015	22%	0,000169978

euro 6	0,00079	1,00%	0,00001	7%	0,00005	25%	0,000195944
			0,00082		0,00081		0,00080

TABELLA 4-15 – CALCOLO DEI FATTORI EMISSIVE DEGLI SO₂ PER I VEICOLI PESANTI IN FUNZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DEI VEICOLI NELLE VARIE CATEGORIE EMISSIVE

SO2	g/km*veic	Ante Operam		Breve Termine		Lungo Termine	
euro 0	0.003510	46,57959%	0,16347	16,40353%	0,05757	0,00000%	0,00000
euro 1	0.003098	7,14897%	0,02215	0,00000%	0,00000	0,00000%	0,00000
euro 2	0.002989	14,91958%	0,04460	14,71191%	0,04398	5,89206%	0,01761
euro 3	0.003074	16,84212%	0,05177	14,71191%	0,04522	0,00000%	0,00000
euro 4	0.003004	6,33476%	0,01903	33,39655%	0,10033	64,24595%	0,19300
euro 5	0.002975	7,49854%	0,02231	13,85586%	0,04122	12,86199%	0,03827
euro 6	0.003059	0,67644%	0,00207	6,92024%	0,02117	17,00000%	0,05201
			0,32540		0,30949		0,30089

TABELLA 4-16 – VALORI EMISSIVE PER LE SORGENTI DA TRAFFICO VEICOLARE NELLO SCENARIO ANTE OPERAM

STATO ATTUALE									
	lung [m]	VEIC/H tot	% PESANTE	NOx [g/km/s]	Nox [g/s]	PM10 [g/km/s]	PM10 [g/s]	SO2 [g/km/s]	SO2 [g/s]
tratto 1	6532	1950	20%	1.61	10.54	0.100	0.6554	0.00071	0.00465
tratto 2	5285	1250	20%	1.03	5.46	0.064	0.3399	0.00046	0.00241
tratto 3	1843	1750	2%	0.45	0.84	0.047	0.0859	0.00043	0.00079
tratto 4	4113	2100	0%	0.41	1.69	0.050	0.2063	0.00049	0.00200
tratto 5	1532	1695	0%	0.33	0.51	0.040	0.0620	0.00039	0.00060
tratto 6	1842	0	40%	0.00	0.00	0.000	0.0000	0.00000	0.00000
tratto 7	1287	33	90%	0.10	0.13	0.005	0.0063	0.00003	0.00004
tratto 8	3875	1660	0%	0.33	1.26	0.040	0.1537	0.00038	0.00149
tratto 9	566	45	50%	0.08	0.05	0.004	0.0024	0.00003	0.00001
tratto 10	2070	1615	60%	3.37	6.99	0.172	0.3563	0.00102	0.00211
tratto 11		89	50%	0.16	0.00	0.008	0.0000	0.00005	0.00000
tratto 12	573	69	50%	0.12	0.07	0.006	0.0037	0.00004	0.00002
tratto 13	546	170	0%	0.03	0.02	0.004	0.0022	0.00004	0.00002
tratto 14	811	102	70%	0.25	0.20	0.012	0.0100	0.00007	0.00006
tratto 15	547	8	50%	0.01	0.01	0.001	0.0004	0.00000	0.00000
tratto 16	685	94	70%	0.23	0.15	0.011	0.0078	0.00007	0.00005
tratto 17	363	8	60%	0.02	0.01	0.001	0.0003	0.00001	0.00000
tratto 18	335	86	60%	0.18	0.06	0.009	0.0031	0.00005	0.00002
tratto 19	3296	1445	60%	3.02	9.95	0.154	0.5077	0.00091	0.00301

TABELLA 4-17 – VALORI EMISSIVE PER LE SORGENTI DA TRAFFICO VEICOLARE NELLO SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE PERIODO

Cantiere BREVE PERIODO									
		VEIC/H tot	% PESANTE	NOx [g/km/s]	Nox [g/s]	PM10 [g/km/s]	PM10 [g/s]	SO2 [g/km/s]	SO2 [g/s]
tratto 1	6532	2132	20%	1,03	6,70	0,09	0,5883	0,00271	0,01772
tratto 2	5285	1382	20%	0,66	3,51	0,06	0,3086	0,00176	0,00929
tratto 3	1843	1918	2%	0,24	0,45	0,04	0,0681	0,00162	0,00299
tratto 4	4113	2251	0%	0,20	0,80	0,04	0,1546	0,00180	0,00738
tratto 5	1532	1859	0%	0,16	0,25	0,03	0,0476	0,00148	0,00227
tratto 6	1842	13	40%	0,01	0,02	0,00	0,0016	0,00002	0,00004
tratto 7	1287	160	90%	0,30	0,38	0,02	0,0271	0,00047	0,00060

tratto 8	3875	1934	0%	0,17	0,65	0,03	0,1252	0,00154	0,00598
tratto 9	566	37	50%	0,04	0,02	0,00	0,0017	0,00007	0,00004
tratto 10	2070	1897	60%	2,41	4,98	0,18	0,3665	0,00422	0,00873
tratto 11		113	50%	0,12	0,00	0,01	0,0000	0,00022	0,00000
tratto 12	573	161	50%	0,17	0,10	0,01	0,0074	0,00032	0,00018
tratto 13	546	326	0%	0,03	0,02	0,01	0,0030	0,00026	0,00014
tratto 14	811	165	70%	0,24	0,20	0,02	0,0142	0,00041	0,00033
tratto 15	547	39	50%	0,04	0,02	0,00	0,0017	0,00008	0,00004
tratto 16	685	115	70%	0,17	0,12	0,01	0,0084	0,00028	0,00019
tratto 17	363	33	60%	0,04	0,02	0,00	0,0011	0,00007	0,00003
tratto 18	335	82	60%	0,10	0,03	0,01	0,0026	0,00018	0,00006
tratto 19	3296	1571	60%	1,99	6,57	0,15	0,4833	0,00349	0,01151
Cantiere molo V-VI prolungamento moli	30000	6.3	90%	0.012	0.35	0.00	0.0268	0.00002	0.000550
Molo VII (ampliamento 1 fase)	30000	2.9	90%	0.005	0.16	0.00	0.0125	0.00001	0.00026
Molo Bersaglieri (Ampliamento)	30000	2.5	90%	0.005	0.14	0.00	0.0107	0.00001	0.00022
Canale Industriale (Banchinamenti)	30000	2.1	90%	0.004	0.12	0.00	0.0089	0.00001	0.00018
Terminal Ro-Ro Noghère (Realizzazione 1a fase)	30000	2.1	90%	0.004	0.12	0.00	0.0089	0.00001	0.00018
Piattaforma a nord del molo VII	30000	2.5	90%	0.005	0.14	0.00	0.0107	0.00001	0.00022

TABELLA 4-18 – VALORI EMISSIVE PER LE SORGENTI DA TRAFFICO VEICOLARE NELLO SCENARIO DI BREVE PERIODO

BREVE PERIODO									
		VEIC/H tot	% PESANTE	NOx [g/km/s]	NOx [g/s]	PM10 [g/km/s]	PM10 [g/s]	SO2 [g/km/s]	SO2 [g/s]
tratto 1	6532	2277,4	20%	0,78540	5,13024	0,07258	0,47410	0,00290	0,01893
tratto 2	5285	1527	20%	0,52661	2,78315	0,04867	0,25720	0,00194	0,01027
tratto 3	1843	2063	2%	0,21642	0,39886	0,03421	0,06305	0,00174	0,00321
tratto 4	4113	2251	0%	0,17612	0,72440	0,03350	0,13779	0,00180	0,00738
tratto 5	1532	2005	0%	0,15688	0,24033	0,02984	0,04572	0,00160	0,00245
tratto 6	1842	63	40%	0,03852	0,07096	0,00308	0,00567	0,00011	0,00020
tratto 7	1287	41	90%	0,05240	0,06744	0,00374	0,00482	0,00012	0,00015
tratto 8	3875	1898	0%	0,14850	0,57545	0,02825	0,10946	0,00151	0,00587
tratto 9	566	75	50%	0,05586	0,03162	0,00430	0,00243	0,00015	0,00008
tratto 10	2070	1803	60%	1,58324	3,27731	0,11872	0,24575	0,00401	0,00829

tratto 11		171	50%	0,12736	0,00000	0,00981	0,00000	0,00034	0,00000
tratto 12	573	171	50%	0,12736	0,07298	0,00981	0,00562	0,00034	0,00019
tratto 13	546	254	0%	0,01987	0,01085	0,00378	0,00206	0,00020	0,00011
tratto 14	811	83	70%	0,08395	0,06808	0,00617	0,00500	0,00020	0,00017
tratto 15	547	10	50%	0,00745	0,00407	0,00057	0,00031	0,00002	0,00001 1
tratto 16	685	73	70%	0,07383	0,05058	0,00543	0,00372	0,00018	0,00012
tratto 17	363	10	60%	0,00878	0,00319	0,00066	0,00024	0,00002	0,00000 8
tratto 18	335	63	60%	0,05532	0,01853	0,00415	0,00139	0,00014	0,00005
tratto 19	3296	1549	60%	1,36020	4,48323	0,10199	0,33617	0,00344	0,01134

TABELLA 4-19 – VALORI EMISSIVE PER LE SORGENTI DA TRAFFICO VEICOLARE NELLO SCENARIO DEL CANTIERE DI LUNGO PERIODO

Cantiere LUNGO PERIODO									
		VEIC/H tot	% PESANTE	NOx [g/km/s]	Nox [g/s]	PM10 [g/km/s]	PM10 [g/s]	SO2 [g/km/s]	SO2 [g/s]
tratto 1	2421	20%	0,83492	5,45372	0,07716	0,50400	0,00300	0,01957	2421
tratto 2	1671	20%	0,57627	3,04560	0,05326	0,28145	0,00207	0,01093	1671
tratto 3	2207	2%	0,23153	0,42670	0,03660	0,06745	0,00185	0,00341	2207
tratto 4	2360	0%	0,18465	0,75948	0,03512	0,14447	0,00187	0,00770	2360
tratto 5	2087	0%	0,16329	0,25016	0,03106	0,04759	0,00165	0,00253	2087
tratto 6	63	40%	0,03852	0,07096	0,00308	0,00567	0,00011	0,00020	63
tratto 7	41	90%	0,05240	0,06744	0,00374	0,00482	0,00011	0,00015	41
tratto 8	1933	0%	0,15124	0,58607	0,02877	0,11148	0,00153	0,00594	1933
tratto 9	20	50%	0,01490	0,00843	0,00115	0,00065	0,00004	0,00002	20
tratto 10	1913	60%	1,67984	3,47726	0,12596	0,26074	0,00407	0,00842	1913
tratto 11	210	50%	0,15641	0,00000	0,01204	0,00000	0,00040	0,00000	210
tratto 12	210	50%	0,15641	0,08962	0,01204	0,00690	0,00040	0,00023	210
tratto 13	352	0%	0,02754	0,01504	0,00524	0,00286	0,00028	0,00015	352
tratto 14	142	70%	0,14362	0,11648	0,01056	0,00856	0,00033	0,00027	142
tratto 15	10	50%	0,00745	0,00407	0,00057	0,00031	0,00002	0,00001	10
tratto 16	132	70%	0,13351	0,09145	0,00981	0,00672	0,00031	0,00021	132
tratto 17	10	60%	0,00878	0,00319	0,00066	0,00024	0,00002	0,00001	10
tratto 18	63	60%	0,05532	0,01853	0,00415	0,00139	0,00013	0,00004	63
tratto 19	1549	60%	1,36020	4,48323	0,10199	0,33617	0,00329	0,01086	1549

Cantiere molo V-VI banchinamento	30000	6.3	90%	0.01	0.23963	0.0006	0.01859	0.00002	0.00052
Centro Servizi Portuali	30000	2.1	90%	0.00	0.07988	0.0002	0.00620	0.00001	0.00017
Cantiere VII - realizzazione seconda fase	30000	2.9	90%	0.00	0.11183	0.0003	0.00868	0.00001	0.00024
Cantiere VIII - realizzazione	30000	12.5	90%	0.02	0.47927	0.0012	0.03718	0.00003	0.00105
Arseanle San Marco - Sistemazioni Varie	30000	2.1	190%	0.01	0.1632\0	0.0004	0.01196	0.00001	0.00031
terminal ro ro noghere - completamente	30000	10.7	290%	0.04	1.26781	0.0030	0.09115	0.00008	0.00233

TABELLA 4-20 – VALORI EMISSIVE PER LE SORGENTI DA TRAFFICO VEICOLARE NELLO SCENARIO DI LUNGO PERIODO

ASSETTO COMPLETO									
		VEIC/ H tot	PESANTE	NOx [g/km/s]	NOx [g/s]	PM10 [g/km/s]	PM10 [g/s]	SO2 [g/km/s]	SO2 [g/s]
tratto 1	6532	2907	0,2	0,75161	4,90954	0,06939	0,45325	0,00353	0,02304
tratto 2	5285	2157	0,2	0,55770	2,94744	0,05149	0,27211	0,00262	0,01383
tratto 3	1843	2693	0,02	0,21045	0,38787	0,03253	0,05995	0,00223	0,00410
tratto 4	4113	2293	0	0,13323	0,54798	0,02469	0,10157	0,00180	0,00739
tratto 5	1532	2592	0	0,15061	0,23073	0,02791	0,04277	0,00203	0,00311
tratto 6	1842	42	0,4	0,01928	0,03551	0,00155	0,00286	0,00007	0,00013
tratto 7	1287	563	0,9	0,54055	0,69569	0,03925	0,05052	0,00153	0,00197
tratto 8	3875	1944	0	0,11295	0,43770	0,02094	0,08113	0,00152	0,00590
tratto 9	566	34	0,5	0,01901	0,01076	0,00148	0,00084	0,00006	0,00004
tratto 10	2070	1910	0,6	1,25955	2,60727	0,09563	0,19796	0,00396	0,00820
tratto 11		244	0,5	0,13645	0,00000	0,01062	0,00000	0,00045	0,00000
tratto 12	573	244	0,5	0,13645	0,07819	0,01062	0,00608	0,00045	0,00026
tratto 13	546	361	0	0,02098	0,01145	0,00389	0,00212	0,00028	0,00015
tratto 14	811	117	0,7	0,08888	0,07208	0,00662	0,00537	0,00027	0,00022
tratto 15	547	17	0,5	0,00951	0,00520	0,00074	0,00040	0,00003	0,00002
tratto 16	685	100	0,7	0,07597	0,05204	0,00566	0,00388	0,00023	0,00016
tratto 17	363	17	0,6	0,01121	0,00407	0,00085	0,00031	0,00004	0,00001
tratto 18	335	83	0,6	0,05473	0,01834	0,00416	0,00139	0,00017	0,00006
tratto 19	3296	1549	0,6	1,02149	3,36683	0,07756	0,25563	0,00321	0,01058

I dati forniti dallo studio trasportistico si riferiscono al massimo traffico di punta ipotizzabile (veicoli/ora riferiti all'ora di punta). Per poter applicare questo dato ad uno scenario annuale

in modo verosimile è stato adottato un profilo di flusso tipico derivato da numerose analisi in studi di impatto ambientale. Il profilo applicato è riportato in Figura 4-15

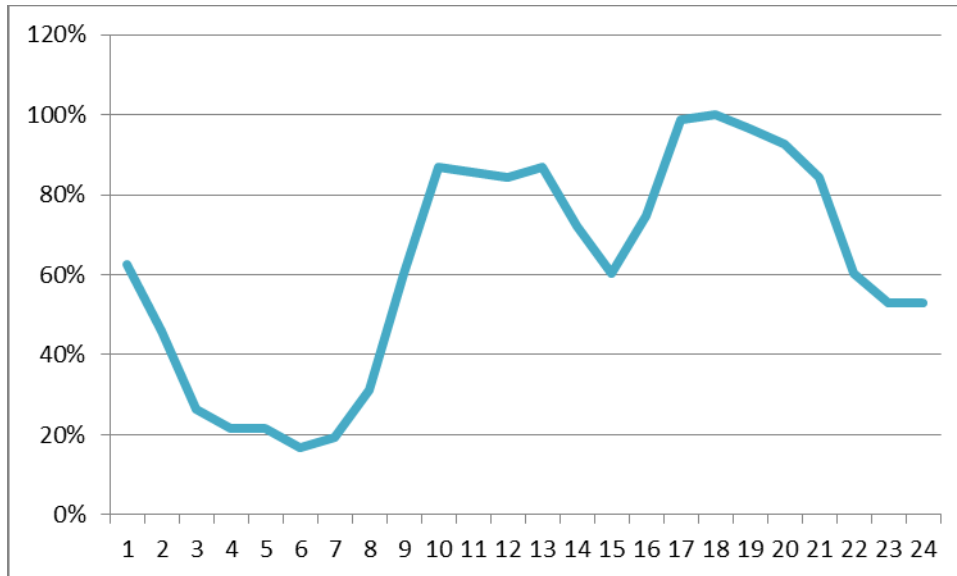


FIGURA 4-15 - PROFILO DI FLUSSO TIPICO ADOTTATO

I valori ottenuti con le composizioni delle diverse classi di emissione nei diversi scenari sono stati successivamente calibrati in modo da potersi allineare (applicando il profilo dei flussi) ai valori di emissione riportati nell'inventario regionale.

Nella successiva tabella vengono sintetizzati i dati di confronto tra le emissioni totali stimate per i diversi inquinanti e quelle dell'inventario regionale delle emissioni. Il dato medio si riferisce appunto all'emissione oraria media stimata a partire da quella di punta.

TABELLA 4-21 - TABELLA DI CONFRONTO TRA I DATI STIMATI E L'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI

		NOx		PM10		SO2	
		stimato	INEMAR	stimato	INEMAR	stimato	INEMAR
Attuale	t/anno medie	431,17	480,455	41,85	46,44202	1,18	1,329343
	Diff vs Inv	-10%		-10%		-11%	
Breve	t/anno medie	353,86	480,455	36,27	46,44202	1,35	1,329343
	Diff vs Inv	26%		-22%		2%	
Lungo	t/anno medie	322,57	480,455	32,81	46,44202	1,56	1,329343
	Diff vs Inv	-33%		-29%		17%	

Come si può osservare si lo scenario attuale si discosta di circa un 10% rispetto a quello dell'inventario regionale. A tal proposito, va osservato che, analizzando i dati dell'inventario

delle emissioni disaggregati per sub-settori ed attività, e riaggregandoli per emissioni di tipo urbano ed extra urbano si ottengono i valori riportati in Tabella 4-22.

Si può notare come meno del 10% viene attribuito al traffico extra urbano a cui dovrebbe essere associata (per poter differenziare correttamente i fattori emissivi) alla grande viabilità di Trieste.

TABELLA 4-22 - ANALISI DELLE EMISSIONI DELL'INVENTARIO REGIONALE PER TIPOLOGIA

	NOx	perc	PM10	perc	SO2	perc
tot	480,454594	100%	46,44202	100%	1,329343	100%
urbane	440,573765	91%	43,0816	92%	1,262973	95%
extra_urb	39,880829	9%	3,36042	8%	0,06637	5%

In ogni caso la calibrazione adottata equivale ad aver caricato il 90% circa delle intere emissioni sulla sola viabilità interessata dal progetto (ovvero la GVT e poche altre strade dell'area portuale) è da considerarsi una scelta conservativa.

4.3.4. Stima delle Emissioni da Traffico Navale

Le emissioni prodotte nell'area portuale normalmente derivano dalla combustione dei motori delle navi, ma possono anche essere associate ad evaporazione dei prodotti trasportati (emissione evaporative). Tali emissioni sono normalmente distinte in emissioni con effetti su scala globale (Q ed altri gas ad effetto serra) ed emissioni con effetti su scala locale e regionale (CO, NO_x, COV, SO₂ e PM₁₀). All'interno dell'*Atmospheric Emission Inventory Guidebook* dell'EEA⁸, nel capitolo dedicato alla navigazione, sono riportate alcune utili osservazioni sul contributo emissivo dovuto alle attività connesse al traffico marittimo. Su scala europea, le emissioni di NO_x attribuibili al traffico nazionale possono raggiungere valori importanti rispetto al totale delle emissioni nazionali e si noti che le emissioni dovute al traffico nazionale, generalmente, rappresentano solo una piccola percentuale delle emissioni derivanti dal traffico marittimo internazionale.

La metodologia MEET (Methodology for Estimate air pollutant Emissions from Transport), sviluppata da Carlo Trozzi e Rita Vaccaro⁹ nell'ambito di un progetto finanziato dalla Commissione Europea, fornisce utili suggerimenti per stimare le emissioni prodotte dal traffico navale nell'area circoscritta del porto, definendo la struttura dei dati da raccogliere per descrivere il traffico marittimo e fornendo una metodologia organica per stimare le emissioni di inquinanti prodotti dalle navi. A seconda delle informazioni disponibili, vengono proposte due metodologie:

- METODOLOGIA SEMPLIFICATA, ideale per descrivere le realtà nelle quali non sia possibile disporre di informazioni sulle attività portuali o nelle quali il traffico navale sia costituito per lo più da navi che 'attraversano' il porto, senza ormeggiare e stazionare
- METODOLOGIA DETTAGLIATA, ideale per descrivere le realtà in cui sia possibile, per ognuna delle navi che transitano nel porto, distinguere le diverse fasi in cui le emissioni si possono generare:
 - o approccio e ormeggio nel porto
 - o stazionamento in porto
 - o partenza dal porto
 - o navigazione

⁸ European Environment Agency, EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook — 2005. <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>

⁹ Carlo Trozzi — Rita Vaccaro, TECHNÉ report MEET RF98, Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships, agosto 1998.

Nel presente studio si è scelto di applicare la metodologia dettagliata per la quale è necessario conoscere il numero di giorni che una data nave trascorre in una ben determinata fase (vedi Tabella E):

L'emissione totale sarà data da:

$$E_i = \sum_{j,k,l,m} E_{i,j,k,l,m}$$

Con

$$E_{i,j,k,l,m} = S_{j,k,m}(GT) t_{j,k,l,m} F_{i,j,l,m}$$

dove:

i = tipo di inquinante

j = tipo di combustibile

k = tipo di nave

l = tipo di motore

m = tipo di fase

E_i = emissione totale per l'inquinante i-esimo

$E_{i,j,k,l,m}$ = emissione totale per l'inquinante i-esimo dovuta all'uso del combustibile j, su una nave di tipo k, con un motore di tipo l e nella fase m

$S_{j,k,m}(GT)$ = consumo giornaliero del combustibile j per la nave di tipo k nella fase m

$t_{j,k,l,m}$ = giorni di navigazione della nave di tipo k con motore di tipo l e combustibile di tipo j nella fase m

$F_{i,j,l,m}$ = fattore di emissione medio dell'inquinante i-esimo nei motori di tipo l con combustibile di

tipo j durante la fase m

I dati a disposizione sono quelli contenuti nello studio attuale e di previsione dei movimenti navi contenuto nel PRP. In particolare si è fatto riferimento a

Tipologia di navi presenti (caratterizzate per tonnellaggio lordo e per tipologia di accosto):

- Numero di accosti annui/giornalieri
- Tempi di permanenza in banchina
- Tempi di attraversamento del porto

E' stato poi verificato l'inadeguatezza delle informazioni disponibili per l'applicazione completa della procedura dettagliata. Si è deciso allora di adottare una metodologia analoga ma semplificata basata sui risultati della commissione europea per la quantificazione delle

emissioni da traffico navale la quale nel suo rapporto finale ¹⁰ fornisce una tabella con i fattori di emissione per i principali inquinanti in funzione del tipo di nave della fase in cui si trova (indipendentemente dal tipo di motore e dal combustibile utilizzato)

L'equazione adottata quindi è

$$E = \sum_{i,m} E_{i,k,m}$$

con

$$E_{i,k,m} = S_{k,m}(GT) t_{k,m} F_{i,m}$$

dove:

i = tipo di inquinante

k = tipo di nave

m = tipo di fase

E_i = emissione totale per l'inquinante i-esimo

$E_{i,k,m}$ = emissione totale per l'inquinante i-esimo di una nave di tipo k nella fase m

$S_{k,m}(GT)$ = consumo giornaliero del combustibile per la nave di tipo k nella fase m

$t_{k,m}$ = giorni di navigazione della nave di tipo k nella fase m

$F_{i,m}$ = fattore di emissione medio dell'inquinante i-esimo durante la fase m

La tabella che segue schematizza l'insieme dei dati utilizzati e le relative fonti.

DATI FONTE	
Tipi di nave esistenti	Dati Autorità Portuale - PRP
Fasi possibili della nave	Metodologia dettagliata MEET — Trozzi, Vaccaro
Consumo giornaliero delle navi	Metodologia dettagliata MEET — Trozzi, Vaccaro
Fattori di emissione per inquinante	European Commission - Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European

¹⁰ European Commission - Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community (summary and chapter 1, 2), Final Report- luglio 2002.

Community (summary and chapter 1, 2), Final Report- luglio 2002 ¹¹
--

Le diverse fasi in cui si può trovare una nave sono in tutto tre e sono quelle definite nella metodologia MEET di Trozzi, Vaccaro (coincidenti anche con quelle definite nel report della Commissione Europea):

- manovra
- navigazione
- stazionamento

La fase di navigazione in realtà è stata soltanto definita ma non viene poi considerata nel calcolo delle emissioni portuali. Questo poiché il dominio di simulazione coincide sostanzialmente con l'area portuale. All'interno di tale area le navi si trovano o in fase di manovra o in fase di stazionamento.

Nel report della Commissione Europea, scelta una determinata fase, ad ogni tipo di nave e ad ogni inquinante corrisponde un fattore di emissione espresso in kg/(t di combustibile).

Mentre nome, tipo e stazza sono presi dai dati di traffico attuale e previsto, i consumi nelle tre fasi sono stati calcolati, secondo la metodologia indicata da Trozzi — Vaccaro, a partire dalla stazza lorda e dal tipo di nave: moltiplicando la stazza lorda di una nave per due coefficienti che dipendono dal tipo della nave stessa si ottiene il consumo medio giornaliero di combustibile (t/giorno) al 100% della potenza.

TABELLA 4-23 – RELAZIONI DI REGRESSIONE LIENARI PER IL CALCOLO DEL CONSUMO GIORNALIERO MEDIO DI COMBUSTIBILE IN FUNZIONE DELLA STAZZA LORDA

RINFUSE SOLIDE	$C_{jk} =$	$20,186 + 0,00049 * GT$
RINFUSE LIQUIDE	$C_{jk} =$	$14,685 + 0,00079 * GT$
CONTAINER	$C_{jk} =$	$8,0552 + 0,00235 * GT$
PASSEGGERI	$C_{jk} =$	$12,834 + 0,00156 * GT$
RO-RO	$C_{jk} =$	$16,904 + 0,00198 * GT$

Per calcolare poi il consumo nelle tre fasi, ad ogni fase è associato un coefficiente moltiplicativo pm minore di 1 (0.80 per la fase di navigazione, 0.40 per quella di manovra e 0.20 per quella di stazionamento) che tiene conto del fatto che il motore di una nave non si trova mai nelle condizioni di massima potenza.

¹¹ European Commission - Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community (summary and chapter 1, 2), Final Report- luglio 2002.

A questo punto, per ogni nave in stazionamento o in manovra all'interno del porto, si conoscono tutti i fattori moltiplicativi che compaiono nella formula per il calcolo delle emissioni; è quindi possibile procedere al calcolo secondo la relazione già commentata

Data una nave, fissati la fase e l'inquinante, l'emissione si ottiene moltiplicando fra loro:

- il consumo caratteristico di ogni nave in quella fase
- il tempo complessivo in cui la nave si è trovata in quella determinata fase
- il fattore di emissione corrispondente.

Nelle Tabelle seguenti sono riportati i dati essenziali relativi alla definizione delle sorgenti.

TABELLA 4-24 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI MANOVRA DELLO SCENARIO ANTE OPERAM

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCCATE ANNUE	TOCCATE GIORN.	COMBUS. C(T)	PM	COMBUS S(T)	TEMPO MEDIO	FE (KG/TOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			
									Nox	PM	SO2	Nox	PM	SO2	Sorgente
		GT (t)	N/anno	N/g	(t/giorno)		(t/giorno)	(h)	Nox	PM	SO2	Nox	PM	SO2	Sorgente
MOLO VII canale nord	CONTAINER (medie)	20 000	852	2.33	227.47	0.40	90.99	1.00	65.00	11.60	50.00	246.43	43.98	189.56	M_RORO_N
MOLO VII canale sud	CONTAINER (grandi)	80 000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00	11.60	50.00	0.00	0.00	0.00	M_CON01
MOLO VIII	CONTAINER (grandi)	80 000	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	65.00	11.60	50.00	0.00	0.00	0.00	
ferriera	merci	25 000	109	0.30	23.84	0.40	9.54	1.00	65.00	11.60	50.00	25.83	4.61	19.87	M_RIN02
SIOT tot	petroliere	60 000	463	1.27	186.91	0.40	74.77	1.50	65.00	11.60	50.00	303.73	54.20	233.64	M_PET
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	107	0.29	21.62	0.40	8.65	1.60	65.00	11.60	50.00	37.48	6.69	28.83	M_RIN01
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	875	2.40	230.50	0.40	92.20	1.20	65.00	11.60	50.00	299.65	53.48	230.50	
MOLO V- VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.40	45.56	1.30	65.00	11.60	50.00	160.40	28.63	123.39	M_RORO_N
Stazione Marittima (crociere)	crociera	120 000	51	0.14	38.99	0.40	15.60	1.30	65.00	11.60	50.00	54.91	9.80	42.24	M_CRO

TABELLA 4-25 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI STAZIONAMENTO DELLO SCENARIO ANTE OPERAM

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCCATE ANNUE	TOCCATE GIORN.	COMBUS .C(T)	PM	COM BUS S(T)	TEMPO MEDIO	FE (KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			Sorgente
									Nox	PM	SO2	NOx	PM10	SO2	
		GT (t)	N/anno	N/g	(t/giorno)		(t/giorno)	(h)							
MOLO VII canale nord	CONTAINER (medie)	20 000	852	2.33	117.76	0.20	23.55	10.00	35.00	2.50	31.00	343.48	24.53	304.23	CONT01/02/0 3
MOLO VII canale sud	CONTAINER (grandi)	80 000	0	0.00	8.06	0.20	1.61	17.00	35.00	2.50	31.00	39.94	2.85	35.38	
MOLO VIII	CONTAINER (grandi)	80 000	0	0.00	8.06	0.20	1.61	0.00	35.00	2.50	31.00	0.00	0.00	0.00	
ferriera	merci	25 000	109	0.30	23.84	0.20	4.77	24.00	35.00	2.50	31.00	166.91	11.92	147.83	RIN04
SIOT tot	petro	60 000	463	1.27	186.91	0.20	37.38	17.00	35.00	2.50	31.00	926.78	66.20	820.86	pet03/pet02
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	107	0.29	21.62	0.20	4.32	40.00	35.00	2.50	31.00	252.26	18.02	223.43	RIN01/RIN02
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	875	2.40	230.50	0.20	46.10	10.00	35.00	2.50	31.00	672.29	48.02	595.46	RORO04
MOLO V-VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.20	22.78	10.00	35.00	2.50	31.00	332.20	23.73	294.23	RORO01/02/0 3
Stazione Marittima (crocere)	crocera	120 000	51	0.14	38.99	0.20	7.80	18.00	35.00	2.50	31.00	204.70	14.62	181.31	CRO01/02

TABELLA 4-26 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI MANOVRA DELLO SCENARIO DI BREVE TERMINE

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCCAT E ANNUE	TOCCAT E GIORN.	COMBUS . C(T)	PM	COMB US S(T)	TEMPO MEDIO	FE (KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			AREA DI ATTRACCO
									Nox	PM	SO2	NOx	PM10	SO2	
MOLO VII canale nord	CONTAINER (medie)	20 000	630	1.73	89.18	0.40	35.67	1.00	65	11.6	50	96.61	17.24	74.32	M_RORO_ N
MOLO VII canale sud	CONTAINER (grandi)	80 000	30	0.08	23.51	0.40	9.40	1.00	65	11.6	50	25.47	4.54	19.59	M_CON01
MOLO VIII	CONTAINER (grandi)	80 000	0	0.00	8.06	0.00	0.00	1.00	65	11.6	50	0.00	0.00	0.00	M_CON01
ferriera	merci	25 000	142	0.39	24.95	0.40	9.98	1.00	65	11.6	50	27.03	4.82	20.79	M_PET/RI N02
SIOT tot	petroliere	60 000	516.5	1.42	207.58	0.40	83.03	1.50	65	11.6	50	337.3 2	60.20	259.4 7	M_PET
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	110	0.30	21.66	0.40	8.67	1.60	65	11.6	50	37.55	6.70	28.88	M_RIN01
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	1312.5	3.60	337.30	0.40	134.92	1.20	65	11.6	50	438.4 9	78.25	337.3 0	M_RIN01
MOLO V-VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.40	45.56	1.30	65	11.6	50	160.4 0	28.63	123.3 9	M_RORO_ N
Stazione Marittima (crociere)	crociera	120 000	51	0.14	38.99	0.40	15.60	1.30	65	11.6	50	54.91	9.80	42.24	M_CRO

TABELLA 4-27 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI STAZIONAMENTO DELLO SCENARIO DI BREVE TERMINE

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCCA	TOCCA	COMBUS. C(T)	PM	COMBUS S(T)	TEMP O MEDI O	FE (KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			AREA DI ATTRACCO
			TE ANNU E	TE GIORN.											
		GT (t)	N/ann o	N/g	(t/giorno)		(t/giorno)	(h)	Nox	PM	SO2	NOx	PM1 0	SO2	
MOLO VII canale nord	CONTAIN ER (medie)	20 000	630	1.73	89.18	0.20	17.84	10.00	35.00	2.50	31.00	260.10	18.58	230.38	
MOLO VII canale sud	CONTAIN ER (grandi)	80 000	30	0.08	23.51	0.20	4.70	17.00	35.00	2.50	31.00	116.56	8.33	103.24	CONT01/02/03
MOLO VIII	CONTAIN ER (grandi)	80 000	0	0.00	8.06	0.20	1.61	0.00	35.00	2.50	31.00	0.00	0.00	0.00	CONT04/05/06
ferriera	merci	25 000	142	0.39	24.95	0.20	4.99	24.00	35.00	2.50	31.00	174.66	12.48	154.70	RIN04
SIOT tot	petroliere	60 000	516.5	1.42	207.58	0.20	41.52	17.00	35.00	2.50	31.00	1 029.2 5	73.52	911.62	pet03/pet02
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	110	0.30	21.66	0.20	4.33	40.00	35.00	2.50	31.00	252.73	18.05	223.85	RIN01/RIN02
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	1312.5	3.60	337.30	0.20	67.46	10.00	35.00	2.50	31.00	983.79	70.27	871.35	RORO04
MOLO V- VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.20	22.78	10.00	35.00	2.50	31.00	332.20	23.73	294.23	RORO01/02/03
Stazione Marittima (crocere)	crocera	120 000	51	0.14	38.99	0.20	7.80	18.00	35.00	2.50	31.00	204.70	14.62	181.31	CRO01/02

TABELLA 4-28 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI MANOVRA DELLO SCENARIO DI LUNGO TERMINE

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGIA DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCCATE ANNUE	TOCCATE GIORN.	COMBUS. C(T)	PM	COMBUS S(T)	TEMPO MEDIO	FE (KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			AREA DI ATTRACCO
									Nox	PM	SO2	NOx	PM10	SO2	
		GT (t)	N/anno	N/g	(t/giorno)		(t/giorno)	(h)							
MOLO VII canale nord	CONTAINER (medie)	20 000	630	1.73	89.18	0.40	35.67	1.00	65.00	11.60	50.00	96.61	17.24	74.32	M_RORO_N
MOLO VII canale sud	CONTAINER (grandi)	80 000	60	0.16	38.96	0.40	15.58	1.00	65.00	11.60	50.00	42.21	7.53	32.47	
MOLO VIII	CONTAINER (grandi)	80 000	240	0.66	131.67	0.40	52.67	1.00	65.00	11.60	50.00	142.64	25.46	109.73	M_CON01
ferriera	merci	25 000	175	0.48	26.06	0.40	10.42	1.00	65.00	11.60	50.00	28.23	5.04	21.72	M_PET/RIN02
SIOT tot	petroliere	60 000	570	1.56	228.25	0.40	91.30	1.50	65.00	11.60	50.00	370.90	66.19	285.31	M_PET
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	114	0.31	21.72	0.40	8.69	1.60	65.00	11.60	50.00	37.64	6.72	28.96	M_RIN01
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	1750	4.79	444.10	0.40	177.64	1.20	65.00	11.60	50.00	577.32	103.03	444.10	M_RIN01
MOLO V- VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.40	45.56	1.30	65.00	11.60	50.00	160.40	28.63	123.39	M_RORO_N
Stazione Marittima (crocere)	crociera	120 000	51	0.14	38.99	0.40	15.60	1.30	65.00	11.60	50.00	54.91	9.80	42.24	M_CRO

TABELLA 4-29 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI STAZIONAMENTO DELLO SCENARIO DI LUNGO TERMINE

AREA DI ATTRACCO	TIPOLOGI A DI NAVE	STAZZA MEDIA	TOCC ATE ANN UE	TOCCATE GIORN.	COMBUS. C(T)	PM	COMBUS S(T)	TEMPO MEDIO	FE (KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA (KG)			AREA DI ATTRACCO
									Nox	PM	SO2	NOx	PM10	SO2	
		GT (t)	N/an no	N/g	(t/giorno)		(t/giorno)	(h)						Sorgente	
MOLO VII canale nord	CONTAIN ER (medie)	20 000	630	1.73	89.18	0.20	17.84	10.00	35.00	2.50	31.00	260.10	18.58	230.38	
MOLO VII canale sud	CONTAIN ER (grandi)	80 000	60	0.16	38.96	0.20	7.79	17.00	35.00	2.50	31.00	193.17	13.80	171.10	CONT01/02/0 3
MOLO VIII	CONTAIN ER (grandi)	80 000	240	0.66	131.67	0.20	26.33	17.00	35.00	2.50	31.00	652.87	46.63	578.26	CONT04/05/0 6
ferriera	merci	25 000	175	0.48	26.06	0.20	5.21	24.00	35.00	2.50	31.00	182.42	13.03	161.57	RIN04
SIOT tot	petrolier e	60 000	570	1.56	228.25	0.20	45.65	17.00	35.00	2.50	31.00	1 131.7 2	80.84	1 002.38	pet03/pet02
Canale industriale	rinfuse solide	10 000	114	0.31	21.72	0.20	4.34	40.00	35.00	2.50	31.00	253.36	18.10	224.40	RIN01/RIN02
Terminal NOGHERE	RO/RO	45 000	1750	4.79	444.10	0.20	88.82	10.00	35.00	2.50	31.00	1 295.2 8	92.52	1 147.25	RORO04
MOLO V-VI	RO/RO	40 000	447	1.22	113.90	0.20	22.78	10.00	35.00	2.50	31.00	332.20	23.73	294.23	RORO01/02/0 3
Stazione Marittima (crocere)	crocera	120 000	51	0.14	38.99	0.20	7.80	18.00	35.00	2.50	31.00	204.70	14.62	181.31	CRO01/02

TABELLA 4-30 – STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI LAVORAZIONE DELLO SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

PUNTO DI ATTRACCO	TIPOLOG DI NAVE	STAZZA MEDIA	NUMERO IMBARC IMPIEGATE	C(T) (t/g)	PM 1.00	S(T) (t / g)	TEMPO MEDIO (h)	FE(KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA(KG)			SORGENTE
								Nox	PM	SO2	Nox	PM	SO2	
Cantiere molo V-VI prolungamento moli	chiatta	1 000	3	9.06	0.40	3.62	10.00	66.0 0	10.60	54.00	99.69	16.0 1	81.56	CBT_V_VI
Molo VII (ampliamento 1 fase)	chiatta	1 000	2	8.73	0.40	3.49	10.00	66.0 0	10.60	54.00	95.99	15.4 2	78.54	CBT_VII
Molo Bersaglieri (Ampliamento)	chiatta	1 000	1	8.39	0.40	3.36	10.00	66.0 0	10.60	54.00	92.30	14.8 2	75.52	CBT_CRO
Canale Industriale (Banchinamenti)	chiatta	1 000	1	8.39	0.40	3.36	10.00	66.0 0	10.60	54.00	92.30	14.8 2	75.52	CBT_CAN_N OG
Terminal Ro-Ro Noghere (Realizzazione 1a fase)	chiatta	1 000	1	8.39	0.40	3.36	10.00	66.0 0	10.60	54.00	92.30	14.8 2	75.52	CBT_CAN_N OG
Piattaforma a nord del molo VII	chiatta	1 001	2	8.73	0.40	3.49	10.00	66.0 0	10.60	54.00	96.00	15.4 2	78.55	CBT_PNORD

TABELLA 4-31- STIMA DELLA SORGENTI DI TIPO NAVALE PER LA FASE DI LAVORAZIONE DELLO SCENARIO DI CANTIERE DI LUNGO TERMINE

PUNTO DI ATTRACCO	TIPOLOG DI NAVE	STAZZA MEDIA	NUMERO IMBARC IMPIEGATE	C(T) (t/g)	PM 1.00	S(T) (t / g)	TEMPO MEDIO (h)	FE(KG/TCOMB)			EMISSIONE GIORNALIERA(KG)			SORGENTE
								Nox	PM	SO2	NOx	PM	SO2	
Cantiere molo V- VI banchinamento	chiatta	1 000	3	9.06	0.40	3.62	10.00	66.00	10.60	54.00	99.69	16.01	81.56	CLT_V_VI
Centro Servizi Portuali	chiatta	1 000	1	8.73	0.40	3.49	10.00	66.00	10.60	54.00	95.99	15.42	78.54	CLT_CSP
Cantiere VII - realizzazione seconda fase	chiatta	1 000	2	8.39	0.40	3.36	10.00	66.00	10.60	54.00	92.30	14.82	75.52	CLT_VII
Cantiere VIII - realizzazione	chiatta	1 000	6	8.39	0.40	3.36	10.00	66.00	10.60	54.00	92.30	14.82	75.52	CLT_VIII
Arseanle San Marco - Sistrmazioni Varie	chiatta	1 000	1	8.39	0.40	3.36	10.00	66.00	10.60	54.00	92.30	14.82	75.52	CLT_ASM
terminal ro ro noghere - completamento	chiatta	1 001	3	8.73	0.40	3.49	10.00	66.00	10.60	54.00	96.00	15.42	78.55	CLT_NOG

TABELLA 4-32- DEFINIZIONE DELLE SERGENTI EMISSIVE PER I CANTIERI

DEFINIZIONE CANTIERE BT	Mezzi a terra autocarri e mezzi pesanti	Mezzi a mare Chiatte	tempo attività		velocità media mezzi a terra	potenza media mezzi a mare
			ore/giorno	gg/anno		
Cantiere molo V-VI prolungamento moli	15	3	10	365	30	40%
Molo VII (ampliamento 1 fase)	7	2	10	365	30	40%
Molo Bersaglieri (Ampliamento)	5	1	10	365	30	40%
Canale Industriale (Banchinamenti)	5	1	10	365	30	40%
Terminal Ro-Ro Noghère (Realizzazione 1a fase)	5	1	10	365	30	40%
Piattaforma a nord del molo VII	6	2	10	365	30	40%
DEFINIZIONE CANTIERE LT	Mezzi a terra	Mezzi a mare				
Cantiere molo V-VI banchinamento	15	3	10	365	30	40%
Centro Servizi Portuali	5	1	10	365	30	40%
Cantiere VII -realizzazione seconda fase	7	2	10	365	30	40%
Cantiere VIII - realizzazione	30	6	10	365	30	40%
Arseanle San Marco - Sistrazioni Varie	5	1	10	365	30	40%
terminal ro ro noghere - completamento	15	3	10	365	30	40%

Per quanto riguarda gli scenari di cantiere sono state considerate come sorgenti emissive quelli rappresentate dai mezzi di lavoro. Per ciascun cantiere sono state fatte delle stime di mezzi a terra e a mare che lavorassero 356 giorni all'anno per 10 ore al giorno. I mezzi a terra sono stati considerati come pesanti e quelli a mare come un'imbarcazione di 1000 tonnellata di Tonnellaggio lordo (GT). Le ipotesi fatte sono riassunte in Tabella 4-32.

Alle stime di Tabella 4-30 e Tabella 4-31 si aggiungo le emissioni dei mezzi a terra calcolate come da metodologia già illustrata nel precedente paragrafo e riportate nella parte finale dei Tabella 4-17 e Tabella 4-19.

Così come descritto per le sorgenti da flussi veicolari, anche per le sorgenti marittime si è proceduto ad una taratura del modello allineandolo con i dati dell'inventario.

Tale taratura è avvenuta applicando coefficienti correttivi ai tempi (di manovra e stazionamento e), alla tonnellaggio lordo ed ai coefficienti emissivi.

Nella tabella successiva è riportato un confronto che mostra come lo scenario di partenza sia fortemente allineato con quanto registrato nell'inventario. Le variazioni relative degli scenari successivi si riferiscono sempre al dato INEMAR.

TABELLA 4-33– CONFRONTO TRA I DATI EMISSIVI UTILIZZATI NEL MODELLO CON QUELLI DELL'INVENTARIO REGIONALE DELLE EMISSIONI

	NOx (t / anno)	PM10 (t / anno)	SO2 (t / anno)
DATO INEMAR	1429.03	140.90	1200.51
STIMA SCENARIO ANTE OPERAM	1441.07	142.38	1233.46
<i>VARIAZIONE % VS INEMAR</i>	<i>+1%</i>	<i>+1%</i>	<i>+3%</i>
STIMA SCENARIO BREVE TERMINE	1654.10	164.16	1414.98
<i>VARIAZIONE % VS INEMAR</i>	<i>+16%</i>	<i>+17%</i>	<i>+18%</i>
STIMA SCENARIO LUNGO TERMINE	2196.10	215.89	1880.88
<i>VARIAZIONE % VS INEMAR</i>	<i>+54%</i>	<i>+53%</i>	<i>+57%</i>
STIMA SCENARIO LUNGO TERMINE ALCUNE BANCHINE ELETTRIFICATE	2101.16	209.11	1796.79
<i>VARIAZIONE % VS INEMAR</i>	<i>+47%</i>	<i>+48%</i>	<i>+50%</i>

4.4. Il modello diffusivo

Il modello è stato impostato assegnando delle sorgenti di tipo areale alle emissioni diffuse. Le strade e le rotte di manovra sono state simulate con sorgenti lineari. Mentre le emissioni da stazionamento sono state simulate mediante sorgenti puntuali. Le aree di cantiere sono state assimilate ad sorgenti di tipo diffuso. In Figura 4-16 è riportata una rappresentazione delle sorgenti e dei ricettori utilizzati nel modello.

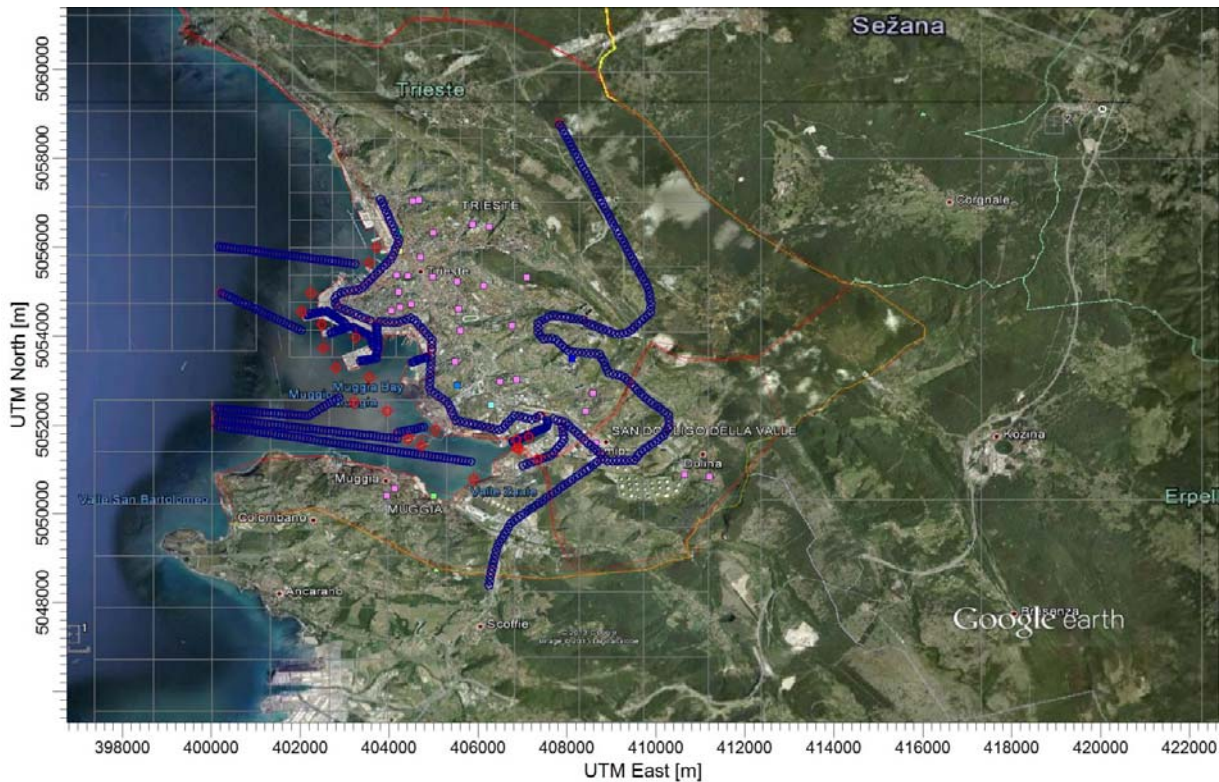


FIGURA 4-16 - RAPPRESENTAZIONE DELLE PRINCIPALI COMPONENTI DEL MODELLO NEL DOMINIO DI CALCOLO: SORGENTI E RECETTORI

4.5. Recettori

I recettori costituiscono l'equivalente virtuale di una postazione di misura e la loro densità spaziale determina l'accuratezza della misura stessa. In aggiunta ai recettori discreti per valutare puntualmente le concentrazioni prodotte in corrispondenza dei recettori sensibili, è stata utilizzata una griglia estesa di recettori per valutare la dispersione sull'intera area.

Tutte le simulazioni eseguite per questo studio si avvalgono del medesimo pattern di recettori costituito da griglie rettangolari di recettori costituita per un totale di 418 recettori.

Sono stati individuati un considerevole numero di ricettori sensibili per poter valutare puntualmente l'impatto delle opere in ogni fase prevista dal piano.

I recettori sono fondamentalmente scuole e sono state scelte fra tutte le possibili in base ad un criterio di copertura del territorio (vedi Figura 4-17).

I recettori sono riportati in Tabella 4-34.



FIGURA 4-17 - RECETTORI SENSIBILI UTILIZZATI

TABELLA 4-34 - ELENCO DEI RECETTORI SENSIBILI CONSIDERATI

ID ricettore	Descrizione	Comune	UTM X	UTM Y
sc_1 (scuole)	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	404131,42	5050563,25
sc_2 (scuole)	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	403956,83	5050408,97
sc_3 (scuole)	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	408650,3	5051589,61
sc_4 (scuole)	scuola pubblica -	S. DORLINGO	410642,17	5050877,89
sc_5 (scuole)	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	411202,75	5050836,29
sc_6 (scuole)	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	408418,2	5052296,81
sc_7 (scuole)	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	408585,42	5052702,9
sc_8 (33)	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	408112,44	5053486,42
sc_9 (scuole)	Asilo nido comunale	TRIESTE	406870,28	5053013,44
sc_10 (scuole)	Asilo nido comunale	TRIESTE	406492,85	5052965,67
sc_11 (scuole)	scuola primaria statale	TRIESTE	405484,79	5053414,76
sc_12 (scuole)	Istituto professionale di stato	TRIESTE	406765,17	5054231,72
sc_13 (scuole)	scuola Primaria Statale	TRIESTE	405609	5054117,06
sc_14 (scuole)	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	405566,01	5054599,59
sc_15 (scuole)	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	406134,53	5055125,12
sc_16 (scuole)	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	405532,56	5055215,9
sc_17 (scuole)	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	404984,42	5055321,62
sc_18 (scuole)	Istituto Statale d'Arte TRIESTE	TRIESTE	404501,17	5054710,65
sc_19 (scuole)	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	404245,73	5054641,62
sc_20 (scuole)	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	404048,98	5054565,68
sc_21 (scuole)	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	404218,12	5054986,8
sc_22 (scuole)	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	404170,11	5055367,95
sc_23 (scuole)	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	404425,11	5055344,44
sc_24 (scuole)	scuola primaria collodi	TRIESTE	407093,63	5055313,37
sc_35 (scuole)	scuola infanzia statale	TRIESTE	404996	5056321,56
sc_26 (scuole)	università popolare di Trieste	TRIESTE	404708,08	5055769,89
sc_27 (scuole)	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	406252,65	5056449,74
sc_28 (scuole)	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	405876,33	5056509,77
sc_29 (scuole)	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	404528,57	5057032,6
sc_30 (scuole)	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	404678,44	5057057,58
1 ()			410952,33	5049205,65

4.6. Analisi dei risultati delle simulazioni di dispersione sul territorio delle principali sostanze inquinanti.

Le simulazioni sono state effettuate considerando i dati di input georeferenziati su base cartografica. Gli scenari meteoroclimatici ipotizzati sono quelli caratterizzanti le capacità dispersive e diffusive annuali.

4.6.1. Scenario Attuale

Sono state effettuate 3 simulazioni, per le sostanze inquinanti (NO_2 , PM_{10} e SO_2), utilizzando lo scenario meteorologico relativo all'anno rappresentativo (2009) nelle condizioni che caratterizzano lo stato attuale. In Appendice sono riportate le mappe di impatto sul territorio risultanti delle simulazioni effettuate per i diversi inquinanti.

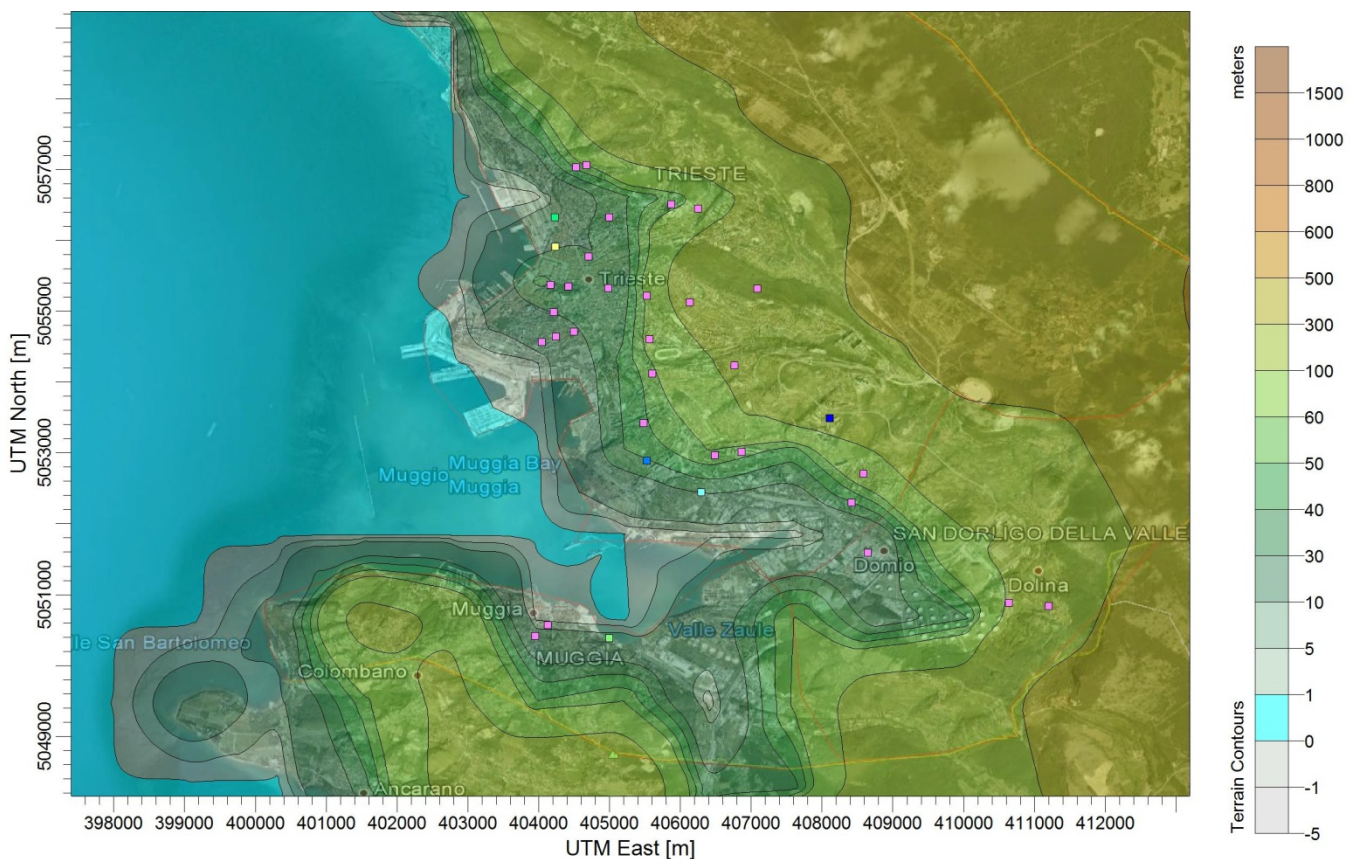


FIGURA 4-18 - OROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO

Il traffico veicolare (leggero e pesante) ed il traffico navale sono state considerate fonti immissive primarie.

Dall'analisi delle simulazioni effettuate emerge chiaramente come il territorio di Trieste sia sotto una significativa pressione ambientale relativamente agli inquinanti simulati. La pressione maggiore relativamente alle medie di breve termine, ma anche rispetto alle medie di lungo periodo, è costituita dalla polveri e successivamente dagli ossidi di azoto.

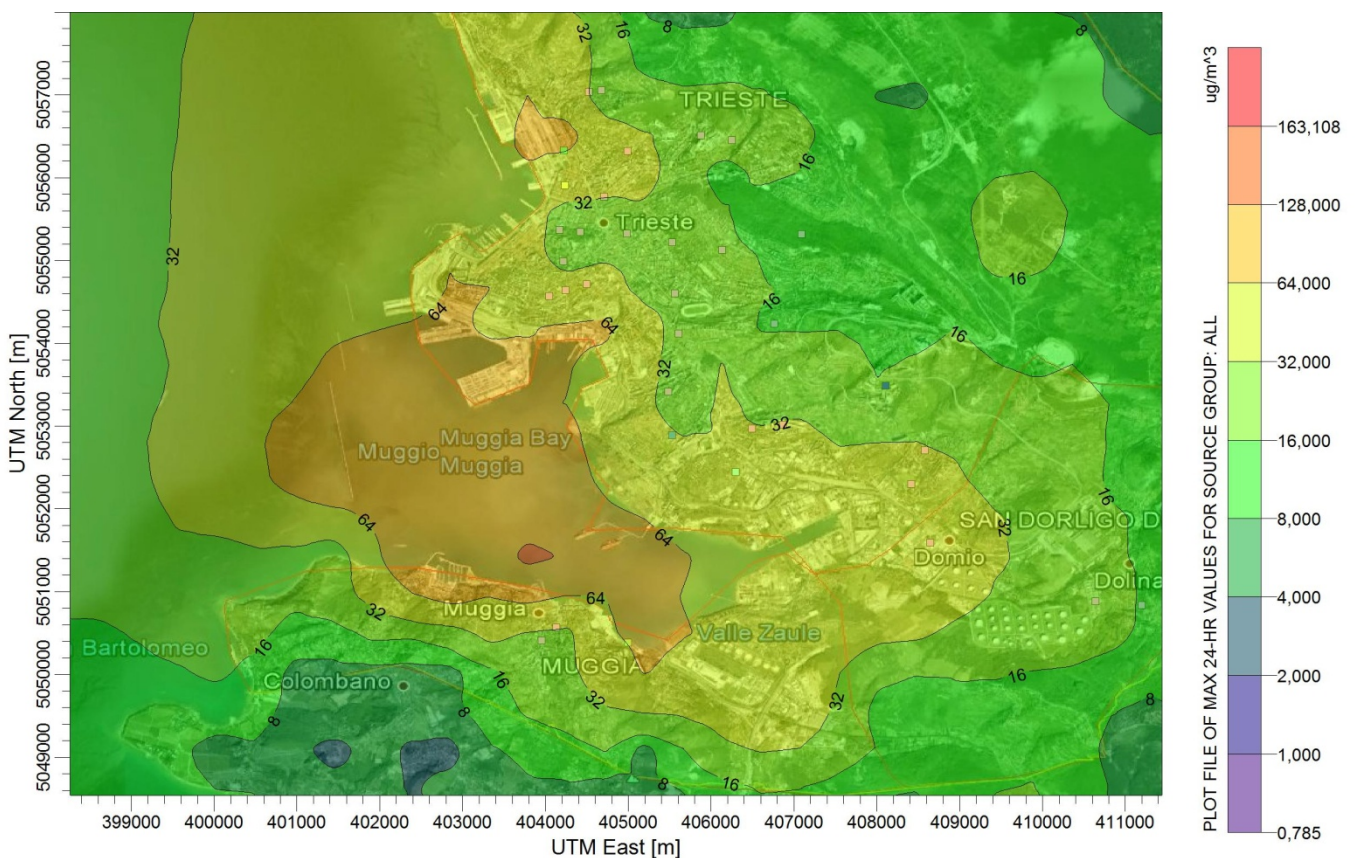


FIGURA 4-19 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{10} , MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO ANTE OPERAM

Come si può osservare dalle mappe gli andamenti di breve periodo (medie giornaliere) si discostano da quelli di lungo periodo (medi annuali) poiché evidenziano i massimi episodi riscontrabili che sono collocati al centro della baia verso sud e possono dar luogo a forti concentrazioni.

Viceversa le medie di lungo periodo estendono l'area di alta concentrazione su tutta l'area portuale, naturalmente su valori molto più bassi ed accettabili per la salute umana (le medie annuali sono maggiormente significative in tal senso) ma che comunque sottolineano che l'area è sottoposta ad una pressione ambientale rilevante.

Va osservato che tale zona, ancorché centrata sulla baia, lambisce le aree abitate a maggior densità così come dimostrato dai valori registrati presso i recettori sensibili considerati. Da quanto emerso dalle simulazioni iniziali tutta la fascia costiera da Muggia fino alla costa nordoccidentale di Trieste è esposta alla maggiore pressione con superamenti del limite di legge (50 ug/m³).

E' interessante riportare inoltre che tra i superamenti registrati per le medie giornaliere del PM₁₀ oltre a quelli riscontrati al centro della baia, a nord nella zona di via di Tor Bandena, ci sono anche quelli nell'area di Muggia. Quest'ultimo fenomeno trova riscontro anche nella **relazione annuale sulla qualità dell'aria per il 2013** prodotta da ARAP FVG¹² (vedi pag 30 e pag 43) dove viene riscontrato un incremento di tendenza al superamento dei limite di legge per questa stazione.

¹² Relazione sulla qualità dell'aria nella regione Friuli Venezia Giulia – Anno 2013, a cura dell'ARPA FVG

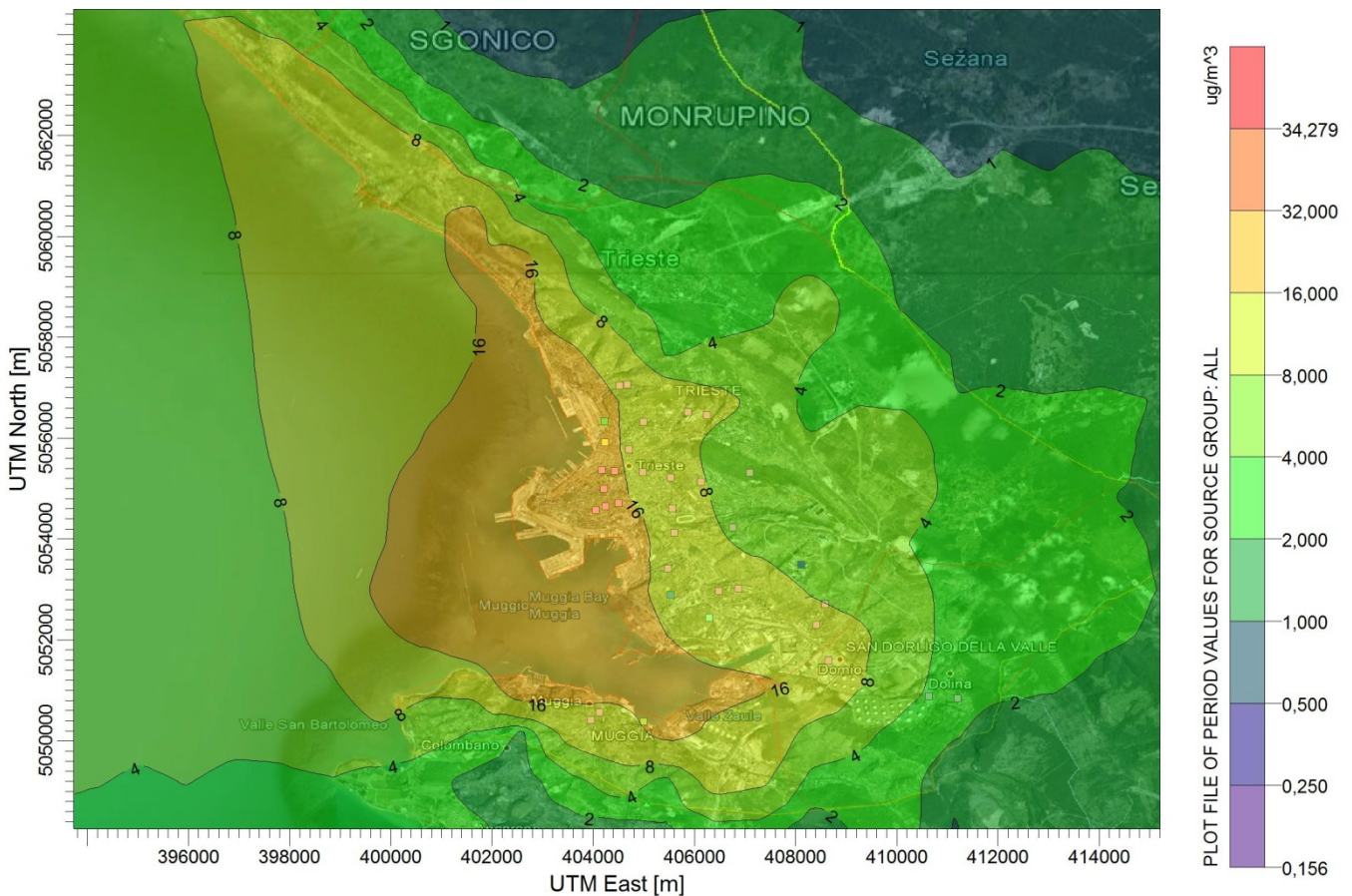


FIGURA 4-20 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{10} , MEDIA ANNUALE, SCENARIO ANTE OPERAM

Le considerazioni generali che si possono fare per il biossido di azoto sono analoghe per quanto riguarda l'estensione dell'area tra le medie orarie ed annuali ma non per quanto riguarda l'ubicazione dei massimi. Bisogna osservare infatti (Figura 4-22) che l'area dei moli V e VI, il porto franco nuovo e molo bersaglieri, sono interessati anche da una forte emissione da traffico stradale che è la tipologia di sorgente che massimamente contribuisce all'emissione di ossidi di azoto. In questa area (rossa nella Figura 4-22) si sovrappongono molto più che altrove dando luogo a concentrazioni persistenti durante tutto l'anno.

L'andamento generale riscontrabile in tutti gli inquinanti considerati con un "allungamento" verso nord-ovest delle concentrazioni al suolo trova riscontro nel regime anemologico della località (Figura 4-7) che tende a spingere gli inquinanti verso mare o lungo la costa nord-occidentale.

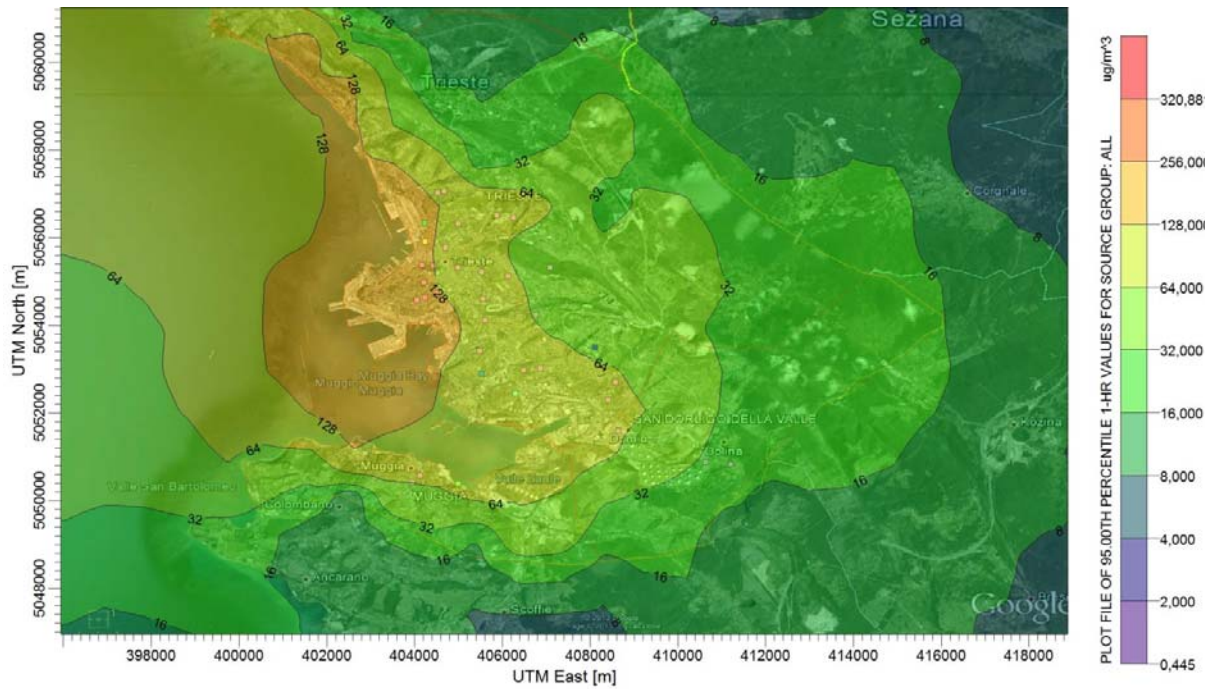


FIGURA 4-21 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ORARIA, SCENARIO ANTE OPERAM

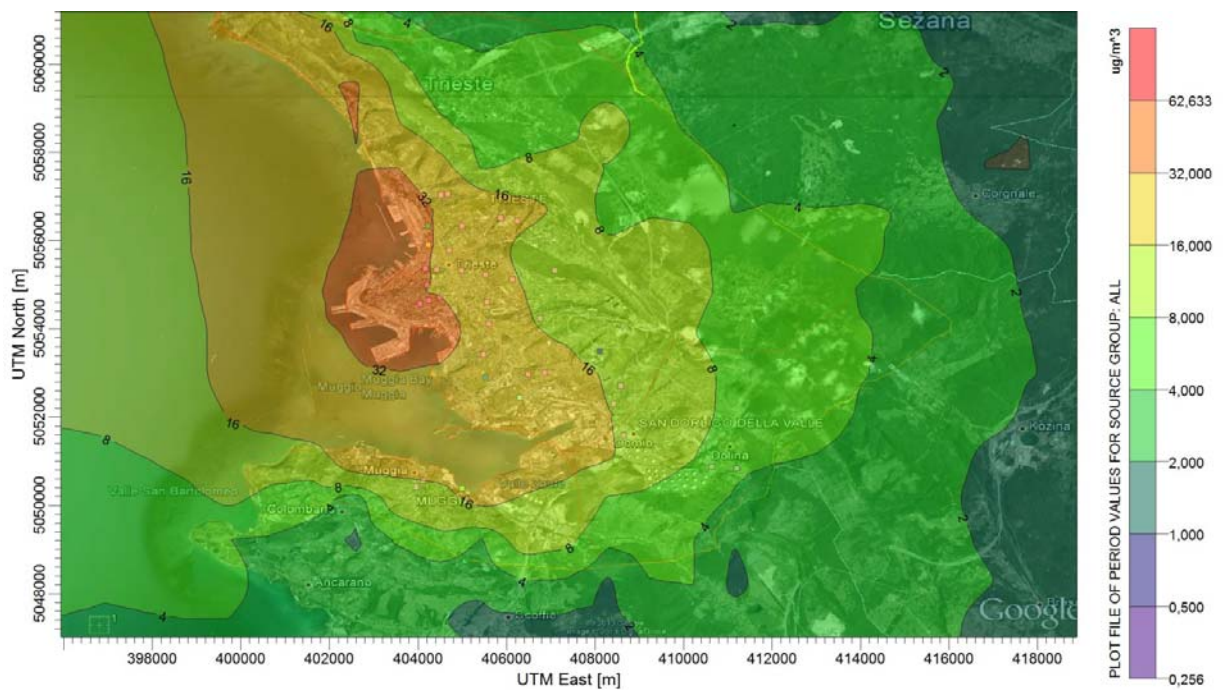


FIGURA 4-22 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO ANTE OPERAM

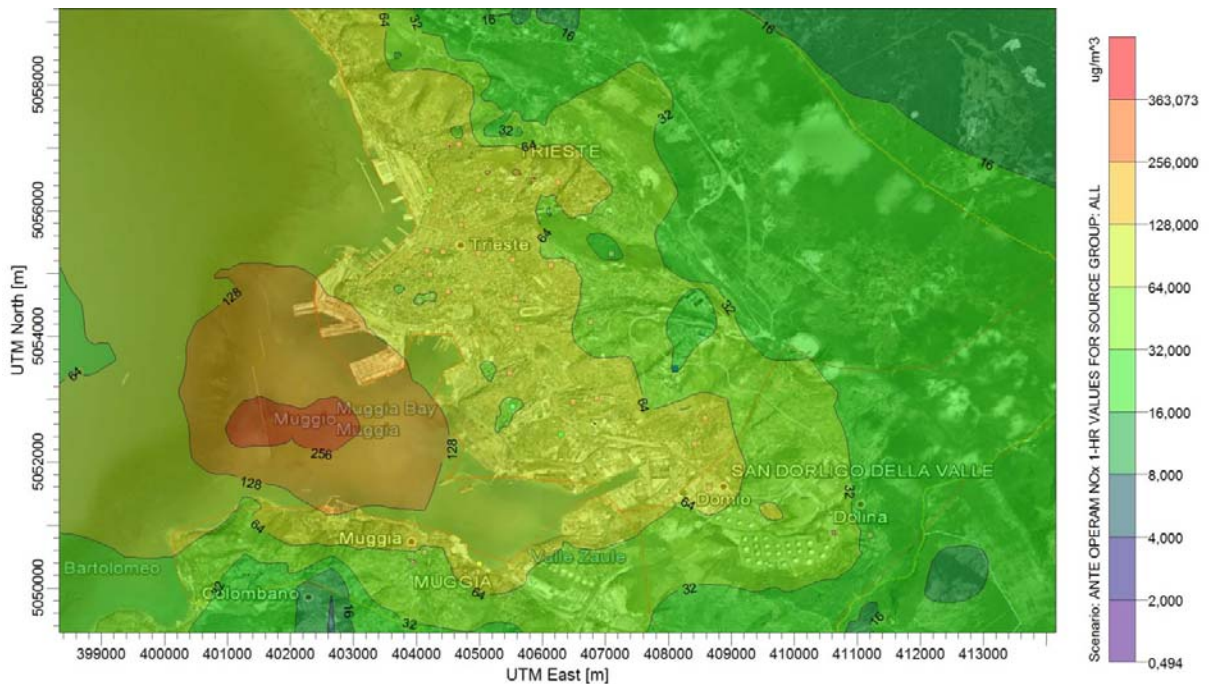


FIGURA 4-23 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA ORARIA, SCENARIO ANTE OPERAM

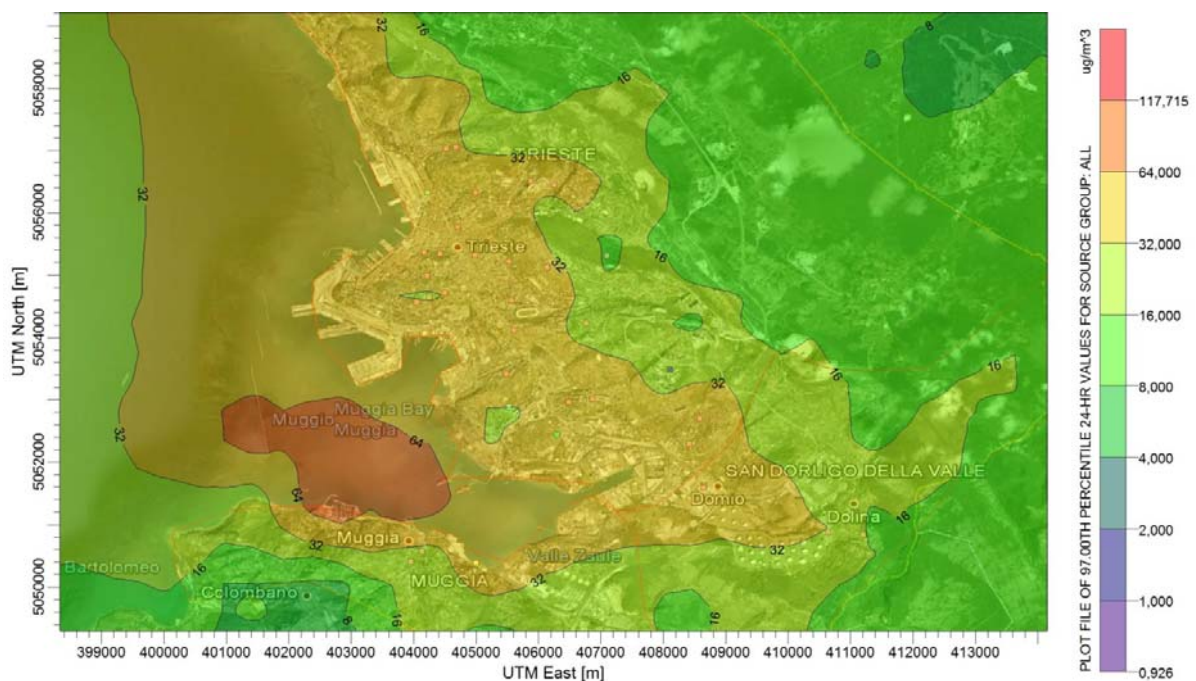


FIGURA 4-24 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO ANTE OPERAM

Un discorso diverso va fatto per il biossido di zolfo che presenta un andamento simile per le medie orarie e giornaliere (comunque due medie di breve periodo).

Si può riscontrare che i limiti di legge non vengono mai raggiunti per entrambi i parametri ma esiste comunque una zona ad elevata concentrazione al centro della baia. Tale comportamento (per altro non riscontrabile attraverso la rete di monitoraggio proprio per la sua collocazione geografica) è imputabile sostanzialmente al fatto che il massimo contributo in termini emissivi per l' SO_2 è dato dalle sorgenti navali. Nella zona sud è ubicato il principale accesso alla zona industriale del porto (canale sud) ed è lì, unitamente al contributo di altre sorgenti di stazionamento (per prima il SIOT), che si assiste alla maggior concentrazione emissiva per questo inquinante.

A tal proposito è utile osservare il contributo della sola componente portuale. Come si può osservare in Figura 4-25 le immissioni nella regione portuale sono di quasi esclusiva provenienza dalle sorgenti navali.

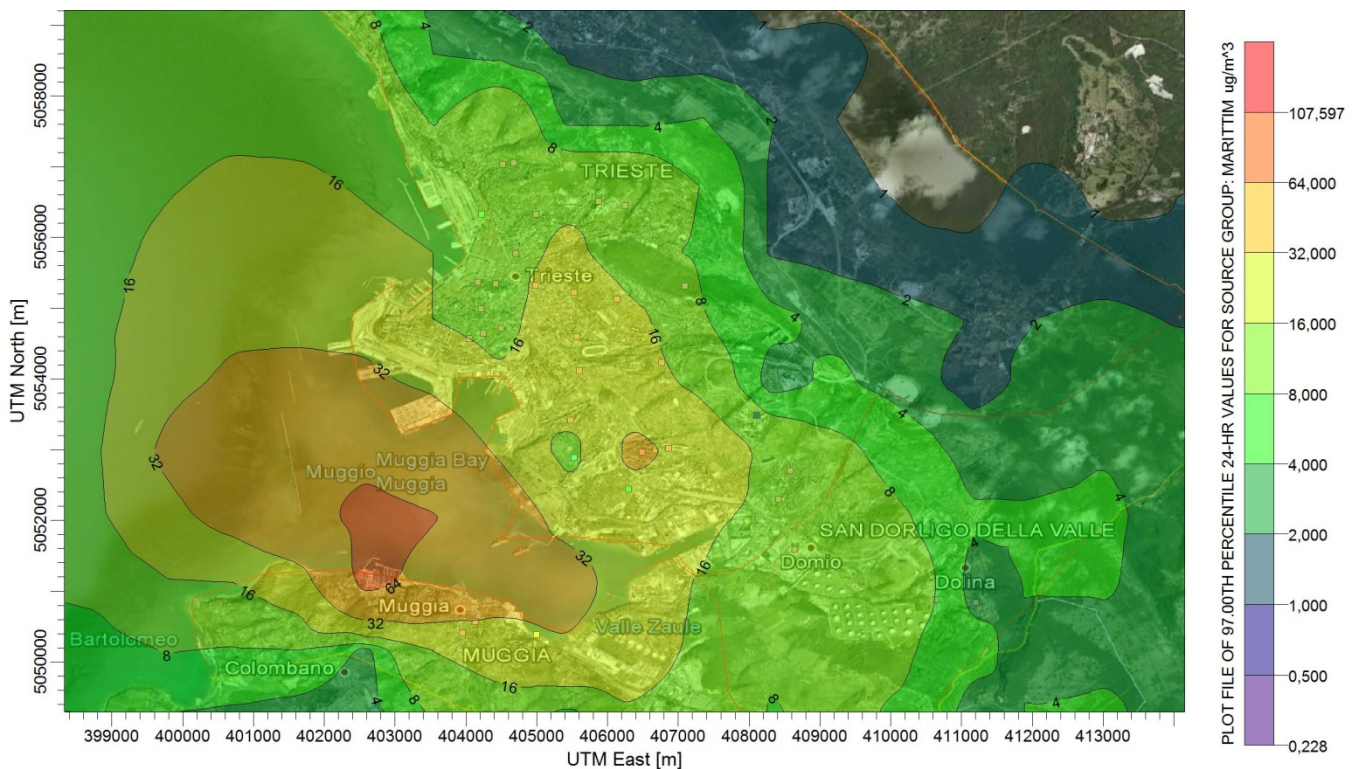


FIGURA 4-25 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO_2 , MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO ANTE OPERAM - SOLA COMPONENTE PORTUALE

Come si vedrà negli scenari successivi, l'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste prevede che tutto il traffico nuovo passi per il canale sud, pertanto questo comportamento non potrà che essere incrementato.

Un aspetto positivo di primaria importanza risiede nel fatto che l'area di accentrimento dei massimi è di fatto lontano da qualsiasi recettore.

Al fine di validare il modello è stato effettuato un raffronto, e la successiva calibrazione, tra i risultati delle simulazioni ante operam con un recettore di riferimento costituito dalla stazione di monitoraggio di via di Tor Bandena.

Il recettore di confronto, dopo la **calibrazione** ha riportato i valori della tabella seguente:

Discrete Receptor	X	Y	Elevation (ZELEV)	Concentration (AVERAGE CONC) [ug/m ³]	Averagin Period (AVE)	Source Group (GRP)	Num Hours
BAN (BAN)	404240,36	5055906,23	16,29	182,90	1-HR	ALL	8760
				43,34	1-YR	ALL	8760
BAN (BAN)	404240,36	5055906,23	16,29	53,28	1-HR	ALL	8760
				22,21	1-YR	ALL	8760

La stazione di monitoraggio di Tor Bandena ha riportato nel corso del 2013 le seguenti concentrazioni:

NO ₂	Max media oraria	181,05
	Media annuale	42,99
PM ₁₀	Max media oraria	60.10
	Media annuale	22.25

Il confronto è stato positivo e pertanto il modello è stato considerato validato.

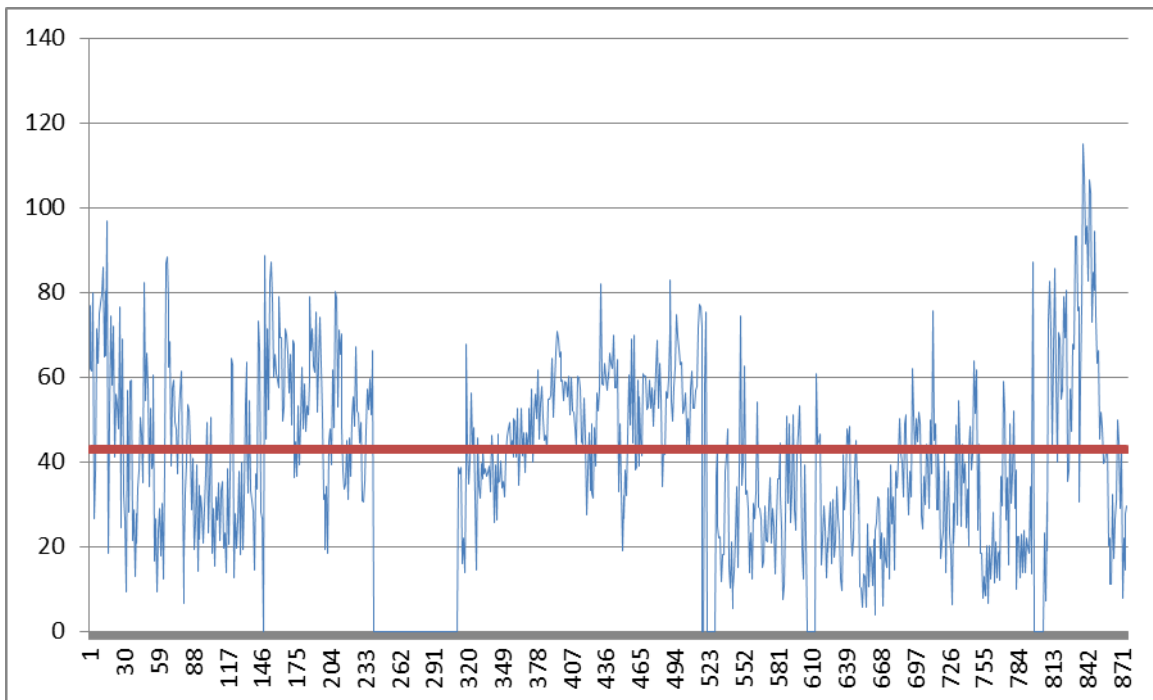


FIGURA 4-26 – ANDAMENTO DELLE MEDIE ORARIE DI NO₂ REGISTRATE NEL 2013 NELLA STAZIONE DI TOR BANDENA

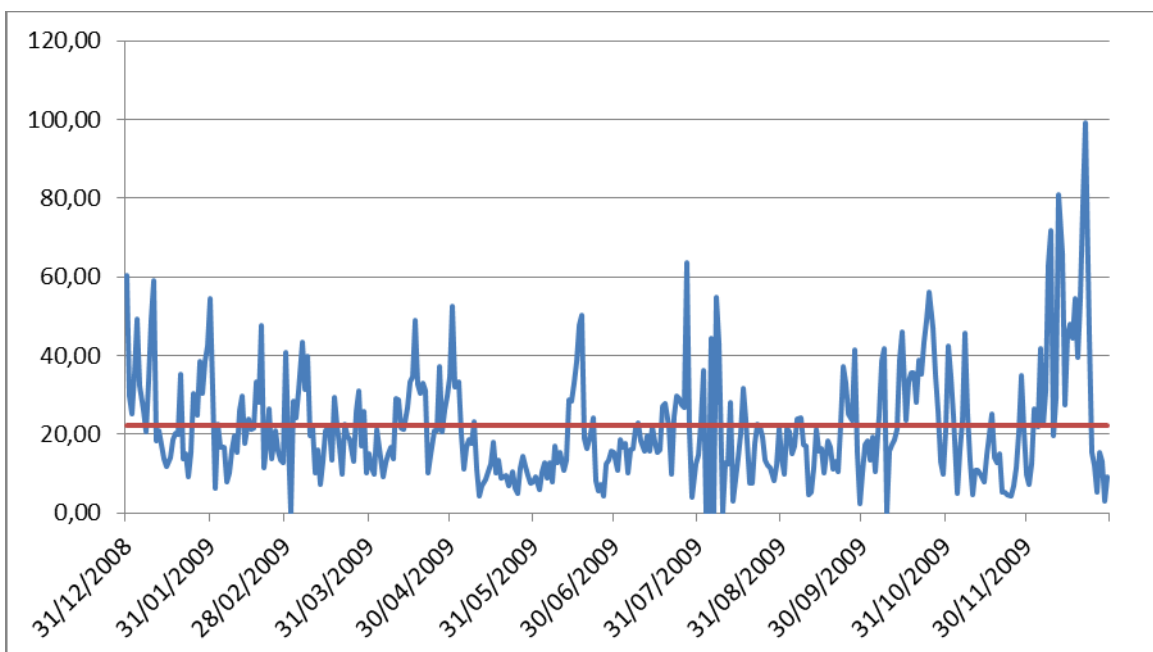


FIGURA 4-27 – ANDAMENTO DELLE MEDIE GIORNALIERE DI PM₁₀ REGISTRATE NEL 2013 NELLA STAZIONE DI TOR BANDENA

4.6.2. Scenario di progetto a breve termine

Biossido di Azoto (NO₂)

Nello scenario di breve termine sono confermate e rafforzate le tendenze viste nel quadro ante operam. In particolare per il biossido di azoto l'area maggiormente interessata da alte concentrazioni di breve periodo è quella presso Molo Bersaglieri, Riva Traiana e Molo V in cui le concentrazioni massime vicino la soglia dei 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In questa area 1 singolo superamento viene osservato nella simulazione.

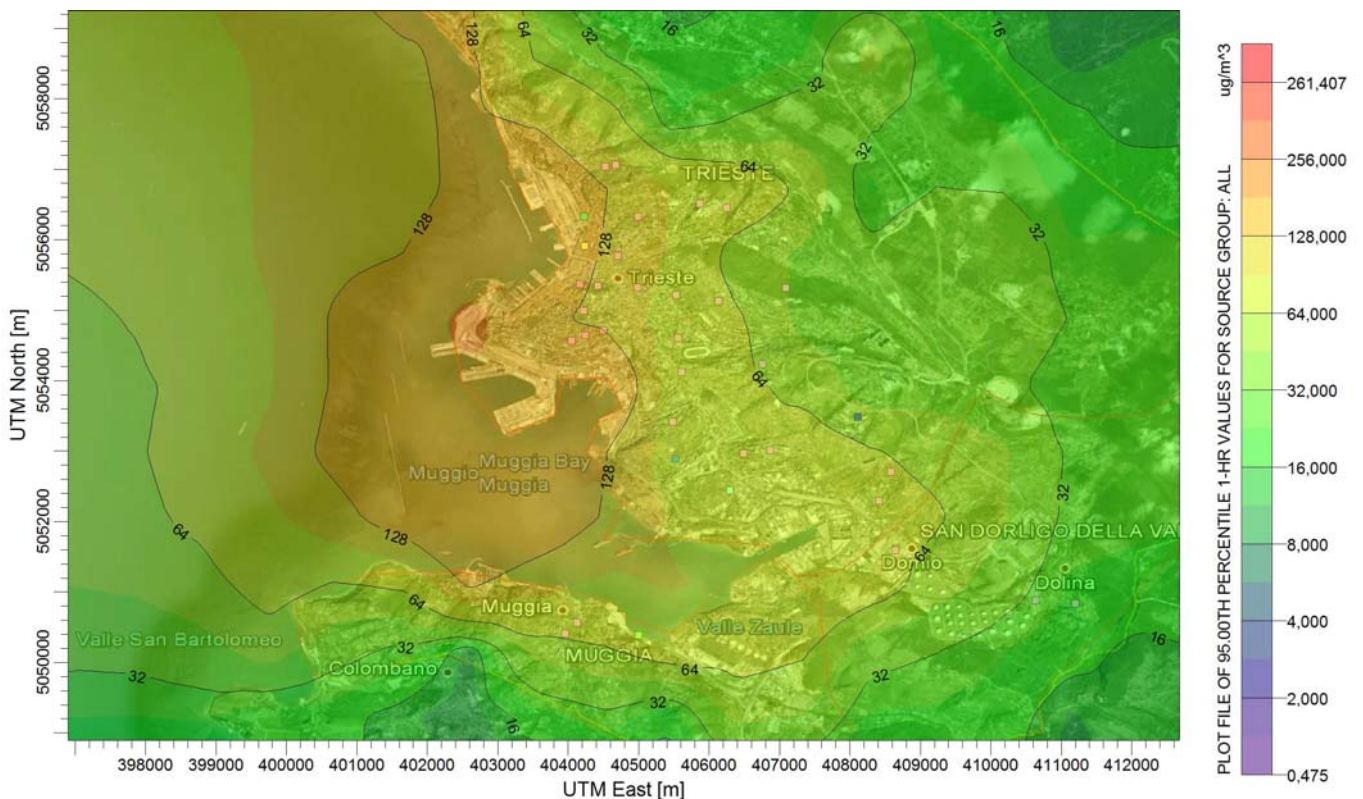


FIGURA 4-28 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ORARIA, SCENARIO DI BREVE TERMINE

Anche per le medie annuali si possono fare osservazioni analoghe ed osservare come la regione con concentrazioni più sostenute (sopra i 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sia un po' più estesa rispetto allo stato ante operam. Evidentemente, la vicinanza delle sorgenti stradali e marittime in quest'area è la causa principale.

Va, inoltre, rilevato come si delinea una seconda zona potenzialmente critica nell'area del porto di S. Rocco. Essa, infatti, è quella che maggiormente risente, secondo le ipotesi fatte nel modello (vedi Figura 4-16), del transito navale nel canale sud. Essendo sfavorita per la dispersione degli inquinanti dalla presenza di un'orografia complessa immediatamente a ridosso della costa (vedi Figura 4-18), diviene punto di accumulo ogni volta che il vento gira e soffia da Nord dando luogo ad episodi acuti.

Nella mappa delle concentrazioni differenziali (Figura 4-30) si può apprezzare come le variazioni sul lungo periodo non siano molto forti. Esse sono caratterizzate da leggeri miglioramenti (dovuti alla riduzione delle emissioni da traffico veicolare) nella area interne interessante dalla grande viabilità e da leggeri peggioramenti all'interno dell'area portuale dovuti all'aumento del traffico navale.

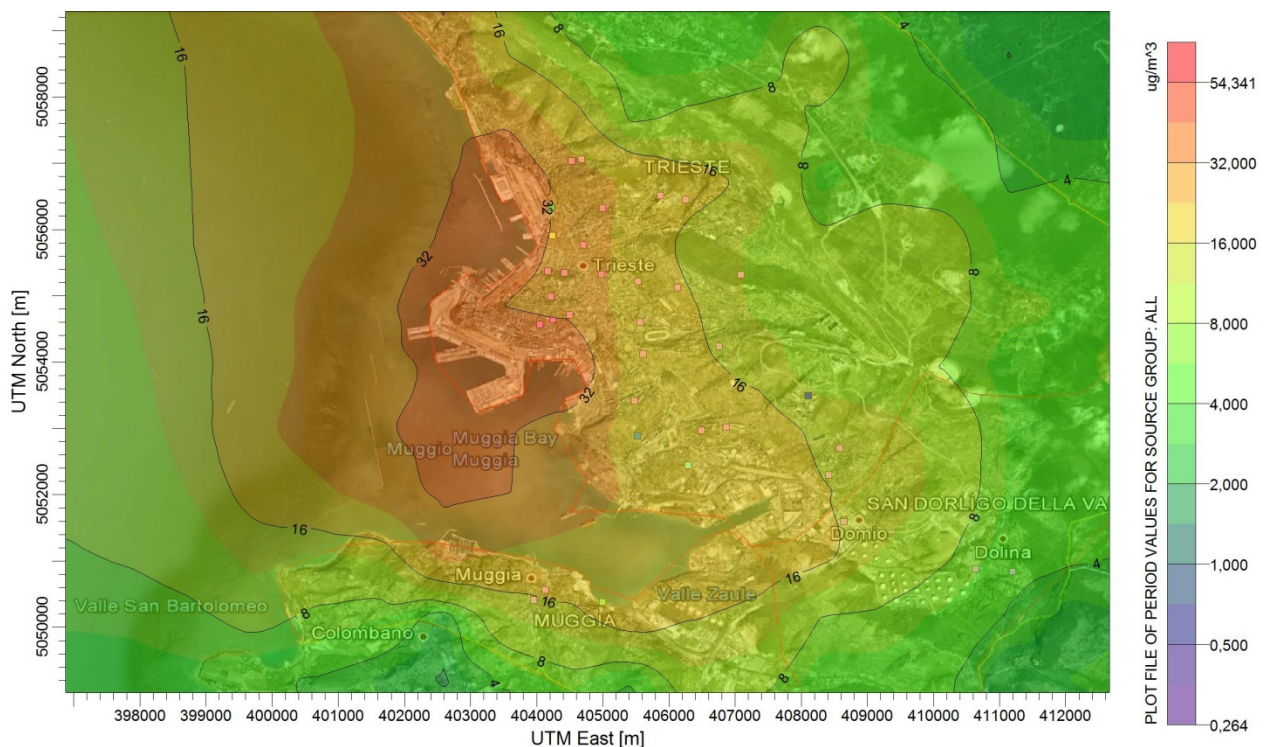


FIGURA 4-29 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI BREVE TERMINE

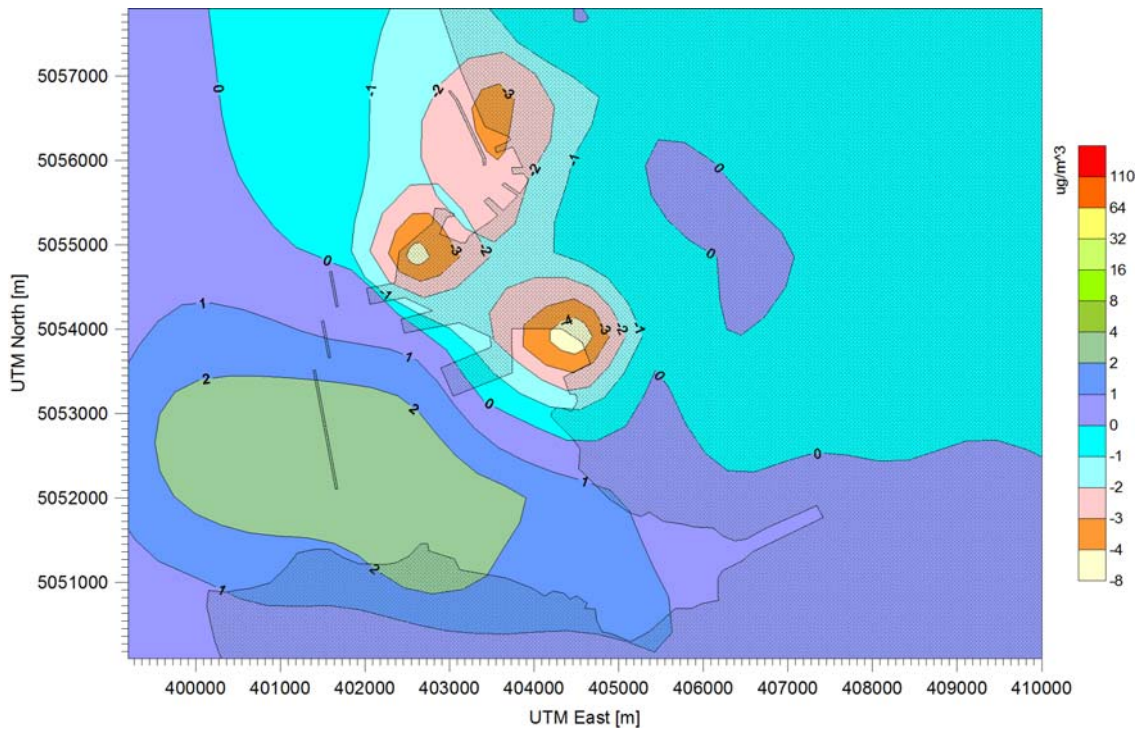


FIGURA 4-30 – MAPPA DELLE ISOLINEE DELLE CONCENTRAZIONI DIFFERENZIALI PER LE MEDIE ANNUALI DI NO₂ CONFRONTO ANTE OPERAM – BREVE TERMINE

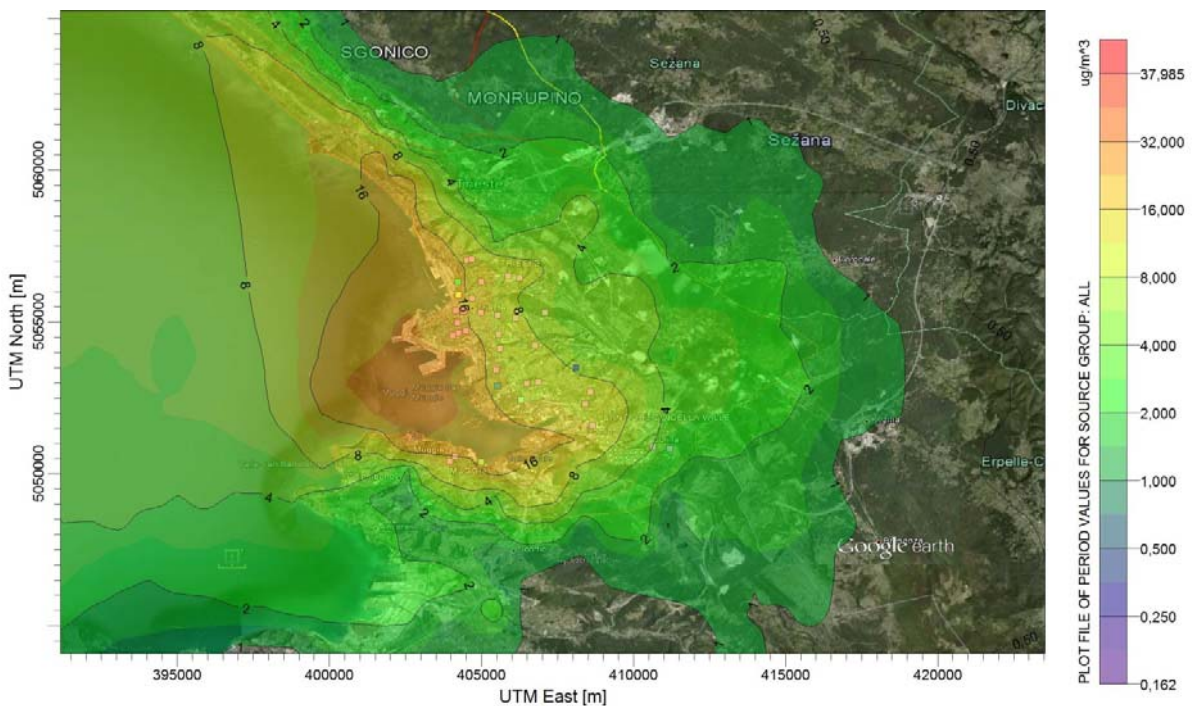


FIGURA 4-31 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM₁₀, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI BREVE TERMINE

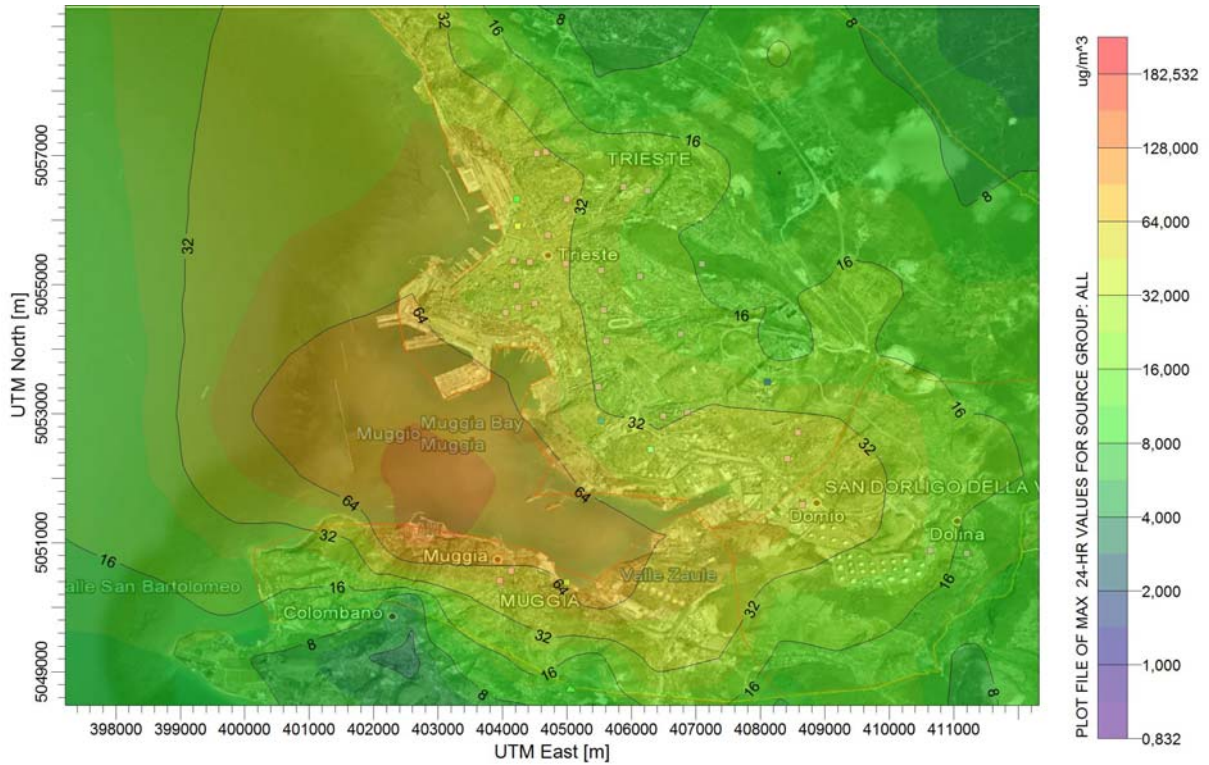


FIGURA 4-32 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{10} , MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI BREVE TERMINE

Polveri sottili (PM10 e PM2,5)

Per le polveri nonostante si assista ad un leggero incremento (vedi Tabella 4-37 e Figura 4-38) diffuso non ci sono variazioni importanti in termini di massimi assoluti. In questo caso, soprattutto per le medie giornaliere, le sorgenti più importanti sono quelle marittime che provocano un'area di massimo al centro della baia e quindi non risentono dell'effetto di cumulazione come per gli NO₂. Naturalmente lungo la fascia costiera, che si trovava già sottoposta a superamenti in diversi punti, si continuano ad osservare superamenti dei limiti.

In Figura 4-33 vengono riportate le concentrazioni delle polveri sottili PM_{2,5} derivate secondo quanto riportato in 4.2.3 dalle concentrazioni di PM₁₀. Si può osservare una distribuzione analoga a quelle delle polveri PM₁₀ e con valori ancora al di sotto del valore obiettivo (25 ug/m³). Nei centri abitati ed in tutti i recettori sensibili tutte le concentrazioni osservate sono molto al di sotto del limite.

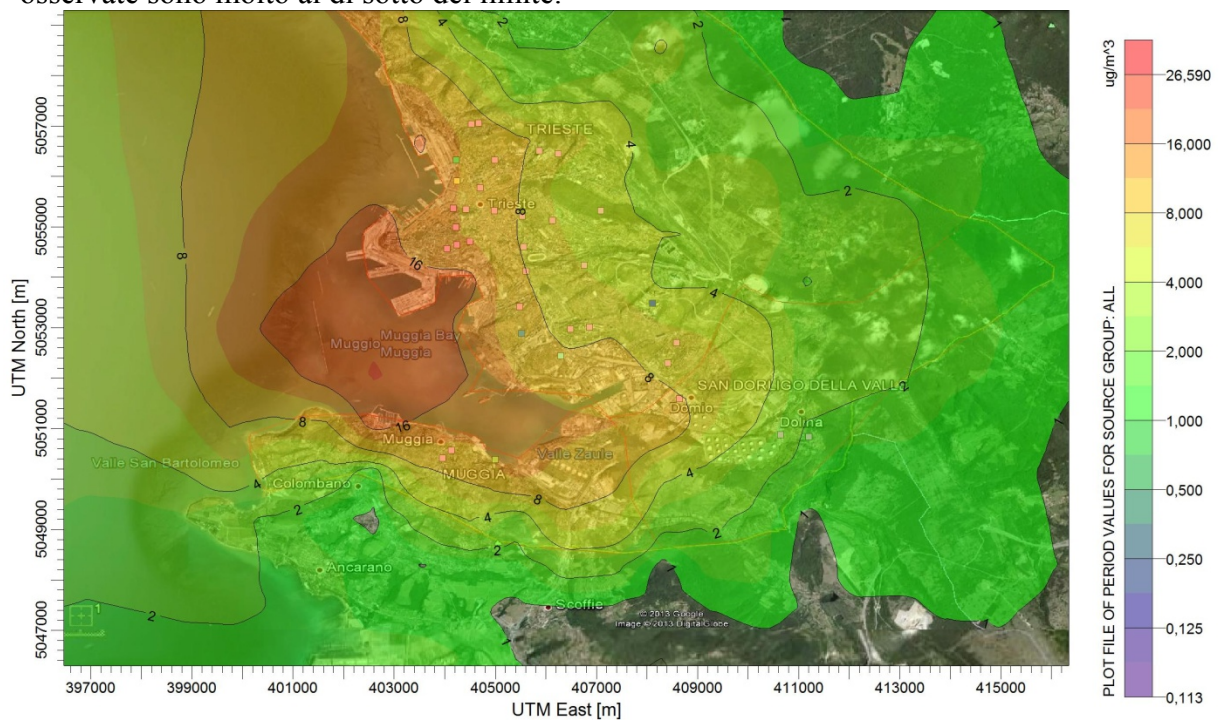


FIGURA 4-33 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{2,5}, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI BREVE TERMINE

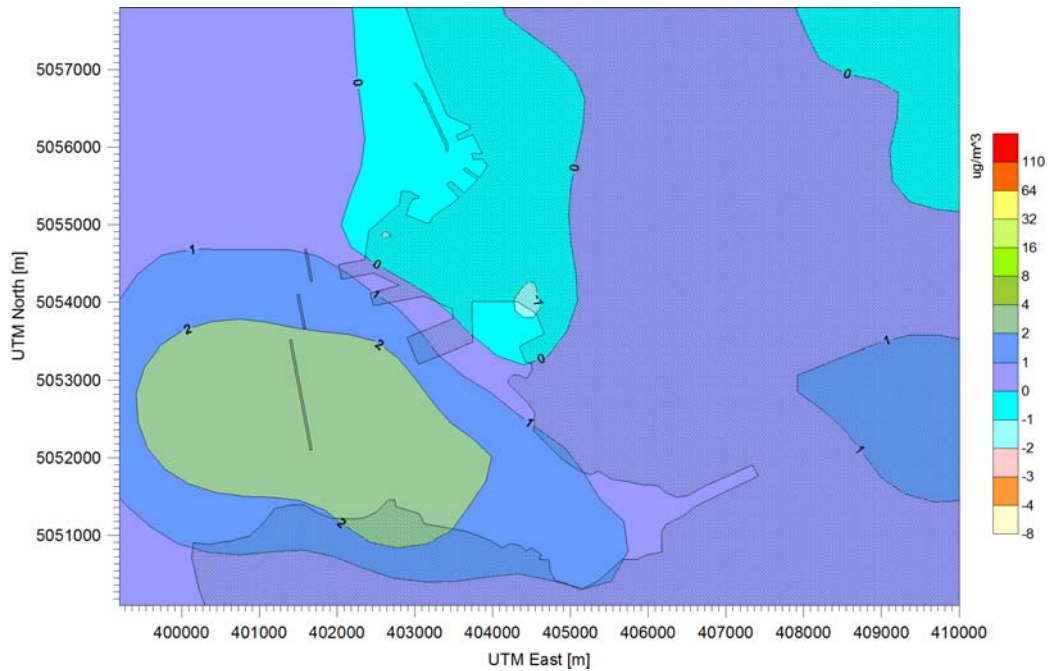


FIGURA 4-34 – MAPPA DELLE ISOLINEE DELLE CONCENTRAZIONI DIFFERENZIALI PER LE MEDIE ANNUALI DI PM_{10} CONFRONTO ANTE OPERAM – BREVE TERMINE

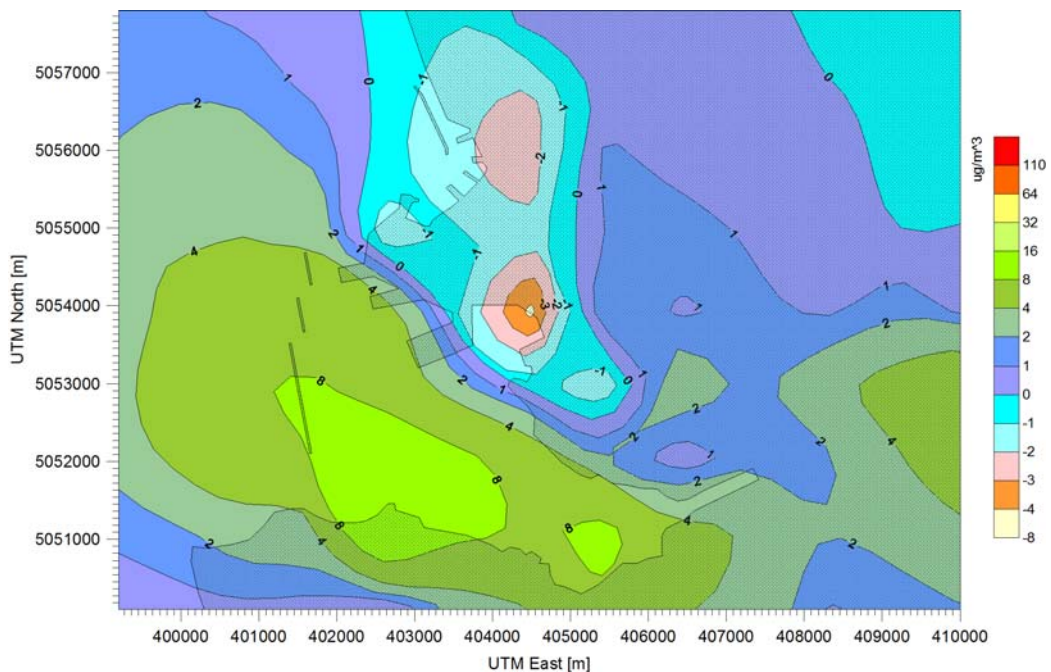


FIGURA 4-35 – MAPPA DELLE ISOLINEE DELLE CONCENTRAZIONI DIFFERENZIALI PER LE MEDIE GIORNIERE DI PM_{10} CONFRONTO ANTE OPERAM – BREVE TERMINE

Osservando Figura 4-34 si può verificare come le variazioni medie siano modeste per quanto riguarda l'abitato di Trieste mentre sono significative per il breve periodo nell'area portuale. L'area del porto di S. Rocco è quella tra quelle con il maggior incremento stimato.

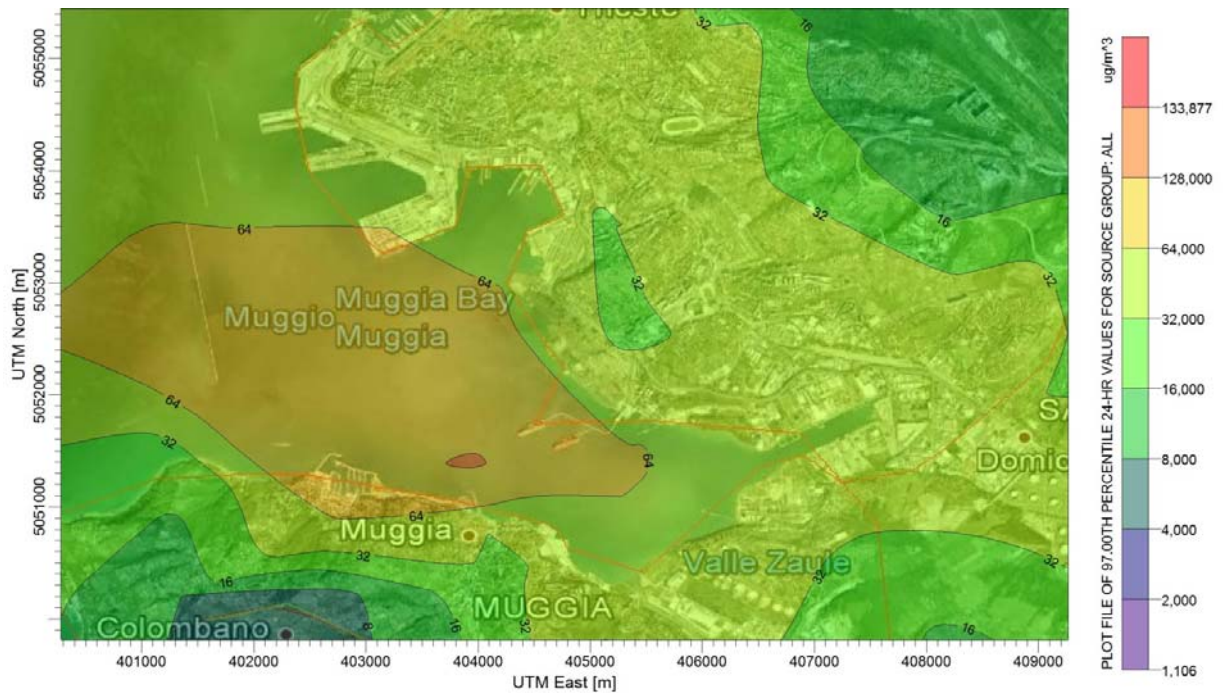


FIGURA 4-36 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI BREVE TERMINE

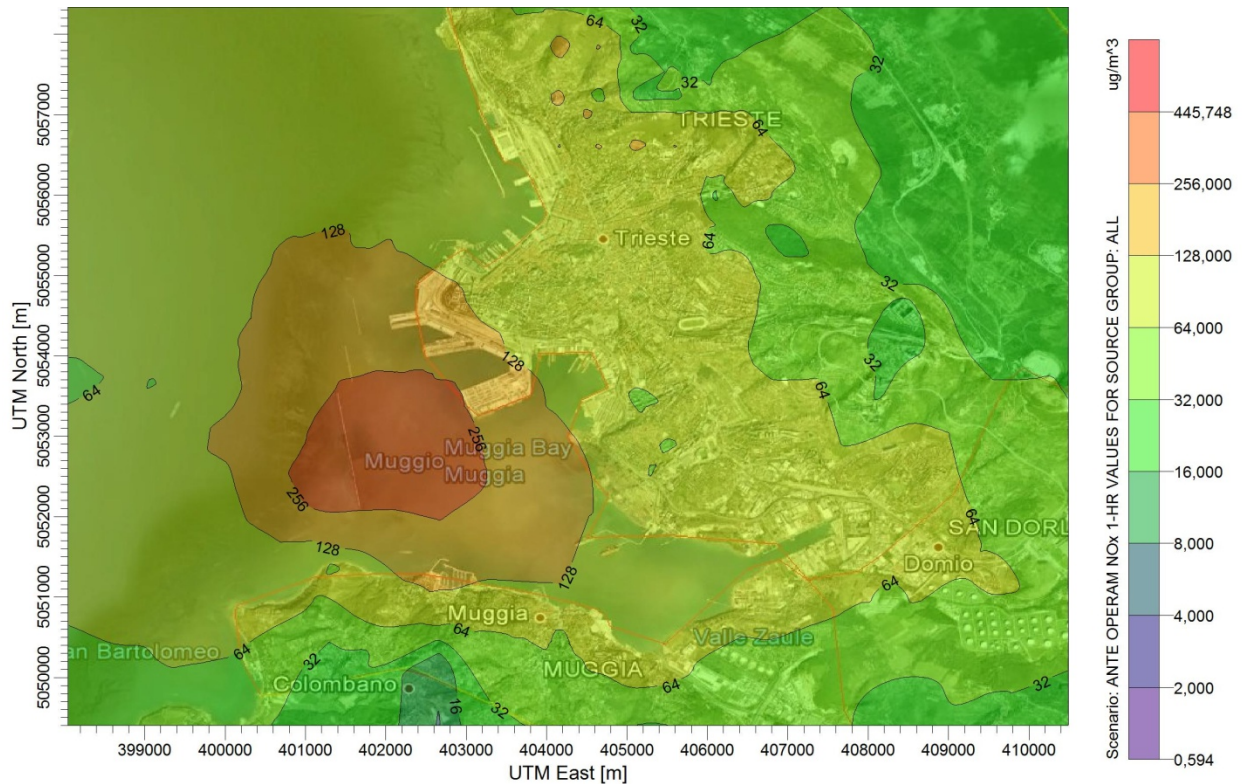


FIGURA 4-37 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA ORARIA, SCENARIO DI BREVE TERMINE

Biossido di Zolfo (SO₂)

Per quanto riguarda il biossido di zolfo si può osservare ancora una volta una accentuazione della distribuzione già osservata nello scenario ante operam. La regione delle massime concentrazioni si è estesa pur rimanendo per la quasi totalità sotto il limite per le medie giornaliere (125 ug/m³). In un unico punto si è potuto osservare un superamento. Considerazioni del tutto analoghe possono essere fatte per le medie orarie.

Questo risultato si può commentare considerando che, diversamente che per il particolato e gli ossidi di azoto, il contributo da parte del traffico veicolare ai massimi di concentrazione è non rilevante per gli ossidi di zolfo (tipico prodotto della combustione dei carburanti poco raffinati utilizzati nei motori marini). Ora, mentre nelle proiezioni future i veicoli terrestri sono oggetto di forti restrizioni normative che ne ridurranno drasticamente le emissioni attualmente non è prevedibile un andamento simile per le imbarcazioni. Pertanto l'SO₂ non beneficia significativamente della parziale compensazione dovuta alle ridotte emissioni per singolo veicolo osservabili per gli altri inquinanti. In Figura 4-39 si può osservare la

distribuzione delle variazioni dallo scenario Ante Operam a quello Post Operam dei Breve Termine e notare come ci sia una situazione sostanzialmente immutata nelle aree più interne nel tessuto urbano in cui le deboli variazioni positive sono legate alla leggerissima riduzione emissiva del traffico veicolare (vedi Tabella 4-14 e Tabella 4-15).

Per completezza si osservino (in Tabella 4-35) i contributi della sola componente portuale per l'NO₂ e per l' SO₂ nello scenario di lungo termine. Essi confermano quanto già argomentato evidenziando come le sorgenti navali siano, di fatto, responsabili delle alte concentrazioni sull'area del porto di S. Rocco.

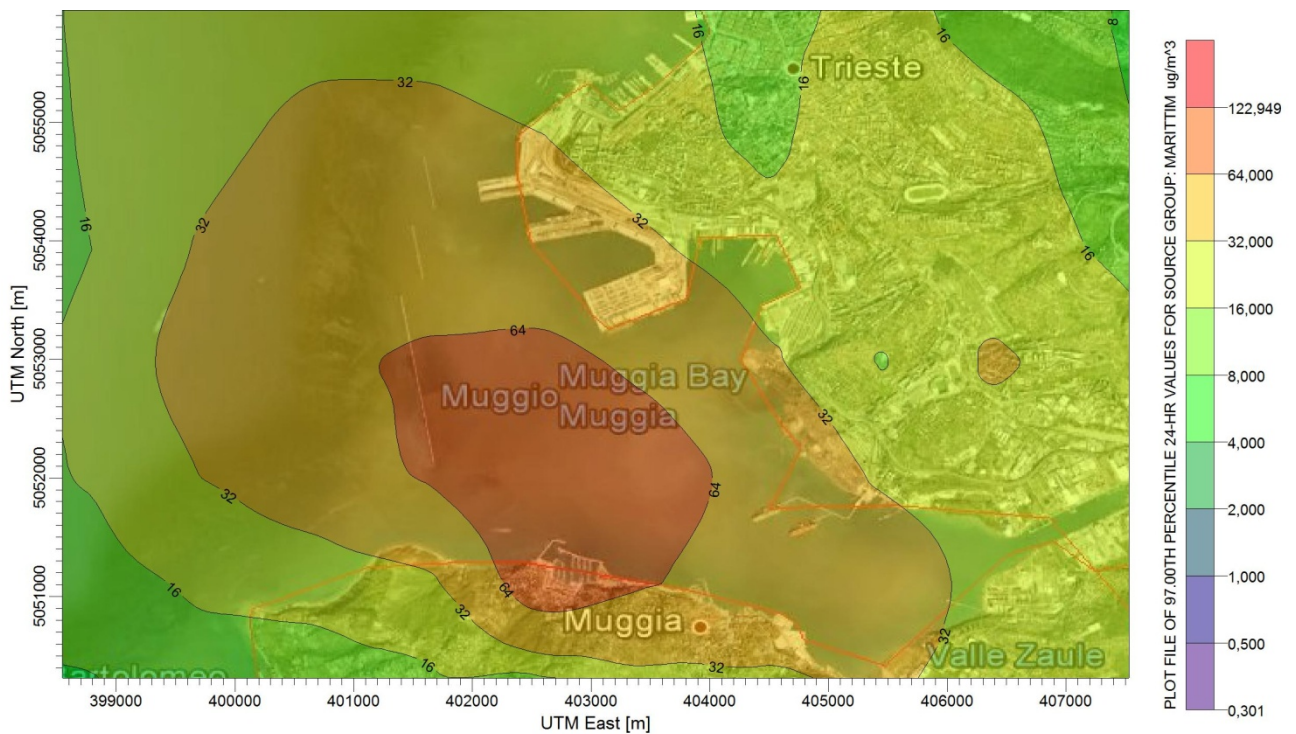


FIGURA 4-38 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI BREVE TERMINE – SOLA COMPONENTE PORTUALE

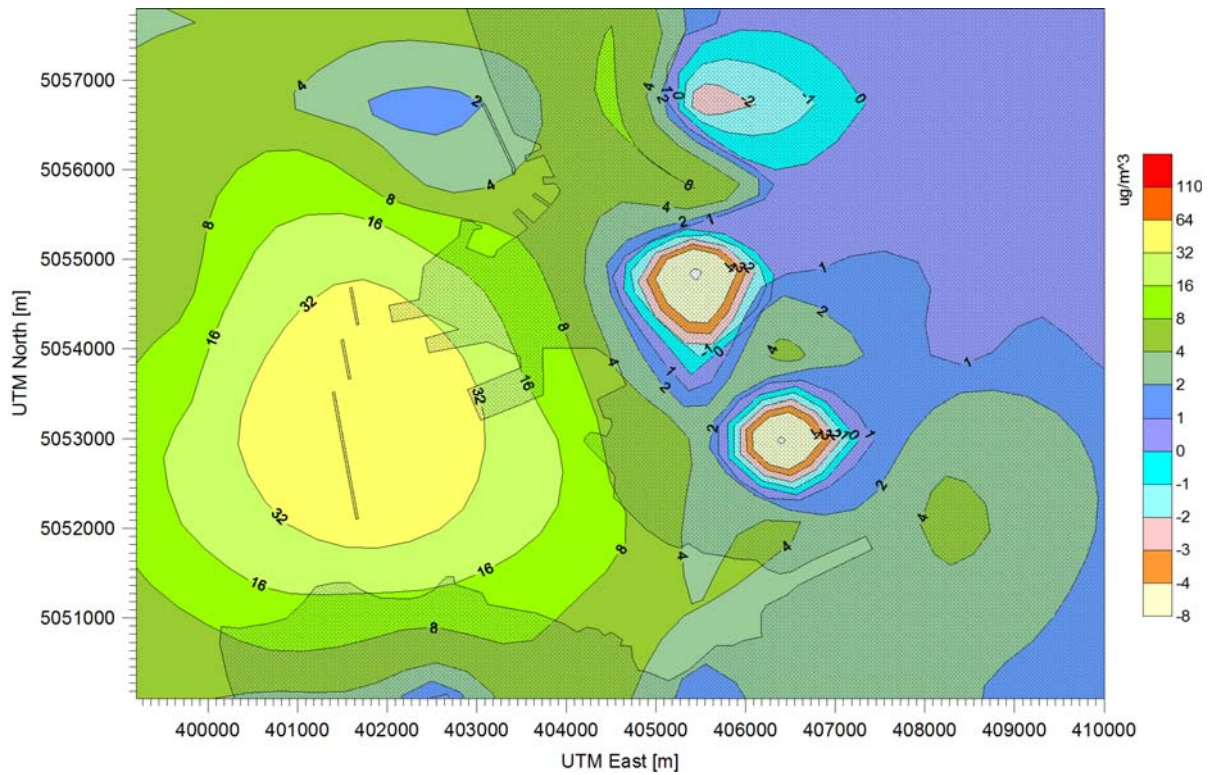


FIGURA 4-39 – MAPPA DELLE ISOLINEE DELLE CONCENTRAZIONI DIFFERENZIALI PER LE MEDIE GIORNALIERE DI NO₂ CONFRONTO ANTE OPERAM – BREVE TERMINE

4.6.3. Scenario di progetto a lungo termine

Biossido di Azoto (NO₂)

La pressione osservata nell'esercizio di breve termine è leggermente aumentata in questo scenario (vedi Figura 4-40) con i massimi osservati in aumento. Positivamente, i pochi superamenti osservati dei limiti di riferimento sono, come nello scenario precedente, sempre al centro dell'area portuale lontano dai recettori sensibili.

Le aree sensibili sottoposte a maggior pressione sono tutte della fascia portuale centrale e l'area più settentrionale della fascia portuale di Muggia (S. Rocco).

Gli andamenti delle medie di breve periodo mostrano andamenti del tutto analoghi.

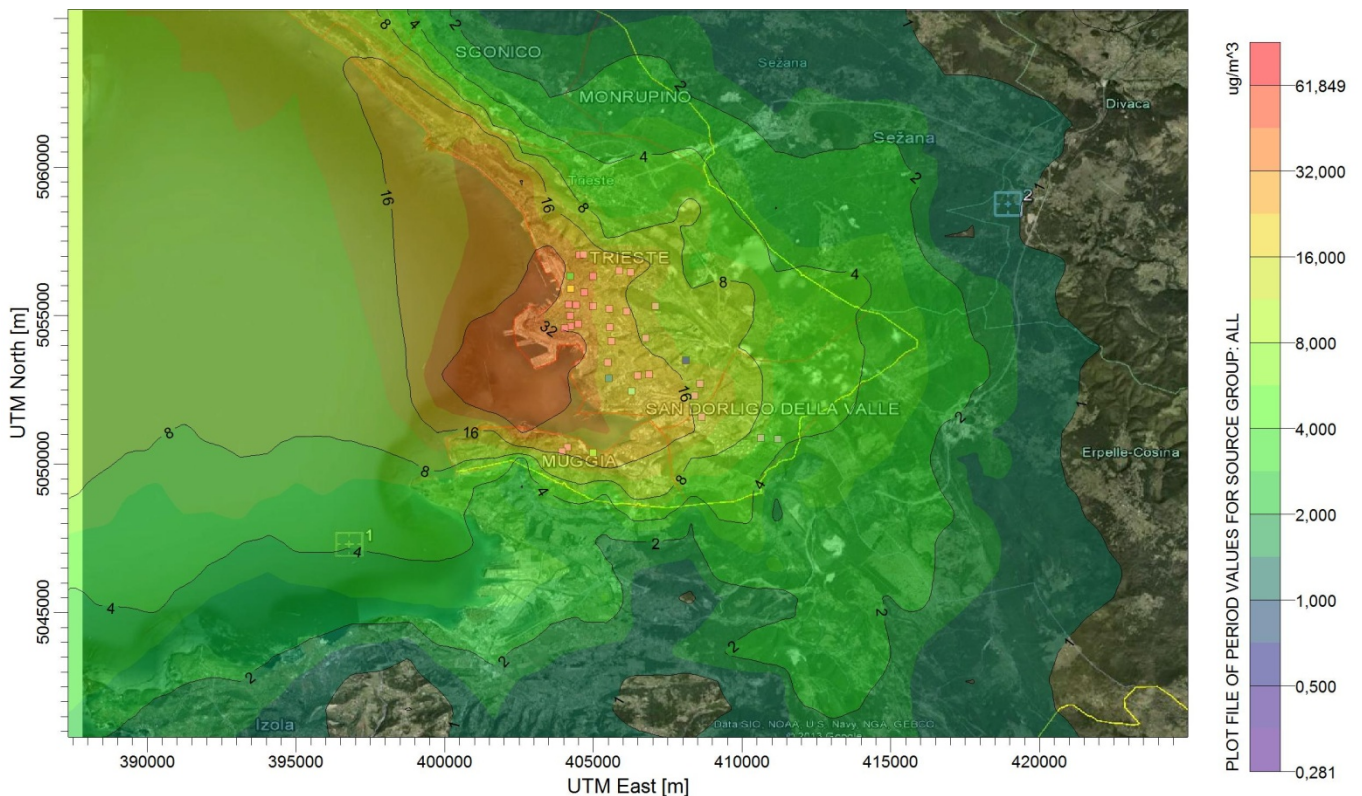


FIGURA 4-40 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE

Polveri sottili (PM_{10} e $PM_{2,5}$)

Le osservazioni fatte per gli ossi di azoto valgono, specialmente per le concentrazioni di lungo periodo, anche per le polveri. Infatti, anche qui ritroviamo valori sostanzialmente poco incrementati nella gran parte del territorio ed i picchi, con diversi superamenti, registrati al centro dell'area portuale. Anche il $PM_{2,5}$ rimane sostanzialmente basso al di fuori del centro della baia.

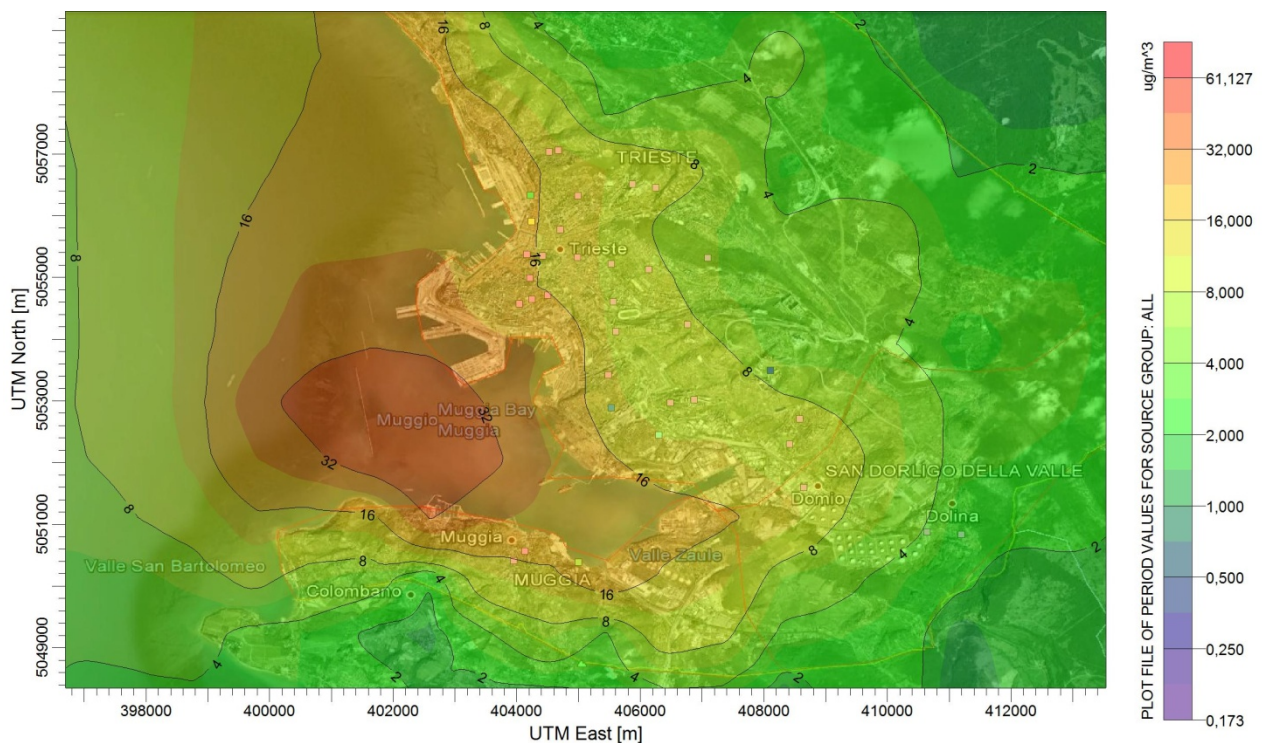


FIGURA 4-41 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{10} , MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE

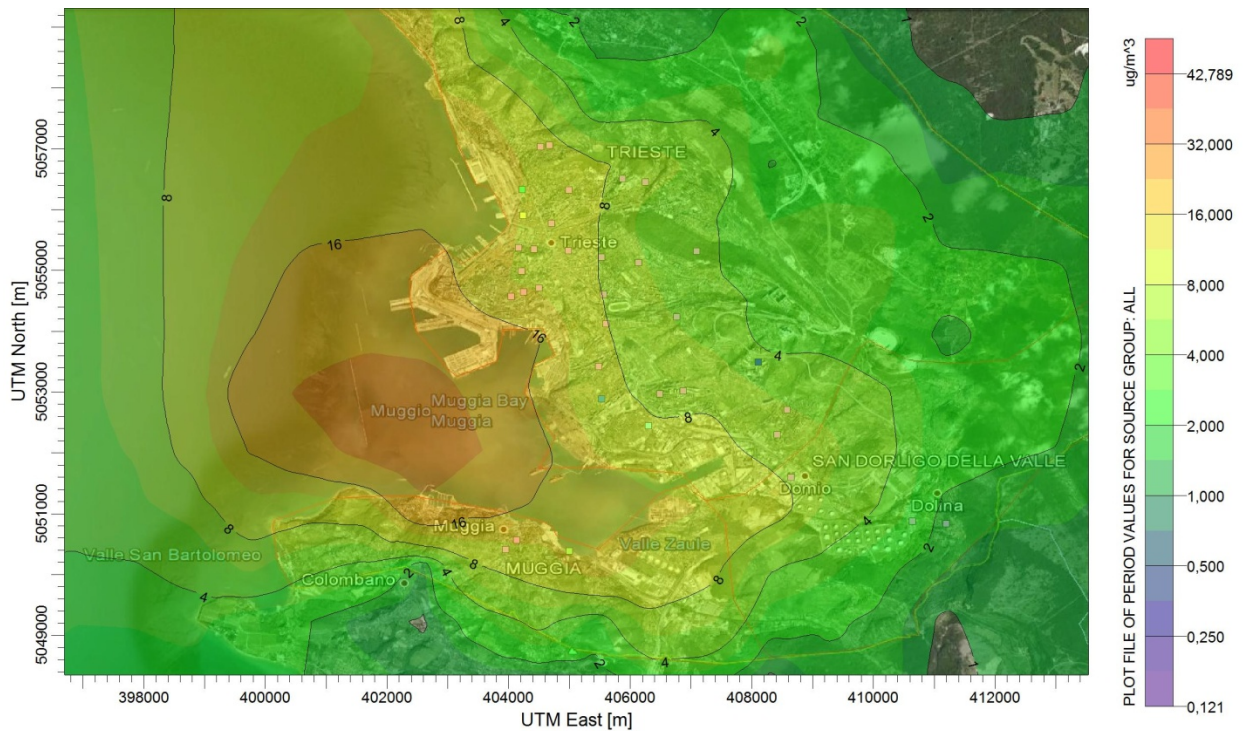


FIGURA 4-42 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL $PM_{2,5}$, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE

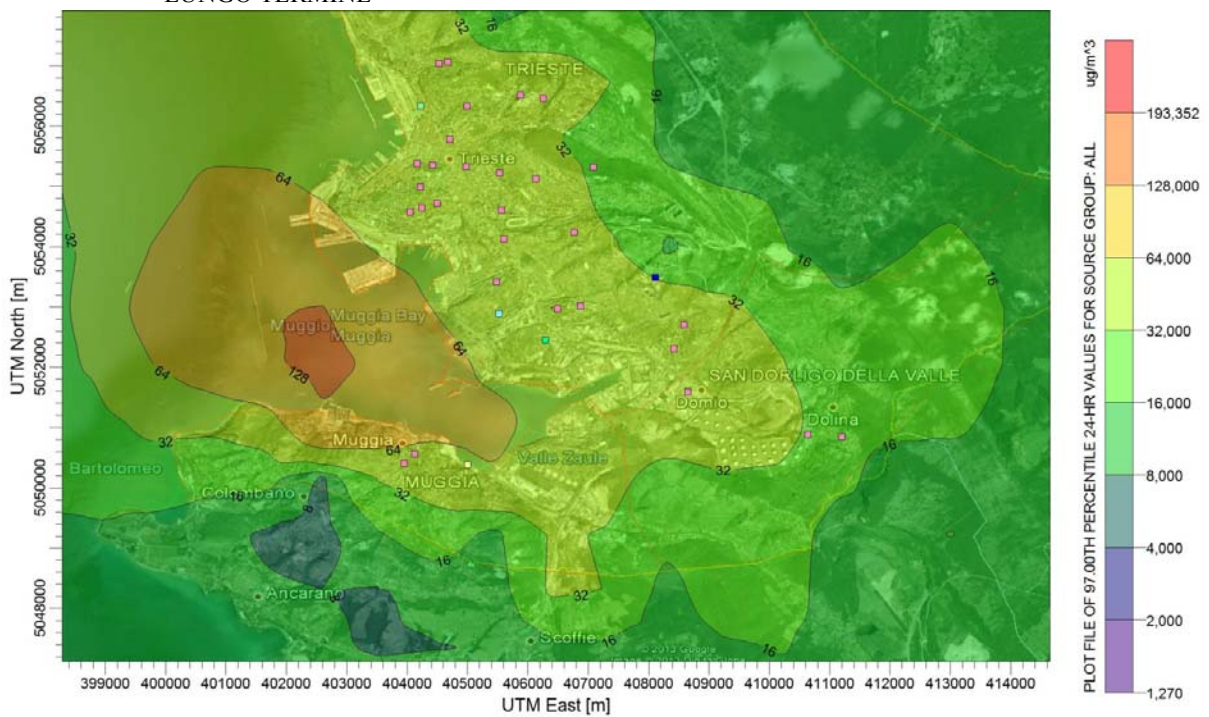


FIGURA 4-43 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO_2 , MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE

Biossido di Zolfo (SO₂)

Anche in questo caso le osservazioni sono le stesse: forti concentrazioni con 1 superamento del limite normato al centro della baia, in corrispondenza dell'accesso del traffico navale; concentrazioni ben sotto i limite immediatamente al di fuori; valori bassi e senza probabilità di superamento presso i recettori sensibili e in generale in gran parte dei centri abitati.

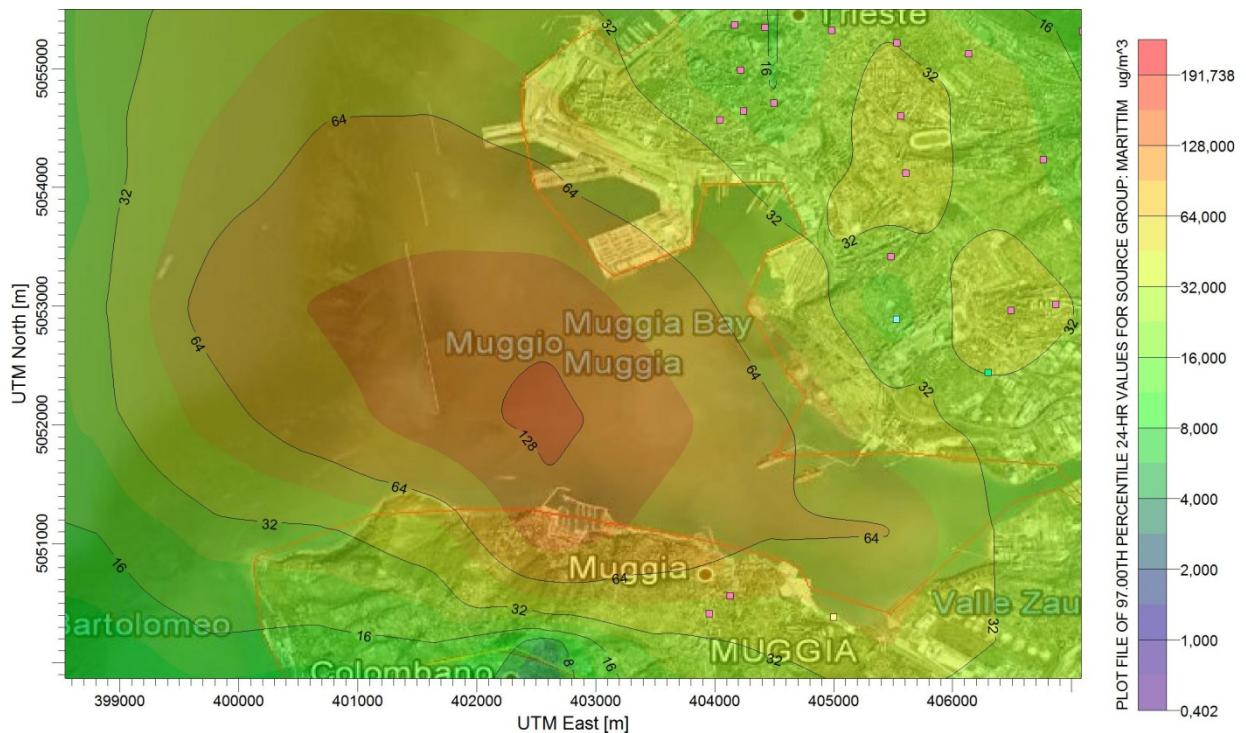


FIGURA 4-44 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI LUNGO TERMINE – SOLA COMPONENTE PORTUALE

Nelle tabelle riportate successivamente è possibile osservare un confronto dei valori registrati in tutti i recettori sensibili e per tutti gli scenari di esercizio e di cantiere. Confrontando le varie tabelle si può osservare una dinamica generale nell'andamento dei valori registrati.

I parametri che riportano gli incrementi maggiori sul singolo recettore sono le medie di breve periodo (orarie e giornaliere) mentre le medie di lungo (annuali) portano sempre ad incrementi singoli e medi molto più contenuti. Inoltre le medie di orarie e giornaliere fanno registrare degli incrementi mediamente sempre più forti nello scenario lungo termine rispetto al quello di breve. Questo comportamento si spiega perché naturalmente mediando la concentrazione su periodi brevi non si dà modo di osservare la diluizione che avviene attraverso i meccanismi di dispersione degli inquinanti. Di conseguenza gli scenari avranno un effetto proporzionale diretto con l'incremento delle sorgenti.

Non si ha lo stesso effetto con le medie di lungo periodo poiché gli inquinanti, potendo avere la massima dispersione subiscono una cumolazione molto più uniforme nel territorio riducendo le differenze tra i recettori più colpiti e quelli meno. Per le medie annuali si assiste addirittura ad un'inversione di tendenza media fra il breve ed il lungo termine (rispettivamente 0% e -1% per l'NO₂ e 8% e 7% per il PM₁₀). Negli ossidi di azoto si assiste addirittura ad un'inversione di tendenza con un miglioramento medio dovuto alla riduzione delle emissioni da traffico veicolare.

Per il biossido di zolfo, essendo valutato solo su medie brevi, non è possibile verificare lo stesso tipo di comportamento. Si osserva però il maggior incremento relativo rispetto a tutti gli inquinanti considerati e questo naturalmente è dovuto al non aver considerato meccanismi di riduzione di inquinamento per il traffico navale che la componente a maggior emissione di SO₂.

Va inoltre osservato che in questa serie di recettori sensibili osservati, che copre in modo sufficientemente omogeneo il territorio, non si osservano superamenti dei limiti anche per gli scenari a maggior incremento relativo.

Come è stato già commentato precedentemente, esistono punti all'interno del dominio corrispondenti a zone abitate, in qui si registrano superamenti dei limiti, semplicemente non coincidono con i recettori sensibili trovati. Quest'ultima osservazione, però, sottolinea come tali fenomeni di superamento si riferiscano per lo più a punti singolari e non riguardano l'intero tessuto abitativo.

TABELLA 4-35 – CONFRONTO MEDIE ORARIE DI NO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc		Conc	Diff.	diff. Perc.	super	Conc	Diff.	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1-HR	49.32	200	52.73	3.40	7%	-	58.14	8.81	18%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1-HR	61.04	200	63.54	2.50	4%	-	66.55	5.51	9%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	83.44	200	91.38	7.95	10%	-	76.47	-6.97	-8%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1-HR	36.61	200	35.95	-0.66	-2%	-	36.73	0.12	0%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	20.69	200	20.68	-0.01	0%	-	20.69	0.00	0%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	69.75	200	67.90	-1.86	-3%	-	69.72	-0.03	0%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1-HR	67.74	200	64.15	-3.59	-5%	-	63.50	-4.25	-6%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1-HR	54.78	200	52.80	-1.99	-4%	-	50.64	-4.14	-8%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	78.54	200	74.14	-4.40	-6%	-	77.38	-1.16	-1%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	67.39	200	63.88	-3.51	-5%	-	62.37	-5.02	-7%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1-HR	61.14	200	57.63	-3.51	-6%	-	55.71	-5.43	-9%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1-HR	46.50	200	46.68	0.18	0%	-	47.73	1.23	3%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1-HR	73.30	200	71.98	-1.32	-2%	-	68.81	-4.49	-6%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1-HR	77.04	200	78.32	1.27	2%	-	77.52	0.48	1%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1-HR	70.71	200	73.47	2.75	4%	-	77.14	6.42	9%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1-HR	81.31	200	75.25	-6.07	-7%	-	82.94	1.62	2%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1-HR	96.72	200	102.41	5.69	6%	-	105.26	8.54	9%	-
sc_18	Istituto Statale d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1-HR	155.39	200	142.48	-12.90	-8%	-	122.63	32.76	-21%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Morpugo TRIESTE	TRIESTE	1-HR	113.00	200	115.72	2.72	2%	-	107.26	-5.74	-5%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1-HR	112.54	200	115.06	2.53	2%	-	108.46	-4.08	-4%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1-HR	55.63	200	58.18	2.55	5%	-	69.76	14.13	25%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	Diff.	diff. Perc.	super	Conc	Diff.	diff. Perc.	super
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1-HR	61.42	200	60.74	-0.68	-1%	-	65.93	4.51	7%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1-HR	61.05	200	61.37	0.32	1%	-	66.76	5.70	9%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1-HR	25.50	200	26.07	0.57	2%	-	25.55	0.05	0%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1-HR	114.31	200	123.15	8.84	8%	-	117.15	2.84	2%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1-HR	117.75	200	130.12	12.38	11%	-	120.35	2.60	2%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1-HR	106.20	200	102.23	-3.97	-4%	-	110.36	4.17	4%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1-HR	94.96	200	93.24	-1.71	-2%	-	104.44	9.49	10%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	74.85	200	80.63	5.79	8%	-	92.89	18.04	24%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1-HR	60.95	200	62.16	1.21	2%	-	71.65	10.70	18%	-
			media	74.99	200	75.47	0.48	1%	n. sup = 0	76.02	1.03	3%	n. sup = 0

TABELLA 4-36 – CONFRONTO MEDIE ANNUALI DI NO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Li mi te	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	co nc	Conc	differ enza	diff. Perc .		Conc	differe nza	diff. Perc.	supe r
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1 year	11.47	40	12.09	0.62	5%	-	12.62	1.15	10%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1 year	13.19	40	13.86	0.67	5%	-	14.80	1.61	12%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	18.54	40	19.60	1.07	6%	-	17.38	-1.16	-6%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1 year	9.18	40	9.10	-0.07	-1%	-	9.28	0.11	1%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	4.11	40	4.14	0.02	1%	-	4.11	-0.01	0%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	15.48	40	15.48	0.00	0%	-	15.27	-0.21	-1%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1 year	15.42	40	14.97	-0.45	-3%	-	14.91	-0.51	-3%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1 year	13.01	40	12.67	-0.33	-3%	-	12.20	-0.81	-6%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	19.29	40	18.68	-0.61	-3%	-	18.86	-0.43	-2%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	17.23	40	16.51	-0.72	-4%	-	16.35	-0.88	-5%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1 year	15.78	40	15.22	-0.56	-4%	-	15.06	-0.72	-5%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1 year	12.26	40	12.17	-0.09	-1%	-	12.57	0.31	2%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1 year	17.83	40	17.54	-0.28	-2%	-	16.85	-0.97	-5%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1 year	18.48	40	18.60	0.12	1%	-	17.87	-0.61	-3%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1 year	16.30	40	17.44	1.14	7%	-	17.60	1.30	8%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1 year	21.19	40	20.86	-0.33	-2%	-	21.11	-0.08	0%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1 year	23.72	40	23.92	0.20	1%	-	23.67	-0.05	0%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1 year	36.21	40	34.81	-1.39	-4%	-	31.37	-4.84	-13%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1 year	29.40	40	28.86	-0.54	-2%	-	26.98	-2.42	-8%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1 year	29.88	40	29.28	-0.60	-2%	-	27.29	-2.59	-9%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1 year	15.95	40	16.26	0.31	2%	-	16.70	0.75	5%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Breve Termine			super	Lungo Termine			super
				Conc	Limite	Conc	differenza	diff. Perc.		Conc	differenza	diff. Perc.	
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1 year	18.40	40	17.78	-0.62	-3%	-	18.50	0.10	1%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1 year	18.55	40	17.84	-0.72	-4%	-	18.42	-0.13	-1%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1 year	6.99	40	7.06	0.07	1%	-	6.82	-0.17	-2%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1 year	27.67	40	28.23	0.56	2%	-	27.19	-0.48	-2%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1 year	28.04	40	28.97	0.92	3%	-	27.34	-0.71	-3%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1 year	22.88	40	22.59	-0.29	-1%	-	22.63	-0.25	-1%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1 year	22.70	40	22.52	-0.18	-1%	-	22.57	-0.13	-1%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	19.19	40	19.20	0.01	0%	-	19.26	0.07	0%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1 year	15.41	40	16.48	1.08	7%	-	17.29	1.88	12%	-
			media	18.46	40	18.42	-0.03	0%	n. sup = 0	18.10	-0.36	-1%	n. sup = 0

TABELLA 4-37 – CONFRONTO MEDIE GIORNALIERE DI PM₁₀ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limi te	Breve Termine			super	Lungo Termine			super
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	24-HR	13.72	50	15.83	2.11	15%	-	21.89	8.17	60%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	24-HR	21.20	50	23.82	2.62	12%	-	32.86	11.66	55%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	48.71	50	49.37	0.67	1%	-	44.17	-4.53	-9%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	24-HR	27.16	50	31.92	4.76	18%	-	32.15	4.99	18%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	7.85	50	10.39	2.55	32%	-	9.26	1.42	18%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	27.67	50	28.86	1.18	4%	-	28.35	0.68	2%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	24-HR	24.77	50	29.18	4.41	18%	-	28.40	3.63	15%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	24-HR	9.29	50	15.22	5.93	64%	-	13.68	4.39	47%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	26.77	50	28.81	2.03	8%	-	30.73	3.95	15%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	18.82	50	22.63	3.81	20%	-	26.24	7.42	39%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	24-HR	18.32	50	20.48	2.16	12%	-	22.45	4.13	23%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	24-HR	8.89	50	9.47	0.58	7%	-	9.74	0.85	10%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	24-HR	20.11	50	22.32	2.21	11%	-	24.37	4.26	21%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	24-HR	17.53	50	19.13	1.60	9%	-	20.64	3.10	18%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	24-HR	14.91	50	15.96	1.04	7%	-	16.46	1.54	10%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	24-HR	21.88	50	22.50	0.62	3%	-	23.66	1.78	8%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	24-HR	23.48	50	24.31	0.83	4%	-	24.78	1.30	6%	-
sc_18	Istituto Statale d'Arte TRIESTE	TRIESTE	24-HR	32.59	50	29.22	3.37	-10%	-	24.66	-7.94	-24%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Morpugo TRIESTE	TRIESTE	24-HR	26.26	50	25.59	0.67	-3%	-	23.25	-3.01	-11%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	24-HR	25.91	50	25.12	-	-3%	-	23.21	-2.70	-10%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limi	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.	super	Conc	diff	diff. Perc.	super
							0.78						
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	24-HR	11.32	50	12.57	1.25	11%	-	14.59	3.27	29%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	24-HR	12.46	50	15.07	2.61	21%	-	20.85	8.39	67%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	24-HR	13.77	50	16.33	2.56	19%	-	20.33	6.56	48%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	24-HR	5.22	50	5.47	0.24	5%	-	5.22	-0.01	0%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	24-HR	28.14	50	28.26	0.12	0%	-	27.46	-0.68	-2%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	24-HR	29.17	50	27.90	1.27	-4%	-	26.16	-3.01	-10%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	24-HR	21.72	50	22.43	0.71	3%	-	23.18	1.46	7%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	24-HR	21.38	50	21.94	0.56	3%	-	23.15	1.77	8%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	19.09	50	20.26	1.18	6%	-	22.27	3.18	17%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	24-HR	10.55	50	10.87	0.32	3%	-	11.15	0.60	6%	-
			media	20.29	50	21.71	1.42	10%	n. sup = 0	22.51	2.22	16%	n. sup = 0

TABELLA 4-38 – CONFRONTO MEDIE ANNUALI DI PM₁₀ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limi	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	Diff e.	diff. Perc.		Conc	differe nza	diff. Perc.	sup er
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1 year	10.27	40	10.79	0.52	5%	-	11.38	1.10	11%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1 year	12.37	40	12.98	0.60	5%	-	14.01	1.64	13%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	17.46	40	18.07	0.61	4%	-	15.51	-1.95	-11%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1 year	5.03	40	5.59	0.55	11%	-	5.50	0.46	9%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	2.22	40	2.53	0.31	14%	-	2.43	0.21	10%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	8.68	40	9.29	0.62	7%	-	8.95	0.27	3%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1 year	7.31	40	8.59	1.29	18%	-	8.43	1.13	15%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1 year	4.21	40	7.06	2.86	68%	-	6.27	2.06	49%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	9.71	40	10.29	0.59	6%	-	10.36	0.65	7%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	8.78	40	9.51	0.72	8%	-	9.87	1.09	12%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1 year	8.38	40	8.95	0.56	7%	-	9.23	0.85	10%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1 year	5.16	40	6.35	1.19	23%	-	5.99	0.83	16%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1 year	9.15	40	10.00	0.85	9%	-	10.59	1.44	16%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1 year	9.22	40	10.04	0.82	9%	-	10.60	1.38	15%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1 year	7.40	40	8.05	0.65	9%	-	8.09	0.69	9%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1 year	10.96	40	11.36	0.39	4%	-	11.47	0.51	5%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1 year	13.25	40	13.52	0.27	2%	-	13.41	0.16	1%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1 year	20.34	40	19.08	1.26	-6%	-	17.13	-3.21	-16%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1 year	17.19	40	16.74	0.45	-3%	-	15.83	-1.37	-8%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1 year	17.56	40	17.00	0.56	-3%	-	16.10	-1.46	-8%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limi te	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	Diff e.	diff. Perc .		Conc	differe nza	diff. Perc.	sup er
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1 year	8.25	40	8.75	0.51	6%	-	9.40	1.16	14%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1 year	10.00	40	10.36	0.36	4%	-	10.96	0.96	10%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1 year	9.95	40	10.42	0.47	5%	-	11.05	1.10	11%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1 year	3.27	40	3.85	0.58	18%	-	3.54	0.27	8%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1 year	15.78	40	15.67	0.11	-1%	-	15.03	-0.75	-5%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1 year	16.40	40	16.04	0.36	-2%	-	15.12	-1.28	-8%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1 year	11.66	40	12.03	0.37	3%	-	11.98	0.32	3%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1 year	11.74	40	11.96	0.22	2%	-	11.94	0.20	2%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	9.97	40	10.42	0.46	5%	-	11.03	1.06	11%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1 year	7.05	40	7.30	0.25	4%	-	7.38	0.34	5%	-
media				10.29	40	10.75	0.46	8%	n. sup = 0	10.62	0.33	7%	n. sup = 0

TABELLA 4-39 – CONFRONTO MEDIE ORARIE DI SO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	Diff.	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1-HR	54.09	350	61.41	7.32	14%	-	65.95	11.85	22%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1-HR	66.22	350	69.27	3.04	5%	-	71.94	5.72	9%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	71.46	350	72.84	1.38	2%	-	75.52	4.06	6%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1-HR	65.33	350	67.03	1.70	3%	-	73.98	8.65	13%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	23.06	350	24.15	1.10	5%	-	25.17	2.12	9%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	75.88	350	82.75	6.87	9%	-	89.91	14.03	18%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1-HR	81.66	350	82.85	1.19	1%	-	91.85	10.19	12%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1-HR	28.98	350	29.89	0.92	3%	-	31.67	2.69	9%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	108.40	350	104.81	-3.59	-3%	-	114.60	6.19	6%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	103.49	350	91.98	-11.51	-11%	-	116.56	13.07	13%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1-HR	74.96	350	65.46	-9.50	-13%	-	77.47	2.51	3%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1-HR	34.71	350	38.37	3.66	11%	-	40.76	6.05	17%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1-HR	108.76	350	106.47	-2.29	-2%	-	132.41	23.65	22%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1-HR	105.62	350	112.58	6.96	7%	-	147.82	42.20	40%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1-HR	74.56	350	84.33	9.77	13%	-	96.43	21.87	29%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1-HR	118.65	350	112.63	-6.02	-5%	-	127.34	8.69	7%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1-HR	102.69	350	112.19	9.50	9%	-	120.50	17.81	17%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1-HR	64.00	350	64.58	0.59	1%	-	66.94	2.94	5%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Morpugo TRIESTE	TRIESTE	1-HR	59.25	350	67.59	8.35	14%	-	77.33	18.08	31%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limi	Breve Termine				Lungo Termine				
				Conc	con c	Conc	Diff.	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super	
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1-HR	57.15	350	66.51			16%	-	76.29	19.15	34%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1-HR	93.14	350	103.74	10.60	11%	-	150.93	57.79	62%	-	
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1-HR	103.90	350	87.45	-16.46	-16%	-	118.27	14.37	14%	-	
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1-HR	112.13	350	100.78	-11.35	-10%	-	123.54	11.41	10%	-	
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1-HR	22.08	350	22.97	0.89	4%	-	23.80	1.72	8%	-	
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1-HR	107.78	350	112.17	4.39	4%	-	115.31	7.53	7%	-	
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1-HR	87.32	350	94.49	7.17	8%	-	100.08	12.76	15%	-	
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1-HR	127.70	350	120.09	-7.61	-6%	-	124.61	-3.09	-2%	-	
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1-HR	129.81	350	125.44	-4.37	-3%	-	129.46	-0.36	0%	-	
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	129.94	350	136.56	6.62	5%	-	162.52	32.58	25%	-	
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1-HR	75.85	350	82.13	6.28	8%	-	96.13	20.28	27%	-	
				media	350	83.45	1.16	3%	n. sup = 0	95.50	13.22	16%	n. sup = 0	

TABELLA 4-40 – CONFRONTO MEDIE GIORNALIERE DI SO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEI TRE SCENARI DI ESERCIZIO

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc		Conc	diff	diff. Perc.	super	Conc	diff	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	24-HR	18.39	125	20.68	2.28	12%	-	25.82	7.43	40%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	24-HR	23.19	125	26.82	3.63	16%	-	33.57	10.38	45%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	37.73	125	38.17	0.44	1%	-	39.61	1.89	5%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	24-HR	40.35	125	40.18	0.17	0%	-	51.45	11.10	28%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	13.37	125	14.20	0.83	6%	-	14.50	1.13	8%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	48.87	125	51.73	2.86	6%	-	54.45	5.57	11%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	24-HR	51.85	125	46.17	5.68	-11%	-	55.59	3.74	7%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	24-HR	15.88	125	16.53	0.65	4%	-	17.30	1.43	9%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	58.83	125	59.34	0.51	1%	-	68.18	9.35	16%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	61.83	125	57.90	3.94	-6%	-	67.07	5.23	8%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	24-HR	41.21	125	40.71	0.50	-1%	-	45.33	4.12	10%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	24-HR	18.83	125	19.75	0.92	5%	-	20.53	1.70	9%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	24-HR	51.91	125	53.35	1.44	3%	-	65.44	13.53	26%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	24-HR	54.41	125	57.50	3.09	6%	-	67.69	13.28	24%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	24-HR	36.68	125	46.39	9.71	26%	-	53.44	16.75	46%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	24-HR	53.59	125	53.84	0.25	0%	-	56.17	2.58	5%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	24-HR	42.93	125	44.96	2.04	5%	-	47.66	4.74	11%	-
sc_18	Istituto Statale d'Arte TRIESTE	TRIESTE	24-HR	32.01	125	32.94	0.93	3%	-	34.59	2.58	8%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Morpugo TRIESTE	TRIESTE	24-HR	30.16	125	34.89	4.73	16%	-	37.56	7.40	25%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	24-HR	28.59	125	33.78	5.19	18%	-	37.09	8.50	30%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	super
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	24-HR	41.75	125	44.31	2.56	6%	-	51.66	9.91	24%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	24-HR	46.10	125	44.88	1.22	-3%	-	56.60	10.50	23%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	24-HR	45.63	125	47.47	1.85	4%	-	59.16	13.53	30%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	24-HR	10.86	125	11.12	0.26	2%	-	11.86	1.00	9%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	24-HR	45.64	125	47.70	2.07	5%	-	48.27	2.63	6%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	24-HR	39.14	125	40.23	1.10	3%	-	41.94	2.81	7%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	24-HR	54.47	125	54.65	0.17	0%	-	55.66	1.19	2%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	24-HR	51.13	125	52.61	1.48	3%	-	54.59	3.45	7%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	50.23	125	52.30	2.06	4%	-	57.04	6.81	14%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	24-HR	30.23	125	36.76	6.53	22%	-	41.53	11.29	37%	-
				media	125	40.73	1.54	5%	n. sup = 0	45.71	6.52	18%	n. sup = 0

TABELLA 4-41 – CONFRONTO MEDIE ORARIE DI NO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Cantiere Breve Termine				Cantiere Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1-HR	49,32	200	58,50	9,17	19%	-	70,46	21,13	43%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1-HR	61,04	200	68,11	7,07	12%	-	79,25	18,21	30%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	83,44	200	96,60	13,16	16%	-	100,33	16,89	20%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1-HR	36,61	200	38,50	1,89	5%	-	38,40	1,79	5%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	20,69	200	21,91	1,21	6%	-	21,49	0,80	4%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	69,75	200	71,10	1,35	2%	-	72,02	2,27	3%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1-HR	67,74	200	68,51	0,76	1%	-	68,52	0,78	1%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1-HR	54,78	200	58,96	4,17	8%	-	55,71	0,93	2%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	78,54	200	81,47	2,93	4%	-	76,65	-1,89	-2%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	67,39	200	70,27	2,88	4%	-	66,59	-0,80	-1%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1-HR	61,14	200	62,50	1,36	2%	-	59,72	-1,42	-2%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1-HR	46,50	200	49,08	2,58	6%	-	49,09	2,58	6%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1-HR	73,30	200	74,02	0,72	1%	-	75,36	2,06	3%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1-HR	77,04	200	78,45	1,40	2%	-	81,01	3,97	5%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1-HR	70,71	200	70,97	0,26	0%	-	76,07	5,35	8%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1-HR	81,31	200	85,03	3,72	5%	-	75,72	-5,60	-7%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1-HR	96,72	200	102,84	6,11	6%	-	101,15	4,43	5%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1-HR	155,39	200	197,55	42,17	27%	-	228,70	73,32	47%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1-HR	113,00	200	143,46	30,46	27%	-	119,03	6,03	5%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Cantiere Breve Termine				Cantiere Lungo Termine			
				Conc	Limite	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1-HR	112,54	200	146,42	33,88	30%	-	115,35	2,81	2%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1-HR	55,63	200	57,81	2,18	4%	-	61,20	5,56	10%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1-HR	61,42	200	63,28	1,86	3%	-	61,44	0,02	0%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1-HR	61,05	200	64,09	3,03	5%	-	62,26	1,20	2%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1-HR	25,50	200	28,52	3,02	12%	-	25,76	0,26	1%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1-HR	114,31	200	148,73	34,41	30%	-	132,48	18,16	16%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1-HR	117,75	200	155,17	37,43	32%	-	130,53	12,78	11%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1-HR	106,20	200	108,83	2,64	2%	-	104,04	-2,16	-2%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1-HR	94,96	200	96,59	1,64	2%	-	92,78	-2,17	-2%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	74,85	200	75,88	1,03	1%	-	81,50	6,65	9%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1-HR	60,95	200	63,14	2,20	4%	-	63,80	2,86	5%	-
			media	74,99	200	83,54	8,56	9%	n. sup = 0	81,55	6,56	7%	n. sup = 0

TABELLA 4-42 – CONFRONTO MEDIE ORARIE DI NO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1 year	11,47	40	12,77	1,29	11%	-	14,63	3,16	28%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1 year	13,19	40	14,34	1,14	9%	-	15,69	2,50	19%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	18,54	40	21,41	2,88	16%	-	21,62	3,09	17%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1 year	9,18	40	9,51	0,34	4%	-	9,44	0,27	3%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	4,11	40	4,42	0,30	7%	-	4,28	0,17	4%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	15,48	40	16,00	0,52	3%	-	15,95	0,47	3%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1 year	15,42	40	15,90	0,48	3%	-	15,50	0,08	1%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1 year	13,01	40	14,05	1,05	8%	-	13,26	0,25	2%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	19,29	40	19,81	0,52	3%	-	19,22	-0,07	0%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	17,23	40	17,71	0,48	3%	-	17,04	-0,19	-1%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1 year	15,78	40	16,50	0,72	5%	-	15,72	-0,05	0%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1 year	12,26	40	12,79	0,53	4%	-	12,65	0,39	3%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1 year	17,83	40	18,29	0,46	3%	-	18,00	0,17	1%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1 year	18,48	40	18,86	0,38	2%	-	19,01	0,53	3%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1 year	16,30	40	16,62	0,32	2%	-	17,82	1,52	9%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1 year	21,19	40	21,75	0,57	3%	-	21,17	-0,02	0%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1 year	23,72	40	24,85	1,13	5%	-	24,02	0,30	1%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1 year	36,21	40	43,83	7,63	21%	!	45,80	9,59	26%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1 year	29,40	40	34,34	4,94	17%	-	29,60	0,20	1%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1 year	29,88	40	35,03	5,15	17%	-	30,06	0,18	1%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1 year	15,95	40	16,58	0,63	4%	-	16,61	0,66	4%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	Limite	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1 year	18,40	40	19,50	1,10	6%	-	17,86	-0,54	-3%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1 year	18,55	40	19,29	0,74	4%	-	18,03	-0,52	-3%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1 year	6,99	40	7,68	0,69	10%	-	7,06	0,07	1%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1 year	27,67	40	32,26	4,59	17%	-	29,57	1,89	7%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1 year	28,04	40	33,76	5,72	20%	-	29,62	1,57	6%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1 year	22,88	40	23,28	0,39	2%	-	22,89	0,01	0%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1 year	22,70	40	23,16	0,46	2%	-	22,74	0,04	0%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	19,19	40	19,41	0,22	1%	-	19,44	0,25	1%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1 year	15,41	40	15,61	0,21	1%	-	16,72	1,31	9%	-
			media	18,46	40	19,98	1,52	7%	n. sup = 0	19,37	0,91	5%	n. sup = 0

TABELLA 4-43 – CONFRONTO MEDIE GIORNALIERE DI PM₁₀ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limit e	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	24-HR	13,72	50	25,13	11,41	83%	-	29,89	16,17	118%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	24-HR	21,20	50	33,64	12,44	59%	-	36,65	15,45	73%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	48,71	50	70,25	21,55	44%	!	70,58	21,87	45%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	24-HR	27,16	50	38,00	10,84	40%	-	37,84	10,68	39%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	7,85	50	14,42	6,57	84%	-	14,00	6,16	78%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	27,67	50	38,67	10,99	40%	-	37,53	9,86	36%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	24-HR	24,77	50	36,05	11,28	46%	-	36,06	11,29	46%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	24-HR	9,29	50	20,91	11,62	125%	-	20,33	11,04	119%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	26,77	50	30,93	4,16	16%	-	32,70	5,92	22%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	18,82	50	28,81	9,99	53%	-	29,05	10,23	54%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	24-HR	18,32	50	19,91	1,58	9%	-	21,10	2,78	15%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	24-HR	8,89	50	14,98	6,10	69%	-	14,72	5,83	66%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	24-HR	20,11	50	22,97	2,86	14%	-	23,93	3,82	19%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	24-HR	17,53	50	22,82	5,28	30%	-	23,67	6,14	35%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	24-HR	14,91	50	19,18	4,26	29%	-	20,02	5,11	34%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	24-HR	21,88	50	27,59	5,71	26%	-	27,88	6,00	27%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	24-HR	23,48	50	31,95	8,47	36%	-	31,48	8,00	34%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	24-HR	32,59	50	58,18	25,58	78%	!	89,50	56,91	175%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	24-HR	26,26	50	51,43	25,17	96%	!	40,40	14,14	54%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	24-HR	25,91	50	42,67	16,77	65%	-	40,89	14,98	58%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	24-HR	11,32	50	17,68	6,35	56%	-	19,43	8,10	72%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Breve Termine			super	Lungo Termine			super
				Conc	limite	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	24-HR	12,46	50	21,60	9,14	73%	-	21,77	9,31	75%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	24-HR	13,77	50	21,79	8,01	58%	-	22,68	8,90	65%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	24-HR	5,22	50	8,97	3,74	72%	-	8,61	3,39	65%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	24-HR	28,14	50	47,72	19,59	70%	-	46,96	18,83	67%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	24-HR	29,17	50	52,31	23,14	79%	!	44,61	15,44	53%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	24-HR	21,72	50	33,59	11,87	55%	-	32,55	10,83	50%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	24-HR	21,38	50	31,34	9,96	47%	-	30,90	9,52	45%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	19,09	50	24,12	5,03	26%	-	25,74	6,66	35%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	24-HR	10,55	50	16,58	6,03	57%	-	16,72	6,17	58%	-
			media	20,29	50	30,81	10,52	54%	sup = 4	31,61	11,32	58%	n. sup = 0

TABELLA 4-44 – CONFRONTO MEDIE ANNUALI DI PM₁₀ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limit	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1 year	10,27	40	11,34	1,07	10%	-	12,74	2,47	24%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1 year	12,37	40	13,32	0,95	8%	-	14,38	2,01	16%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	17,46	40	19,97	2,52	14%	-	19,89	2,43	14%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1 year	5,03	40	5,78	0,74	15%	-	5,81	0,78	15%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1 year	2,22	40	2,71	0,49	22%	-	2,68	0,46	21%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	8,68	40	9,68	1,00	12%	-	9,59	0,91	10%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1 year	7,31	40	8,87	1,56	21%	-	8,90	1,59	22%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1 year	4,21	40	7,74	3,54	84%	-	7,53	3,33	79%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	9,71	40	10,67	0,96	10%	-	10,58	0,88	9%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1 year	8,78	40	9,64	0,86	10%	-	9,81	1,02	12%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1 year	8,38	40	9,22	0,84	10%	-	9,32	0,93	11%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1 year	5,16	40	6,77	1,61	31%	-	6,65	1,49	29%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1 year	9,15	40	9,93	0,78	8%	-	10,29	1,14	12%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1 year	9,22	40	9,94	0,71	8%	-	10,29	1,07	12%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1 year	7,40	40	8,18	0,78	11%	-	8,27	0,87	12%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1 year	10,96	40	11,64	0,68	6%	-	11,60	0,64	6%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1 year	13,25	40	14,01	0,76	6%	-	13,78	0,54	4%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1 year	20,34	40	23,81	3,47	17%	-	29,30	8,96	44%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1 year	17,19	40	19,61	2,42	14%	-	18,24	1,05	6%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1 year	17,56	40	19,80	2,25	13%	-	18,68	1,12	6%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1 year	8,25	40	8,92	0,68	8%	-	9,02	0,77	9%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1 year	10,00	40	10,76	0,76	8%	-	10,60	0,60	6%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1 year	9,95	40	10,58	0,64	6%	-	10,64	0,69	7%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1 year	3,27	40	4,18	0,91	28%	-	4,05	0,78	24%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1 year	15,78	40	18,40	2,62	17%	-	17,61	1,83	12%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1 year	16,40	40	18,95	2,55	16%	-	18,08	1,69	10%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1 year	11,66	40	12,26	0,60	5%	-	12,23	0,57	5%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1 year	11,74	40	12,20	0,46	4%	-	12,15	0,41	3%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1 year	9,97	40	10,30	0,33	3%	-	10,56	0,60	6%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1 year	7,05	40	7,38	0,33	5%	-	7,44	0,39	6%	-
			media	10,29	40	11,55	1,26	14%	n. sup = 0	11,69	1,40	15%	n. sup = 0

TABELLA 4-45 – CONFRONTO MEDIE ORARIE DI SO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	1-HR	54,09	350	64,40	10,30	19%	-	67,75	13,65	25%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	1-HR	66,22	350	70,84	4,62	7%	-	78,11	11,89	18%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	71,46	350	79,91	8,45	12%	-	81,55	10,09	14%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	1-HR	65,33	350	67,10	1,76	3%	-	67,73	2,40	4%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	1-HR	23,06	350	24,19	1,13	5%	-	24,68	1,62	7%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	75,88	350	77,51	1,63	2%	-	85,90	10,02	13%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	1-HR	81,66	350	84,32	2,66	3%	-	85,13	3,47	4%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	1-HR	28,98	350	30,11	1,13	4%	-	30,66	1,69	6%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	108,40	350	114,99	6,58	6%	-	106,56	-1,84	-2%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	1-HR	103,49	350	105,05	1,56	2%	-	93,22	-10,26	-10%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	1-HR	74,96	350	75,39	0,43	1%	-	69,04	-5,92	-8%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	1-HR	34,71	350	35,74	1,03	3%	-	39,47	4,76	14%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	1-HR	108,76	350	109,43	0,67	1%	-	107,02	-1,74	-2%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	1-HR	105,62	350	106,68	1,06	1%	-	112,95	7,33	7%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	1-HR	74,56	350	76,87	2,30	3%	-	87,73	13,17	18%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	1-HR	118,65	350	121,46	2,80	2%	-	114,44	-4,22	-4%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	1-HR	102,69	350	103,23	0,54	1%	-	114,25	11,57	11%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	1-HR	64,00	350	74,94	10,95	17%	-	207,96	143,97	225%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Breve Termine				Lungo Termine			
				Conc	Limite	Conc	differenza	diff. Perc.	super	Conc	differenza	diff. Perc.	super
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Mompugo TRIESTE	TRIESTE	1-HR	59,25	350	63,69	4,44	7%	-	79,48	20,23	34%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	1-HR	57,15	350	61,47	4,32	8%	-	75,10	17,95	31%	-
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	1-HR	93,14	350	94,64	1,50	2%	-	110,71	17,57	19%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	1-HR	103,90	350	104,81	0,91	1%	-	89,94	-13,96	-13%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci +scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	1-HR	112,13	350	112,67	0,54	0%	-	101,80	-10,33	-9%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	1-HR	22,08	350	22,86	0,78	4%	-	23,21	1,13	5%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	1-HR	107,78	350	126,64	18,86	17%	-	142,34	34,56	32%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	1-HR	87,32	350	104,36	17,04	20%	-	127,54	40,22	46%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	1-HR	127,70	350	128,90	1,20	1%	-	120,48	-7,23	-6%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	1-HR	129,81	350	129,89	0,08	0%	-	125,65	-4,17	-3%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	1-HR	129,94	350	130,07	0,13	0%	-	138,79	8,84	7%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	1-HR	75,85	350	76,78	0,93	1%	-	84,12	8,26	11%	-
			media	82,29	350	85,96	3,68	5%	n. sup = 0	93,11	10,82	17%	n. sup = 0

TABELLA 4-46 – CONFRONTO MEDIE GIORNALIERE DI SO₂ PER OGNI RECETTORE SENSIBILE OSSERVATO NEGLI SCENARI DI CANTIERE

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam	Limite	Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	super
sc_1	Scuola Materna SS Pietro e Paolo	MUGGIA	24-HR	18,39	125	20,53	2,14	12%	-	26,48	8,09	44%	-
sc_2	Scuola Secondario F. Petrarca	MUGGIA	24-HR	23,19	125	26,48	3,29	14%	-	30,97	7,78	34%	-
sc_3	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	37,73	125	50,36	12,63	33%	-	49,14	11,41	30%	-
sc_4	scuola pubblica -	S. DORLINGO	24-HR	40,35	125	40,46	0,11	0%	-	40,50	0,15	0%	-
sc_5	Scuola Elementare statale	S. DORLINGO	24-HR	13,37	125	14,14	0,78	6%	-	14,29	0,92	7%	-
sc_6	Scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	48,87	125	49,10	0,23	0%	-	51,87	3,00	6%	-
sc_7	Scuola d'infanzia comunale	TRIESTE	24-HR	51,85	125	51,93	0,08	0%	-	46,47	-5,38	-10%	-
sc_8	Scuola d'Infanzia statale-Altura	TRIESTE	24-HR	15,88	125	16,42	0,54	3%	-	17,09	1,22	8%	-
sc_9	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	58,83	125	59,14	0,31	1%	-	59,78	0,95	2%	-
sc_10	Asilo nido comunale	TRIESTE	24-HR	61,83	125	61,98	0,14	0%	-	57,90	-3,93	-6%	-
sc_11	scuola primaria statale	TRIESTE	24-HR	41,21	125	41,99	0,78	2%	-	41,32	0,11	0%	-
sc_12	Istituto professionale di stato	TRIESTE	24-HR	18,83	125	18,99	0,16	1%	-	19,94	1,10	6%	-
sc_13	scuola Primaria Statale	TRIESTE	24-HR	51,91	125	52,86	0,95	2%	-	53,81	1,90	4%	-
sc_14	Ist. Comprensivo Bergamas	TRIESTE	24-HR	54,41	125	54,45	0,04	0%	-	57,86	3,45	6%	-
sc_15	Ist. Superiore Statale Galilei	TRIESTE	24-HR	36,68	125	38,09	1,41	4%	-	46,67	9,98	27%	-
sc_16	Asilo Nido e Scuola Infanzia	TRIESTE	24-HR	53,59	125	54,56	0,97	2%	-	53,99	0,40	1%	-
sc_17	Liceo Scientifico Oberdan	TRIESTE	24-HR	42,93	125	44,23	1,30	3%	-	46,07	3,14	7%	-
sc_18	Istituto Statate d'Arte TRIESTE	TRIESTE	24-HR	32,01	125	43,59	11,57	36%	-	69,84	37,83	118%	-
sc_19	scuola primaria statale - Elio de Morpugo TRIESTE	TRIESTE	24-HR	30,16	125	36,62	6,47	21%	-	39,66	9,50	31%	-
sc_20	scuola secondaria di I grado Lionello Stock TRIESTE	TRIESTE	24-HR	28,59	125	32,94	4,34	15%	-	39,66	11,06	39%	-

ID	Descrizione	Comune	Aver. Period	Ante Operam		Breve Termine			super	Lungo Termine			
				Conc	conc	Conc	diff	diff. Perc.		Conc	diff	diff. Perc.	super
sc_21	Asilo nido comunale TRIESTE	TRIESTE	24-HR	41,75	125	42,73	0,98	2%	-	44,32	2,57	6%	-
sc_22	scuola secondario Gian Rinaldo Carli	TRIESTE	24-HR	46,10	125	47,15	1,04	2%	-	45,21	-0,89	-2%	-
sc_23	Scuola secondari di II grado G. Carducci + scuola primaria statale + Scuola dell'infanzia statale	TRIESTE	24-HR	45,63	125	46,21	0,59	1%	-	48,01	2,39	5%	-
sc_24	scuola primaria collodi	TRIESTE	24-HR	10,86	125	11,11	0,25	2%	-	11,71	0,85	8%	-
sc_35	scuola infanzia statale	TRIESTE	24-HR	45,64	125	57,72	12,08	26%	-	54,15	8,51	19%	-
sc_26	università popolare di Trieste	TRIESTE	24-HR	39,14	125	51,46	12,32	31%	-	48,40	9,26	24%	-
sc_27	Università degli studi di Trieste	TRIESTE	24-HR	54,47	125	55,32	0,85	2%	-	54,96	0,49	1%	-
sc_28	Scuola Pubblica di II grado Alessandro Volta	TRIESTE	24-HR	51,13	125	51,41	0,28	1%	-	52,67	1,53	3%	-
sc_29	scuola pubblica d'infanzia	TRIESTE	24-HR	50,23	125	50,24	0,01	0%	-	52,30	2,07	4%	-
sc_30	scuole secondaria di I grado	TRIESTE	24-HR	30,23	125	30,32	0,08	0%	-	36,79	6,56	22%	-
			media	39,19	125	41,75	2,56	7%	n. sup = 0	43,73	4,53	15%	n. sup = 0

4.6.4. Scenario di progetto a lungo termine con alcune banchine elettrificate

Questo scenario fa riferimento all'eventualità dell'elettrificazione di alcune banchine. Nell'ipotesi avanzata sono state elettrificate le banchine del Molo Bersaglieri, della Riva Traiana e dell'Unione Molo V e Molo VI.

Lo scopo dell'elettrificazione delle banchine è consentire lo spegnimento dei motori delle navi durante la fase di stazionamento in banchina. In questo scenario, pertanto, viene valutato l'effetto della riduzione della componente di stazionamento per le sorgenti corrispondenti alle aree interessate.

In via cautelativa la componente di stazionamento non è stata annullata ma ridotta del 90% rispetto alla normale condizione di esercizio. Nelle figure successive vengono riportati gli esiti delle simulazioni.

Come è facile verificare nelle diverse simulazione l'incidenza non è apprezzabile (pochi $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nelle immediate vicinanze delle sorgenti) poiché mascherata dalle sorgenti più impattanti.

Questo risultato, considerato in prima battuta sorprendente, trova spiegazione nella distribuzione delle sorgenti e nel particolare regime anemologico dell'area in esame. Infatti, sebbene costituisca più del 70% delle emissioni navali per NO_2 ed SO_2 e più del 50% per quanto riguarda le polveri, la componente di stazionamento non contribuisce parimenti in termini immissivi.

In generale, le emissioni navali sono agevolate nella dispersione degli inquinanti emessi dalle loro caratteristiche fisiche (elevata altezza di rilascio, elevate temperature e velocità di uscita, minore riduzione della velocità del vento sulla superficie dell'acqua). Un aspetto fortemente determinante, quindi, è costituito dalla concentrazione delle sorgenti. Nel modello impostato le sorgenti di stazionamento sono distribuite lungo le varie banchine mentre quelle di avvicinamento/manovra sono concentrante nei canali di ingresso al porto, in particolare in quello sud. A questo si aggiunge la forte persistenza dei venti dai settori E-NE.

Si verifica così che il contributo delle sorgenti di stazionamento relative alle banchine considerato, già si diluisca enormemente nel dominio di simulazione e non ricada nell'area abitata limitrofa. E la loro riduzione o eliminazione non produca risultati apprezzabili.

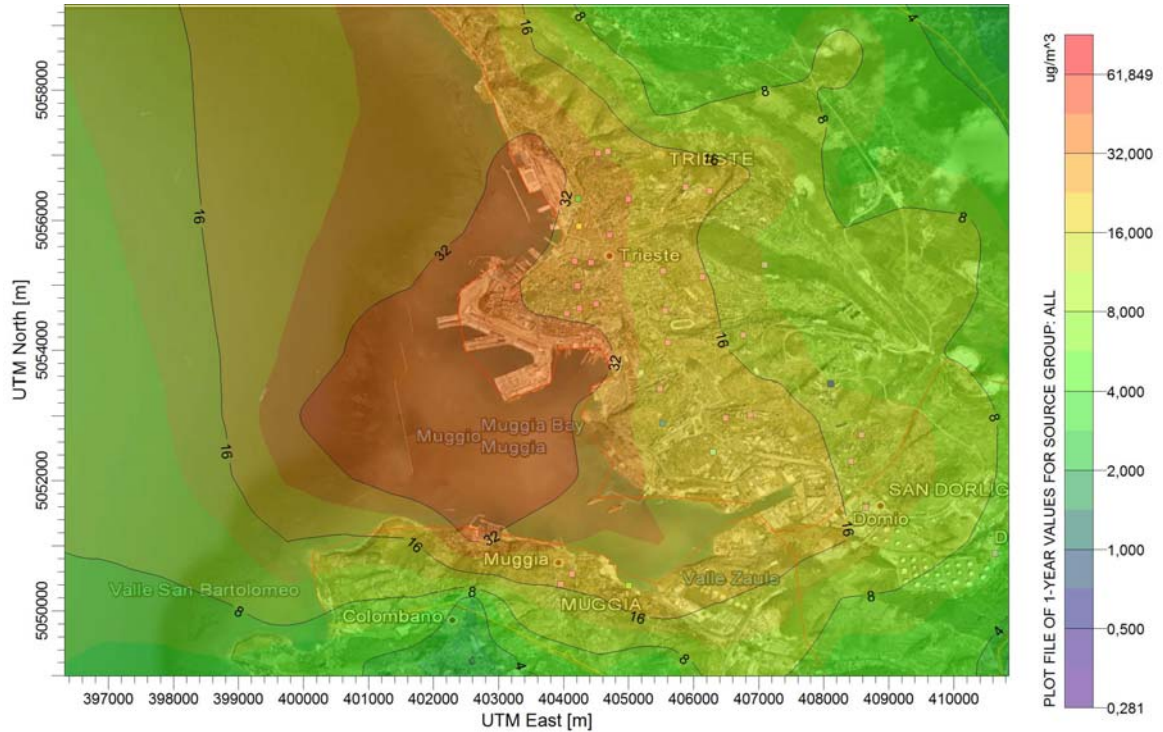


FIGURA 4-45 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE – ELETTRIFICAZIONE BANCINE

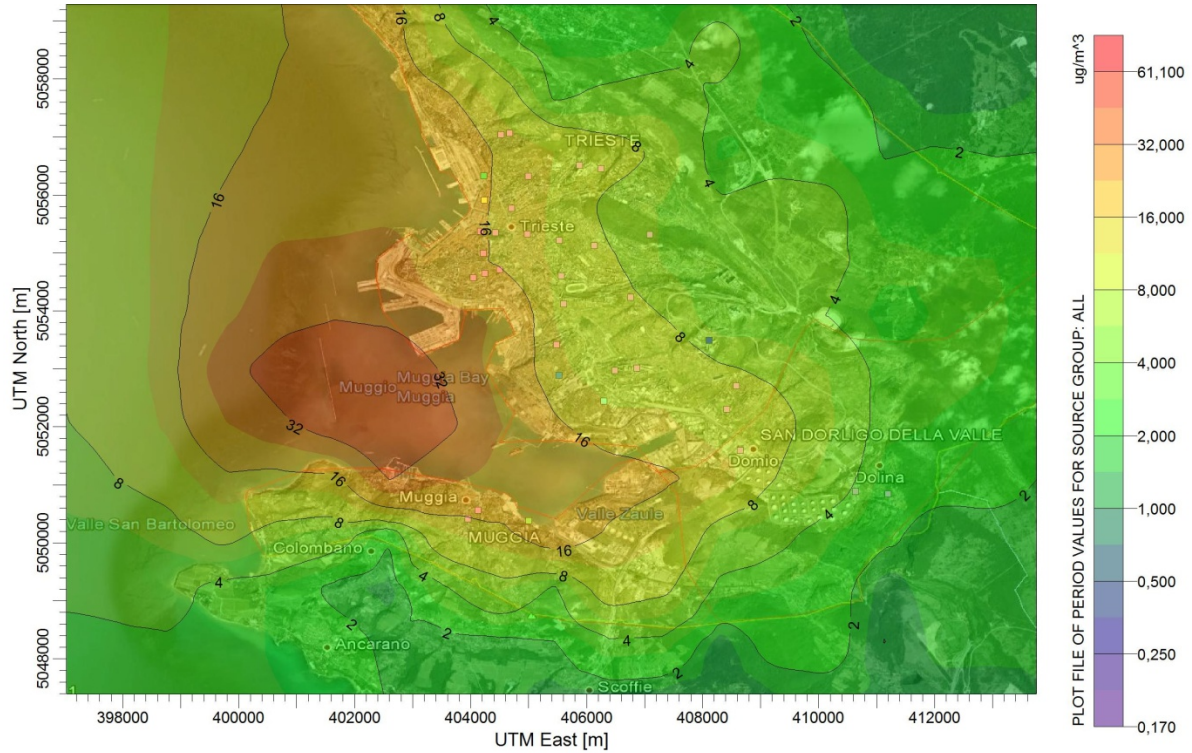


FIGURA 4-46 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM₁₀, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE – ELETTRIFICAZIONE BANCINE

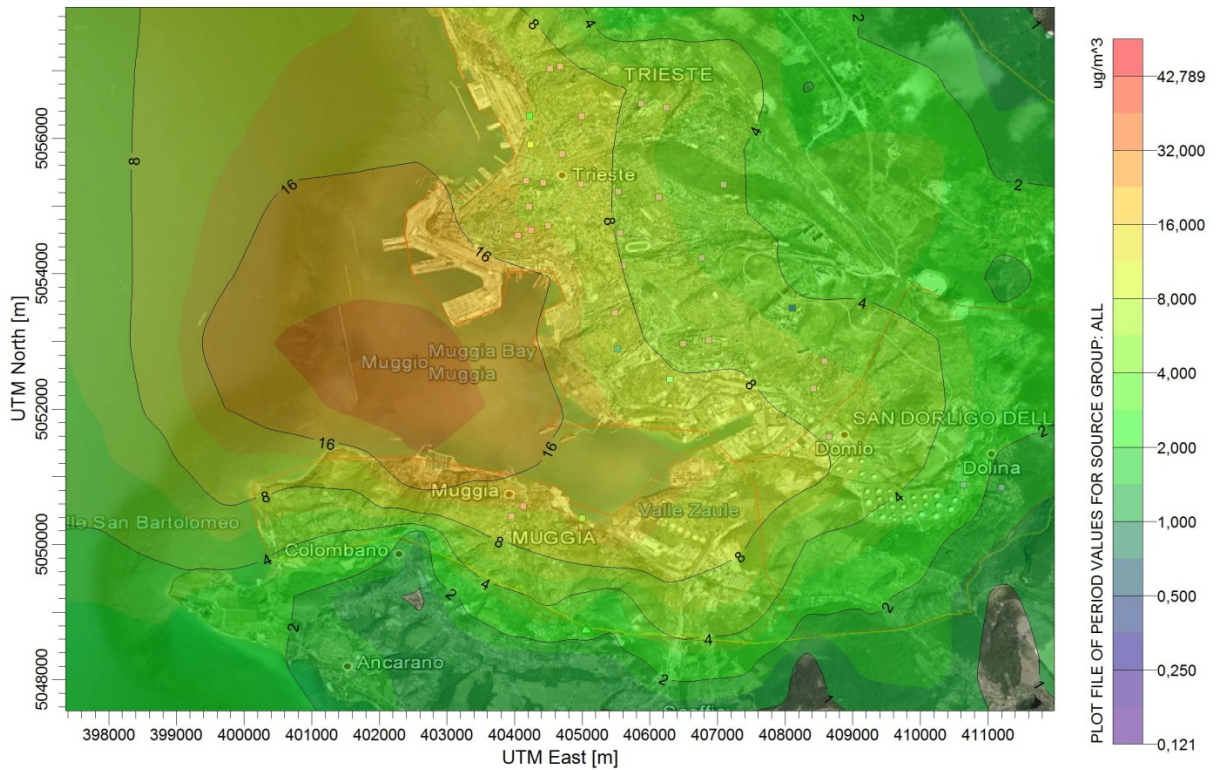


FIGURA 4-47 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM_{2,5}, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI LUNGO TERMINE – ELETTRIFICAZIONE BANCINE

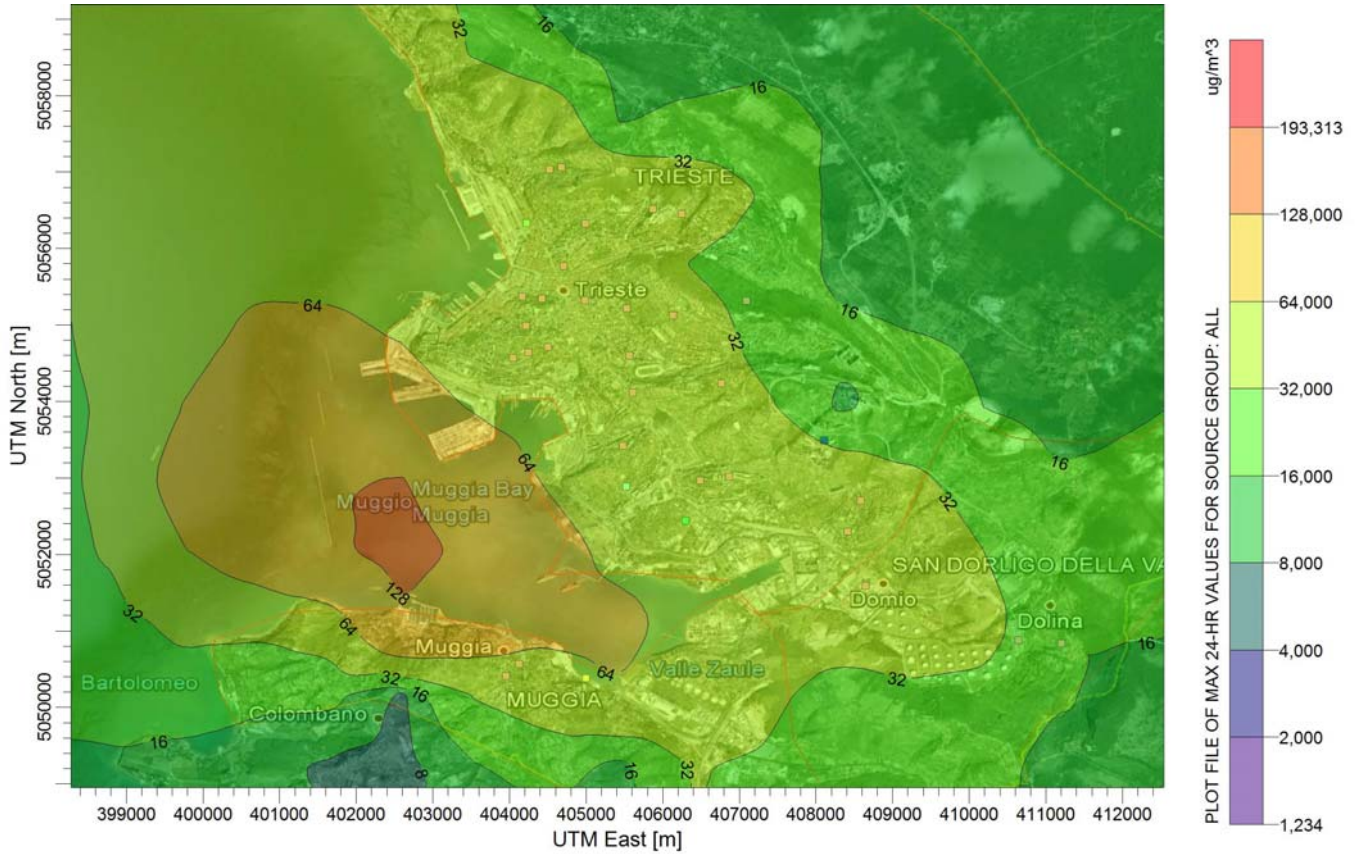


FIGURA 4-48 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI LUNGO TERMINE – ELETTRIFICAZIONE BANCINE

4.6.5. Scenario di cantiere di breve termine

Questo scenario valuta l'effetto dell'insieme dei cantieri relativi ai lavori per lo sviluppo di breve termine del porto. È uno scenario di picco, nel senso che contempla la totale contemporaneità di tutti i cantieri. Pertanto lo scenario è costituito da tutte le sorgenti dello scenario ante operam con l'aggiunta delle sorgenti di cantiere.

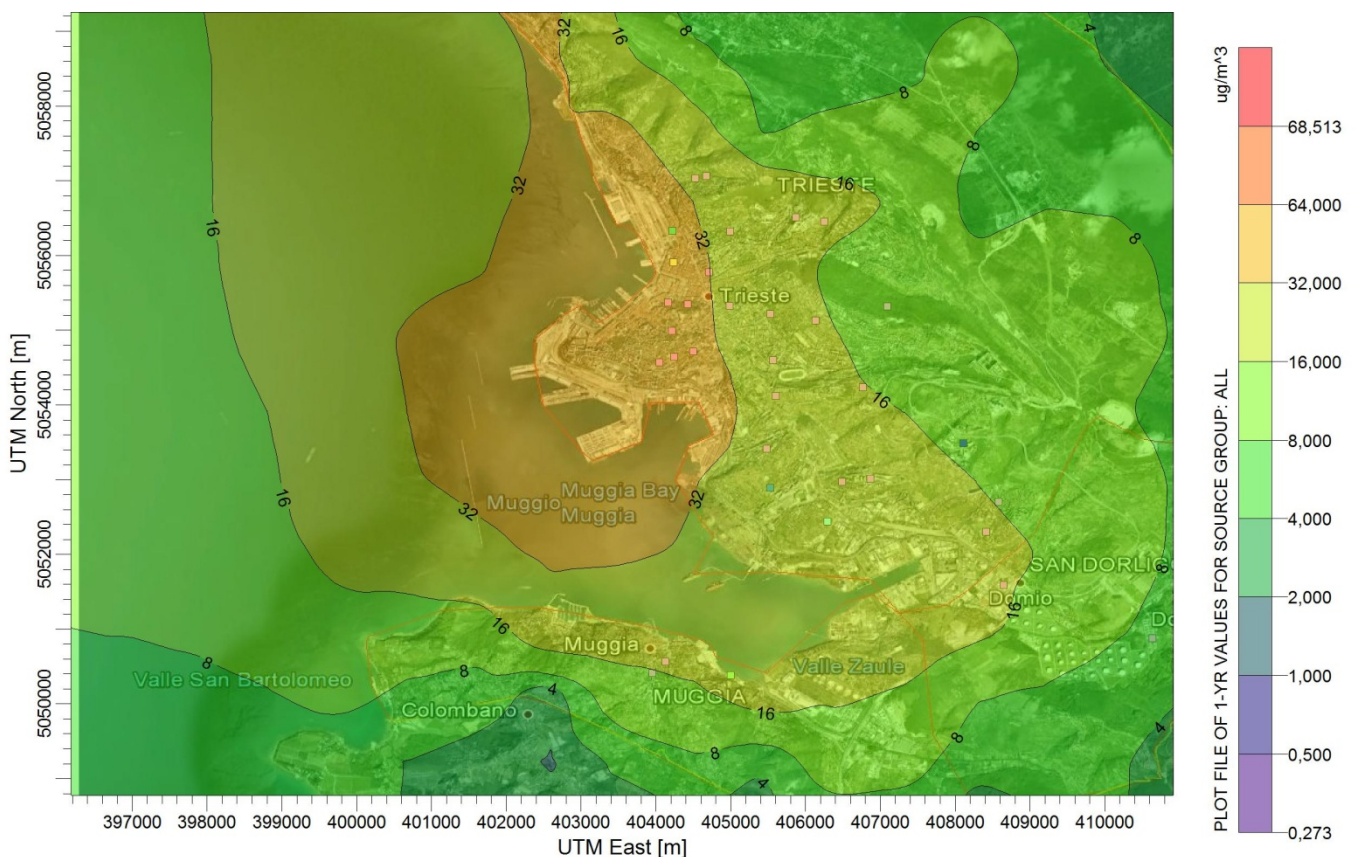


FIGURA 4-49 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

Rispetto allo stato Ante operam, si può osservare che l'incremento in termini di ossidi di azoto è minimo. Più consistente l'effetto sulle polveri. Per le medie annuali, infatti pur non determinandosi una concentrazione massima molto più alta, la zona ad alta concentrazione (vicino al limite dei 40 ug/m³) si è allargata a tutta l'area dei moli V e VI. Infatti è in quest'area che si concentrano i cantieri più importanti di questa fase del piano:

- allargamento moli V e VI

- banchinamento a nord del molo VII.
- 1° fase dell'ampliamento del molo VII.

Diversa l'osservazione per le medie giornaliere dove l'incremento generale (registrato somma degli incrementi su tutti i recettori), come è possibile osservare nelle tabelle dei recettori, è importante e va sommersi ad uno scenario già di forte pressione per questo parametro. L'area dei superamenti già presente nello scenario attuale si consolida in questo scenario

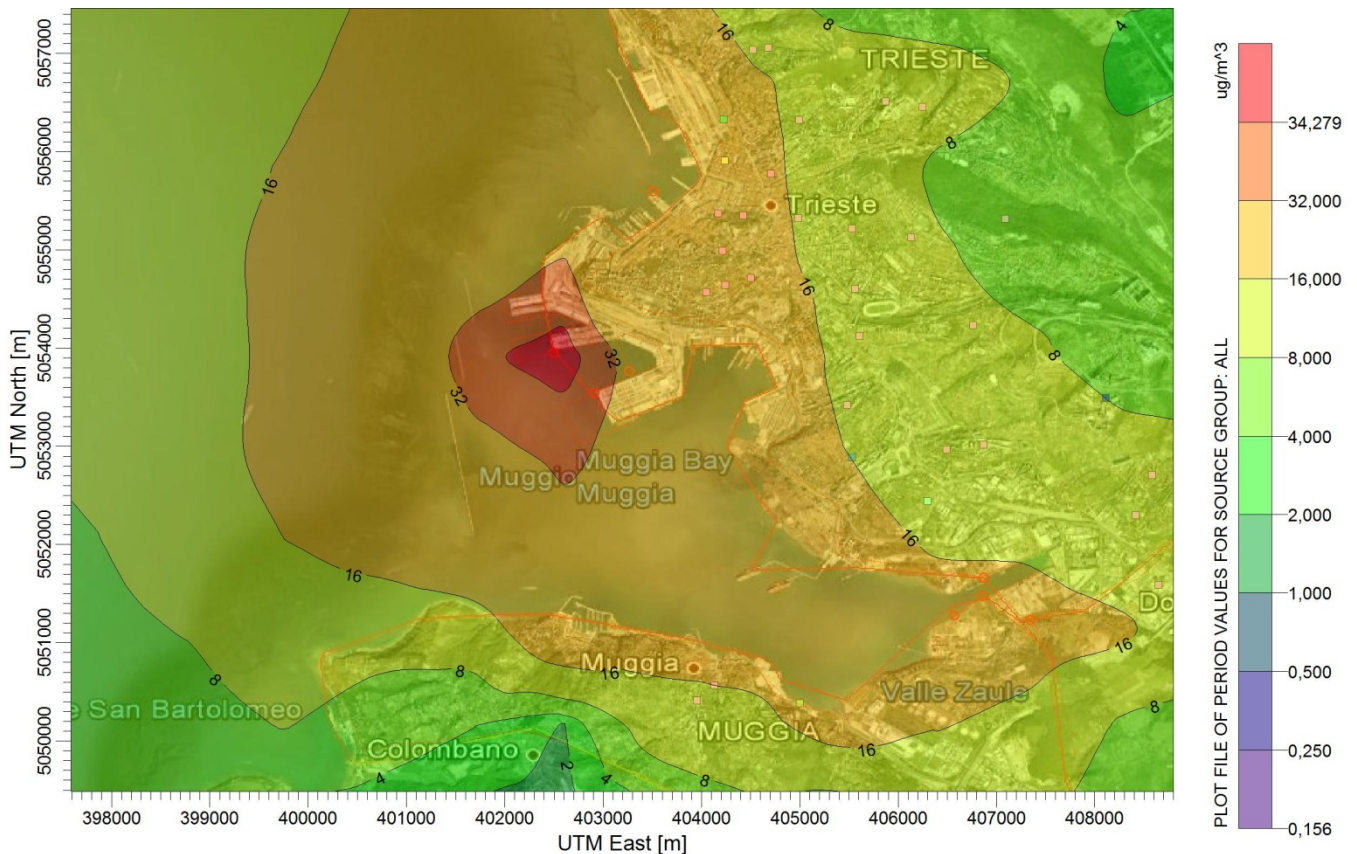


FIGURA 4-50 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL PM₁₀, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

Viceversa il biossido di azoto, dato che le sorgenti di cantiere sono costruite principalmente da mezzi a terra e per le ragioni già analizzate nei precedenti scenari, rimane fondamentalmente invariato.

4.6.6. Scenario di cantiere di lungo termine

Questo scenario va confrontato con quello di esercizio di breve termine che ne costituisce la base.

Per il biossido di azoto, rispetto allo scenario di breve termine non si ha un incremento dei picchi massimi che rimangono sostanzialmente gli stessi.

L'effetto sul lungo periodo è quello di estendere a tutta l'area della città prospiciente il porto la zona a più alta concentrazione.

Anche per le polveri può essere fatta una considerazione analoga alla precedente: i picchi rimangono invariati, si allarga la zona ad alte concentrazioni. In particolare l'allargamento va a considerare l'imponente cantiere per il molo VIII che probabilmente grazie alle sue dimensioni riesce a diluire in partenza le emissioni prodotte.

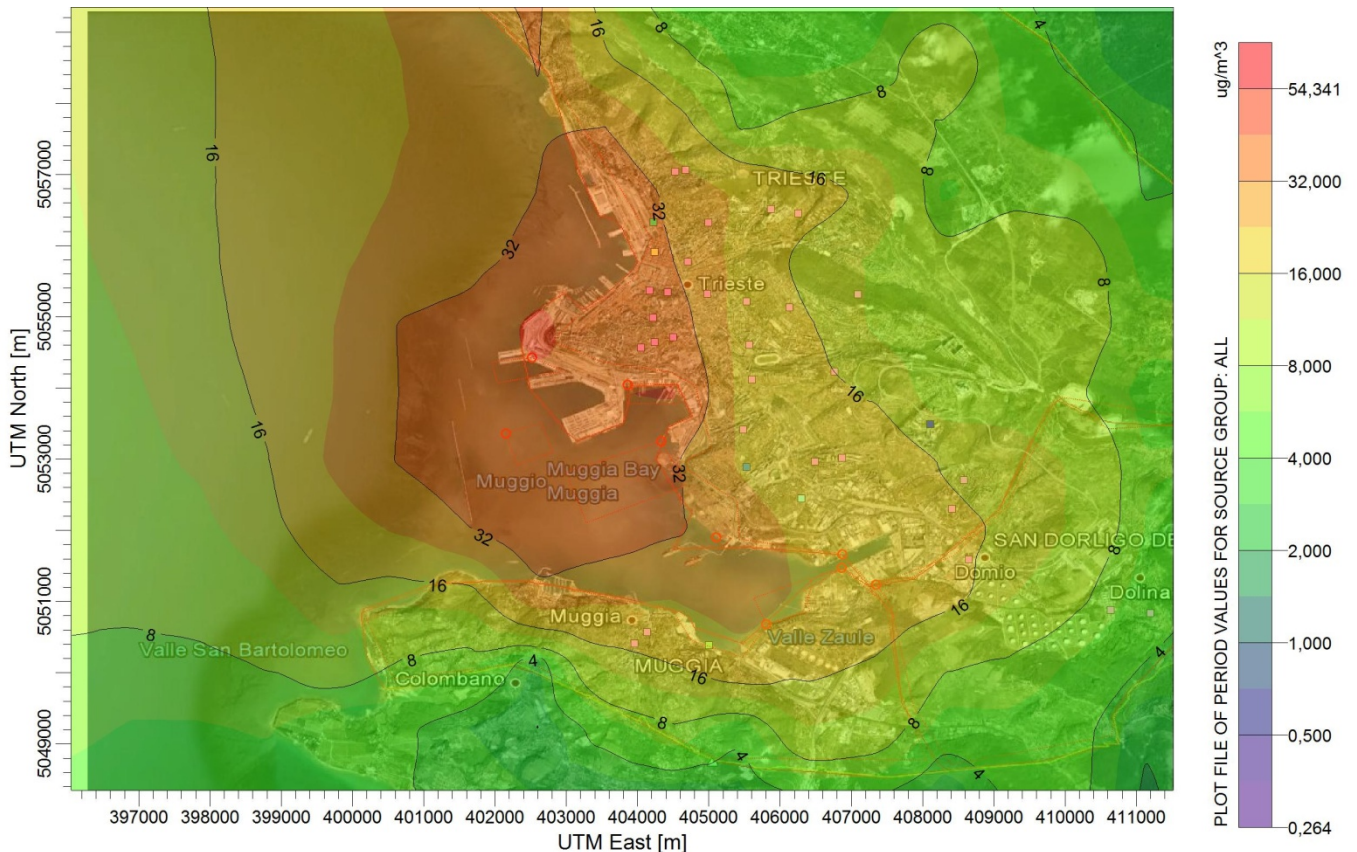


FIGURA 4-51 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO₂, MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

Per l' SO_2 , invece, vanno rilevati incrementi significativi dei picchi massimi pur rimando questi ubicati al centro della baia. L'area delle alte concentrazioni è sensibilmente allargata nel lungo periodo ma con valori sempre ben al di sotto dei limiti di riferimento sia per le medie orarie che giornaliere.

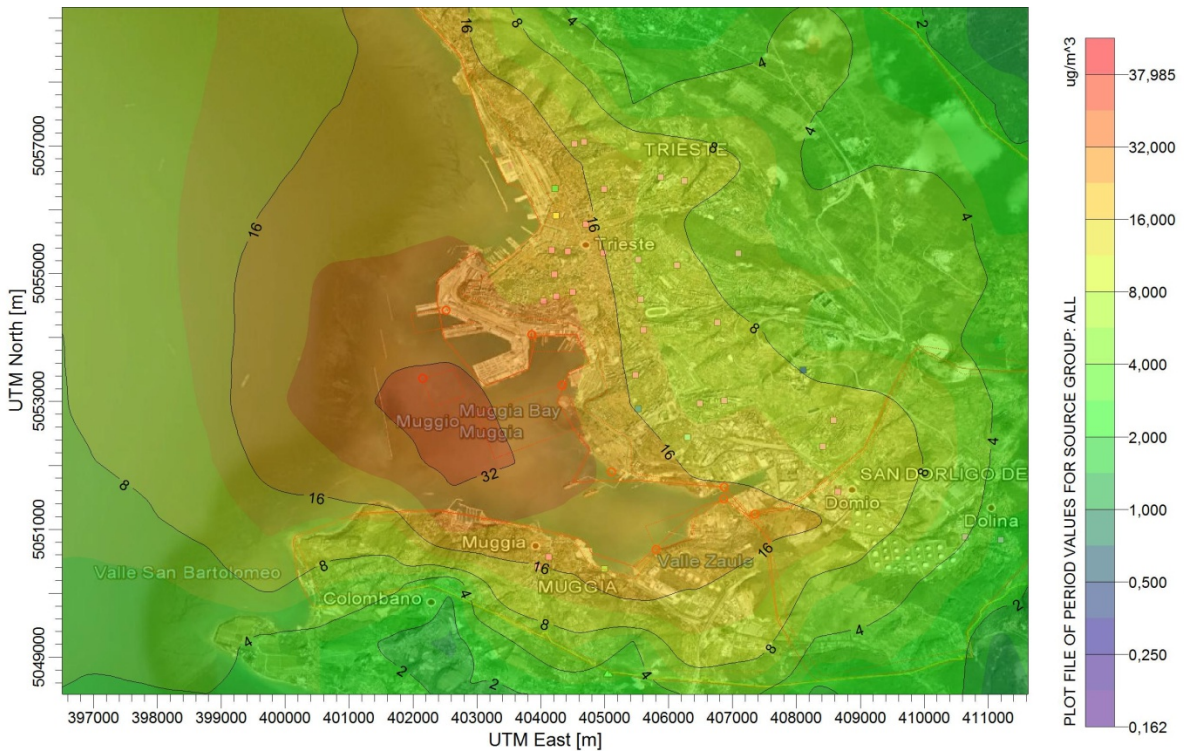


FIGURA 4-52 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL NO_2 , MEDIA ANNUALE, SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

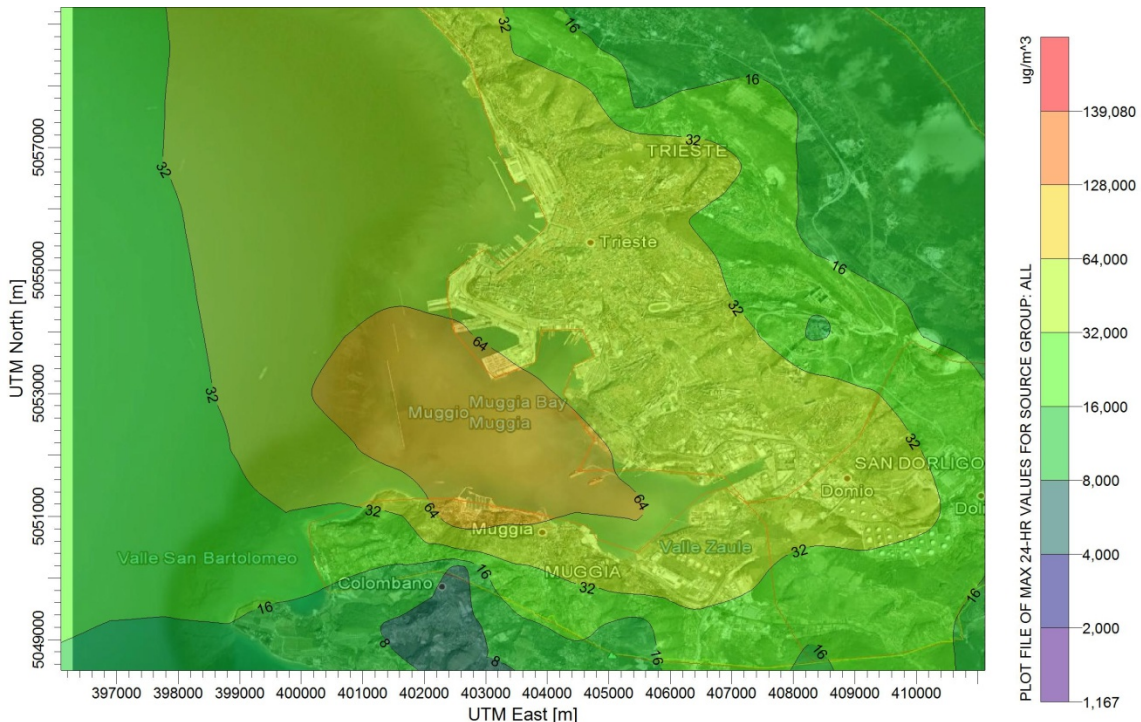


FIGURA 4-53 – MAPPA DI ISOCONCENTRAZIONE DEL SO₂, MEDIA GIORNALIERA, SCENARIO DI CANTIERE DI BREVE TERMINE

Per quanto riguarda i risultati sui recettori sensibili (riportati in Tabella 4-41, Tabella 4-42, Tabella 4-43, Tabella 4-44, Tabella 4-45 e Tabella 4-46) valgono considerazioni analoghe a quelle già riportate per gli scenari di esercizio: si osservano concentrazioni più importanti per le medie di breve periodo che danno luogo anche ad andamenti crescenti tra la prima e la seconda fase. Diversamente le medie annuali danno luogo ad incrementi medi inferiori e decrescenti nelle due proiezioni.

Va però sottolineato come in questi scenari di cantiere che, va ricordato, sono scenari di picco, si presenti una particolare criticità per le medie giornaliere delle PM₁₀. In fatti queste fanno riscontrare degli incrementi potenziali considerevoli sia per il breve che per il lungo termine.

A questo proposito sarà particolarmente importante l'attività di autocontrollo prevista nel piano di monitoraggio in modo da ridurre o sospendere le attività di cantiere in condizioni meteorologiche sfavorevoli.

4.7. Conclusioni

Sono state condotte 18 simulazioni corrispondenti a 6 scenari (4 di esercizio e 2 di cantiere) per 3 inquinanti di riferimento (NO_2 , PM_{10} , SO_2). Sulla base delle simulazioni del PM_{10} è stato estrapolata la distribuzione del $\text{PM}_{2,5}$ secondo la metodologia commentata all'inizio della presente relazione.

Nella preparazione dello scenario ante operam, che costituisce la baseline per le simulazioni successive si è avuto cura di calibrare le stime delle due componenti fondamentali (traffico veicolare, traffico marittimo) affinché fossero confrontabili con quelle già stimate a livello di inventario regionale delle emissioni secondo la metodologia INEMAR. Le sorgenti areali di tipo diffuso (pertinenti alle aree urbane) sono state quantificate direttamente sulla base dei dati dell'inventario.

Confrontando i diversi scenari in termini di emissioni si è potuto constatare che, sebbene l'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste sottoponga l'area ad un incremento significativo di sorgenti, si verifica un processo di parziale compensazione delle emissioni totali dovuta alla progressiva riduzione delle emissioni da traffico veicolare per i vigenti dispositivi normativi. Naturalmente tale riduzione non coinvolge, e comunque non è stata qui considerata, la componente marittima.

Prima di procedere con la simulazione degli scenari futuri si è provveduto ad una calibrazione del modello impostato sulla base di valori di concentrazioni di riferimento costituiti dal più recente anno disponibile per la stazione di Tor Bandena (come indicato dalla Regione FVG). Si è anche potuto verificare una sostanziale concordanza con quanto rilevato nella relazione annuale sulla qualità dell'aria dell'ARPA FVG.

Le simulazioni di breve e di lungo periodo mostrano, come era naturale aspettarsi, un incremento della pressione ambientale dovuta all'aumento del traffico navale atteso e di quello veicolare indotto con presenze di diversi superamenti dei limiti normativi. Va osservato però, che nella totalità delle simulazioni i massimi assoluti sono sempre stati registrati in acqua, al centro della baia e lontano dai centri abitati. Tuttavia va segnalato che nello stato attuale si riscontrano zone nella fascia portuale - riva traiana e porto di S. Rocco - soggette a superamenti dei limiti (con particolare riferimento al PM_{10}) che vedono un consolidarsi di tale situazione con l'aumento dei traffici veicolari e navali.

I centri abitati, e su tutti quello di Trieste, sono interessati progressivamente avvicinandosi al porto, ma complessivamente si possono osservare concentrazioni di poco alterate rispetto allo stato attuale anche nello scenario di assetto completo.

I recettori lontani dalla zona portuale vedono comunque diminuire nel tempo i massimi osservati. Quest'ultima considerazione è da ritenersi valida per tutti i 30 recettori sensibili considerati sul territorio.

La valutazione complessiva degli impatti nella fase di esercizio e cantiere sulla componente atmosfera è riassunto nelle tabelle seguenti, così come definito nel Capitolo 2.4.1.

TABELLA 4-47 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DI BREVE E LUNGO PERIODO

	Esercizio Breve Termine				Esercizio Lungo Termine			
	Variazione	I	VI	Giudizio sintetico	var	I	VI	Giudizio sintetico
NO2 1hr	1%	0	0	lieve	3%	0	0	lieve
NO2 1Yr	0%	2	14	medio	-1%	0	0	lieve
PM10 24hr	10%	3	21	forte	16%	2	14	forte
PM10 1yr	8%	1	7	lieve	7%	1	7	lieve
SO 1h	3%	0	0	lieve	16%	1	7	lieve
SO2 24 hr	5%	0	0	lieve	18%	1	7	lieve
Tipo (T)	T1 - Diretto	1			T1 - Diretto	1		
Durata (D)	D4 - Permanente	4			D4 - Permanente	4		
Estensione (E)	E2 - Comunale	2			E2 - Comunale	2		
TOT (T+D+E)		7				7		

TABELLA 4-48 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI BREVE E LUNGO PERIODO

	Cantiere BT				Cantiere LT			
	variazione	I	VI	Giudizio sintetico	variazione	I	VI	Giudizio sintetico
NO2 1hr	9%	1	4	trascurabile	7%	1	4	trascurabile
NO2 1Yr	7%	2	8	lieve	5%	2	8	lieve
PM10 24hr	54%	3	12	medio	58%	3	12	medio
PM10 1yr	14%	1	4	trascurabile	15%	1	4	trascurabile

SO2 1h	5%	0	0	trascurabile	17%	1	4	trascurabile
SO2 24 hr	7%	1	4	trascurabile	15%	1	4	trascurabile
Tipo (T)	T1 - Diretto	1			T1 - Diretto	1		
Durata (D)	D1 - reversibile a BT	1			D1 - reversibile a BT	1		
Estensione (E)	E2 - Comunale	2			E2 - Comunale	2		
TOT (T+D+E)		4				4		

Questi risultati vanno letti, infine, alla luce delle considerazioni iniziali fatte. I valori delle emissioni impostati, infatti, sono stati i massimi possibili per tutte le sorgenti:

- per le sorgenti da traffico veicolare è stato considerato l'andamento sviluppato intorno all'ora di picco per 365 giorni l'anno, senza tener conto di nessun tipo di periodicità settimanale, mensile o stagionale;
- inoltre è stato calibrato il totale emesso come se fosse il 90% di tutte le emissioni da traffico veicolare del comune di Trieste;
- infine, le proiezioni con cui sono state stimate le frazioni della classi emissive sono state fatte in modo conservativo e limitate al 2020 anche se l'assetto completo è prevedibile a partire dal 2030;
- per le sorgenti di tipo navale sono stati considerati le massime dimensioni possibili come dimensioni medie;
- per gli scenari di cantiere è stata considerata la massima contemporaneità dei lavori.

Tutto ciò considerato si può affermare che l'Aggiornamento 2014 del Piano Regolatore del Porto di Trieste risulta compatibile con l'area oggetto di studio.

4.8. Misure di mitigazione e compensative

Considerato che l'NO₂ ed il PM₁₀ subiscono un incremento e che le aree attualmente sotto pressione vedranno aumentare tale pressione è stata valutata la misura di mitigazione consistente nell'elettificazione delle banchine dal Molo Bersaglieri fino al Molo VI; le simulazioni effettuate, tuttavia, hanno restituito esiti non apprezzabili.

Avendo valutato che la responsabilità dei carichi ambientali nell'area interna alla Riva Traiana e dell'area del porto di S. Rocco è imputabile, secondo l'analisi del modello, alle navi in movimento nel canale sud non sono state individuate ulteriori misure di mitigazione, rendendosi necessaria una azione di **compensazione indiretta** in cui la

maggiore immissione di inquinanti è compensata da un commisurabile miglioramento della qualità dell'aria mediante la realizzazione di aree verdi.

Tuttavia, si ritiene che le variabili che influiscono sulla simulazione di una fenomenologia così complessa producano risultati che, pur rimanendo significativi in termini complessivi, possano non aver colto tutte le dinamiche in essere.

Si propone, pertanto, di rimandare alla fase di monitoraggio ante operam, prevista dal Piano di Monitoraggio Integrato, una verifica definitiva dei contributi immissivi tramite misurazioni avanzate per mezzo di traccianti (si vedano le modalità di attuazione per la fase ante operam nel PMI).

Se a conclusione della suddetta attività si dovessero manifestare fenomeni diffusivi differenti da quelli simulati si procederà con un riesame delle stime previsionali rivalutando l'effettiva efficacia di quella che è la misura di mitigazione per eccellenza in ambito portuale, ovvero l'elettrificazione delle banchine.

In tale sede si potrà prendere in considerazione l'elettrificazione di diversi pattern di aree di attracco al fine di ottimizzare l'efficacia complessiva della misura.

Qualora, invece, la verifica di monitoraggio dovesse confermare quanto finora simulato si procederà, prima della fase di avvio dei cantieri a redigere una proposta di compensazione indiretta in termini di qualità dell'aria da concertare con le autorità competenti.

Fin d'ora si propone come misura compensativa, l'installazione di centraline fisse in luogo delle postazioni di misura temporanee per i siti di S. Rocco e nell'area a Nord Est del Canale industriale contrassegnate nel Piano di Monitoraggio Ambientale come PMA_3 e PMA_4.

Infine, in considerazione di quanto argomentato nella premessa, in risposta, alla richiesta di integrazione n.32, si propone l'implementazione di uno studio di ricerca coordinato da ARPA FVG, con supervisione scientifica di un istituto universitario ed in collaborazione con la società di consulenza che ha redatto lo SIA, finalizzato ad una analisi diagnostica e prognostica della qualità dell'aria in termini di inquinamento secondario. Tale progetto potrà prevedere, inoltre, integrazioni al piano di monitoraggio.

5. SUOLO E SOTTOSUOLO

5.1. Analisi dello stato di fatto

5.1.1. Aspetti geologici

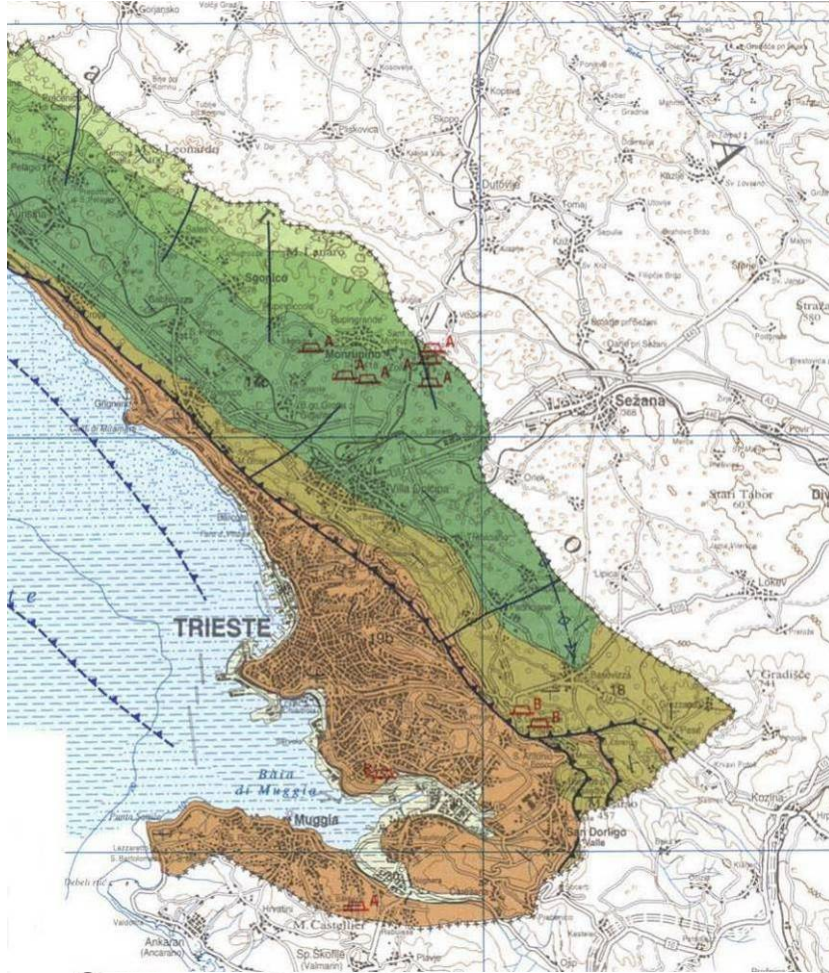
Geologicamente il tratto di territorio in studio ricade:

- nel Foglio 53(a) “Trieste” della carta Geologica d’Italia in scala 1.100.000;
- nella parte meridionale della Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia in scala 1.50.000, redatta dal Servizio Geologico della Regione in collaborazione con le Università di Trieste e di Udine. Uno stralcio è riportato in Figura 5-1.

Il settore rappresentato mostra ampi lembi del bacino marnoso arenaceo dell’Istria settentrionale (sinclinale Trieste Capodistria) ed il lembo Sud occidentale dell’altipiano calcareo di Trieste e dell’Istria Montana (Carso di Trieste e dell’Alta Istria) costituito nel suo insieme da una vasta anticlinale parzialmente spianata, percorsa e complicata da importanti pieghe secondarie con direzione Sud Est-Nord Ovest. Una faglia inversa, rappresentata adeguatamente in carta, segna il passaggio fra il complesso dei calcari grigi o biancastri del Cretaceo e del Paleocene - Eocene inferiore, appartenente all’altipiano calcareo, dal bacino marnoso qui rappresentato dal Flysch di Trieste databile fra il Paleocene e l’Eocene medio.

L’assetto geologico dell’area di stretto interesse progettuale è quindi caratterizzato da un basamento roccioso afferente alla Formazione del Flysch triestino, di età paleogenica. Trattasi di un’alternanza ritmica e variabile di arenarie e marne in strati normalmente ben distinti.

Tecnicamente si distinguono facies prevalentemente arenacee con intercalazioni di marne, facies al 50% di marne ed arenarie, e facies marnose con rare intercalazioni arenacee. Le arenarie sono rocce a matrice carbonatica inglobanti una frazione detritica costituita essenzialmente da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Le marne sono rocce carbonatiche argillose; hanno composizione mineralogica simile alle arenarie ma si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici; essendosi depositate in straterelli o lamine sottili si presentano fogliettate.



30 Aree di bonifica e di riporto artificiale. Reclamation and antropic cover areas. **Attuale**

- 19b

a

Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (*Flysch del Grivo*: a - *Megastrato del M. Ioanaz*; b - *M. di Vernasso*; *Flysch di Claut*); alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (*Flysch di Cormons*, *Flysch di Clauzetto*, "*Flysch di Trieste*"); depositi di bacino. *Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b); alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.*
- 19a

Calcsiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (*Membro di Drenchia*, *Flysch di Ucceja*); calcareniti con breccie e calcilutiti (*Flysch di Clodig*, *Flysch di M. Brieka*); alternanze arenaceo-pelitiche, con spessi orizzonti di breccia (*Flysch dello Iudrio*) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (*Flysch di Calla*); arenarie con orizzonti calciclastici (*Flysch di Masarolis*); depositi di bacino. *Grey-blackish calcisiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacic sup. - Paleocene p.p.*
- 18

Calcari grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (*Calcari a Milloldi*, *Calcari a Nummuliti ed Alveoline*, *Mb. di M.te Grisa e Opicina*, *Liburnico*; *Vreme e Cosina*); brecciole carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. *Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.*
- 17c

Calcari bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (*Calcari di M. Cavallo*, *Calcareniti del Molassa*, *Calcari di Aurisina*, *Fm. dei Calcari del Carso triestino p.p.*, *Calcari di Monte San Michele*); depositi di piattaforma aperta. *Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretacic sup.*

FIGURA 5-1 – STRALCIO DELLA CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE.

La parte superiore della formazione si presenta, sia in affioramento sia nel sottosuolo, alterata e degradata finanche a perdere la propria struttura litoide. Frequentemente si rileva in forma di una matrice limoso sabbiosa argillosa inglobante frammenti arenitici e scaglie di marna. Quest'orizzonte, denominato "Flysch alterato" e con spessore compreso fra 0,5 e 3,0 m, segna il passaggio tra il basamento roccioso in senso stretto ed i sovrastanti depositi di copertura.

I dati disponibili, riferiti ad indagini geognostiche in ambito portuale o in campo petrolifero, e le varie informazioni bibliografiche consultate, confermano anche lungo le coste la costante presenza del basamento roccioso (Flysch), seppur a profondità decametrica o pluridecametrica. Si presenta disposto secondo una morfologia a gradoni circa paralleli alla linea di costa, che probabilmente rappresentano antiche linee di spiaggia (Mosetti, F. "Morfologia dell'Adriatico settentrionale" - 1966). Variazioni e complicazioni laterali sono imputabili ai paleo-terrazzamenti determinati dalle azioni erosive dei principali torrenti locali, quali i Rii Farneto, Settefontane, Roncheto, Primario, Ospe, Zaule e Rosandra.

Sul basamento roccioso poggiano, all'interno della costa, depositi eluvio colluviali la cui composizione prevalentemente limosa, con argilla, ghiaia e frammenti arenitici, denuncia la chiara appartenenza al Flysch, oppure depositi alluvionali costituiti da ghiaie prevalentemente arenacee miste ad argille e limi con livelli sabbiosi.

Lungo la linea di costa ed in mare sono invece presenti depositi marini costituiti da argille limose di colore grigio scuro sino a nerastro, grigio o azzurrognolo, da poco consistenti sino a molli, variamente organiche. Più raramente depositi di natura alluvionale ghiaioso calcarei grossolani, in varia misura frammisti con argille e limi ed intercalazioni sabbiose. Accanto a questi depositi di origine naturale abbondano le colmate ed i riporti antropici, distribuiti spesso lungo la costa per bonificare antiche lagune o saline, o per sottrarre aree al mare. Litologicamente la composizione può essere piuttosto diversa; normalmente si riscontrano depositi limoso argilloso sabbiosi derivanti da scavi e sbancamenti effettuati (spesso nella città di Trieste o nei dintorni) a carico del Flysch. In alternativa si osserva materiale arido eterometrico (dalla ghiaia sino ai grossi blocchi) di natura calcarea proveniente da cave poste più all'interno.

Analisi geofisiche eseguite a mare, oltre ad evidenziare la morfologia a gradoni del substrato roccioso, hanno altresì confermato come la Baia di Muggia sia una struttura di escavazione di origine fluviale dove il substrato, nella porzione centrale, si approfondisce

sensibilmente mentre lateralmente, lungo la linea di costa, può talvolta essere riscontrato a modesta profondità dal piano campagna.

Lungo ed ai margini dell'attuale linea di costa sul Flysch poggia uno spessore decametrico di peliti o peliti sabbiose di deposizione marina attribuibili all'Olocene.

Nel tratto a mare oltre la linea di costa indagini geofisiche e geognostiche eseguite nell'ambito del Piano di Caratterizzazione Ambientale dell'area marino costiera del sito d'interesse nazionale (SIN) di Trieste (redatto da Multiproject Srl e Alpine Ocean Seismic Survey Italy Srl con la collaborazione dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale) mostrano una situazione ancor più diversificata (ulteriori dettagli sono riportati nel Paragrafo 5.1.5).

I materiali più profondi a contatto con il Flysch, sono tardo Pleistocenici ed attribuibili ad una fase glaciale (regressione marina) in ambiente subaereo. Trattasi di depositi granulari, anche grossolani, di origine fluviale con corpi lenticolari e sistemi argine canale. Il relativo spessore è stimabile in circa 7,0 – 8,0 m.

Con l'Olocene si assiste ad una trasgressione marina che porta dapprima ad un ambiente di paludi salmastre e livelli di torbe, cui seguono livelli più francamente marini in stratificazione sub orizzontale per uno spessore complessivo di circa 7 – 9 m, con punte di 15 m – 20 m, il che significa un tasso di sedimentazione di circa 1 mm/anno con picchi fino a 1,5 – 2,0 mm/anno. Le informazioni ricavate da carotaggi mostrano termini prevalentemente limoso argillosi, a tratti debolmente sabbiosi, colore grigio scuro fino a nerastro, da poco consistenti a molli, variamente organici. In Figura 5-2 si riporta la composizione granulometria dei sedimenti Olocenici tratta dalla documentazione relativa al Piano di caratterizzazione ambientale dell'area marino costiera del SIN di Trieste.

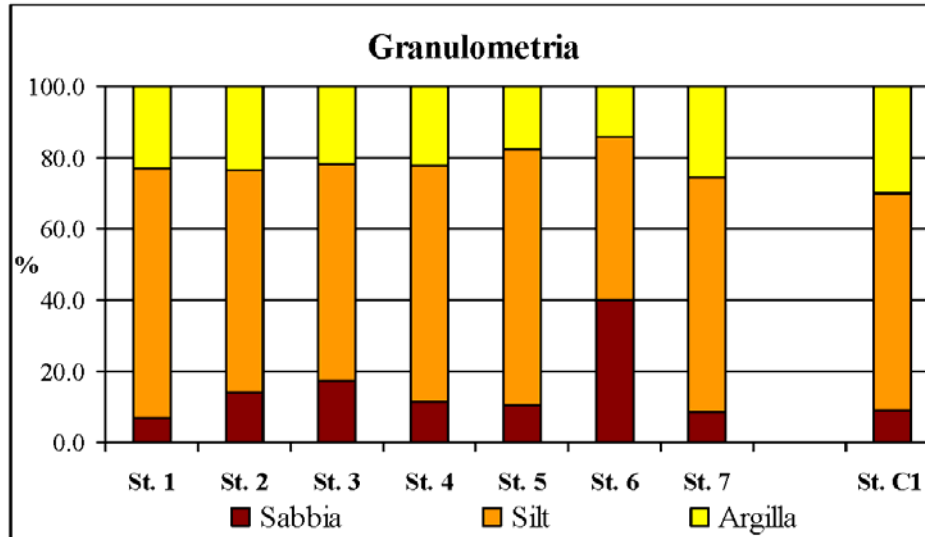


FIGURA 5-2 – COMPOSIZIONE GRANULOMETRICA DEI SEDIMENTI OLOCENICI

Essendo l'area fortemente antropizzata sia a terra che, più limitatamente, a mare, si riscontra una diffusa presenza di materiale di riporto impiegato nel primo caso per ricavare lo spazio necessario per l'insediamento delle attività industriali e portuali, nel secondo caso e per la realizzazione dei canali e delle dighe foranee. Litologicamente la composizione risulta essere piuttosto diversa; normalmente si riscontrano depositi limoso argilloso sabbiosi derivanti da scavi e sbancamenti effettuati (spesso nella città di Trieste o nei dintorni) a carico del Flysch. In alternativa si osserva materiale arido eterometrico (dalla ghiaia sino ai grossi blocchi) di natura calcarea, proveniente da cave poste più all'interno, spesso frammisto ad una matrice fine.

La Figura 5-3 e la Figura 5-4 costituiscono un quadro di sintesi di quanto sin qui esposto. In Figura 5-3 è riportato lo schema cronologico semplificato dei principali eventi che caratterizzano l'area portuale, con evidenza della fase deposizionale del Flysch, una successiva fase erosiva cui segue una deposizione dapprima continentale (fluviale) ed infine una marina prevalentemente pelitica.

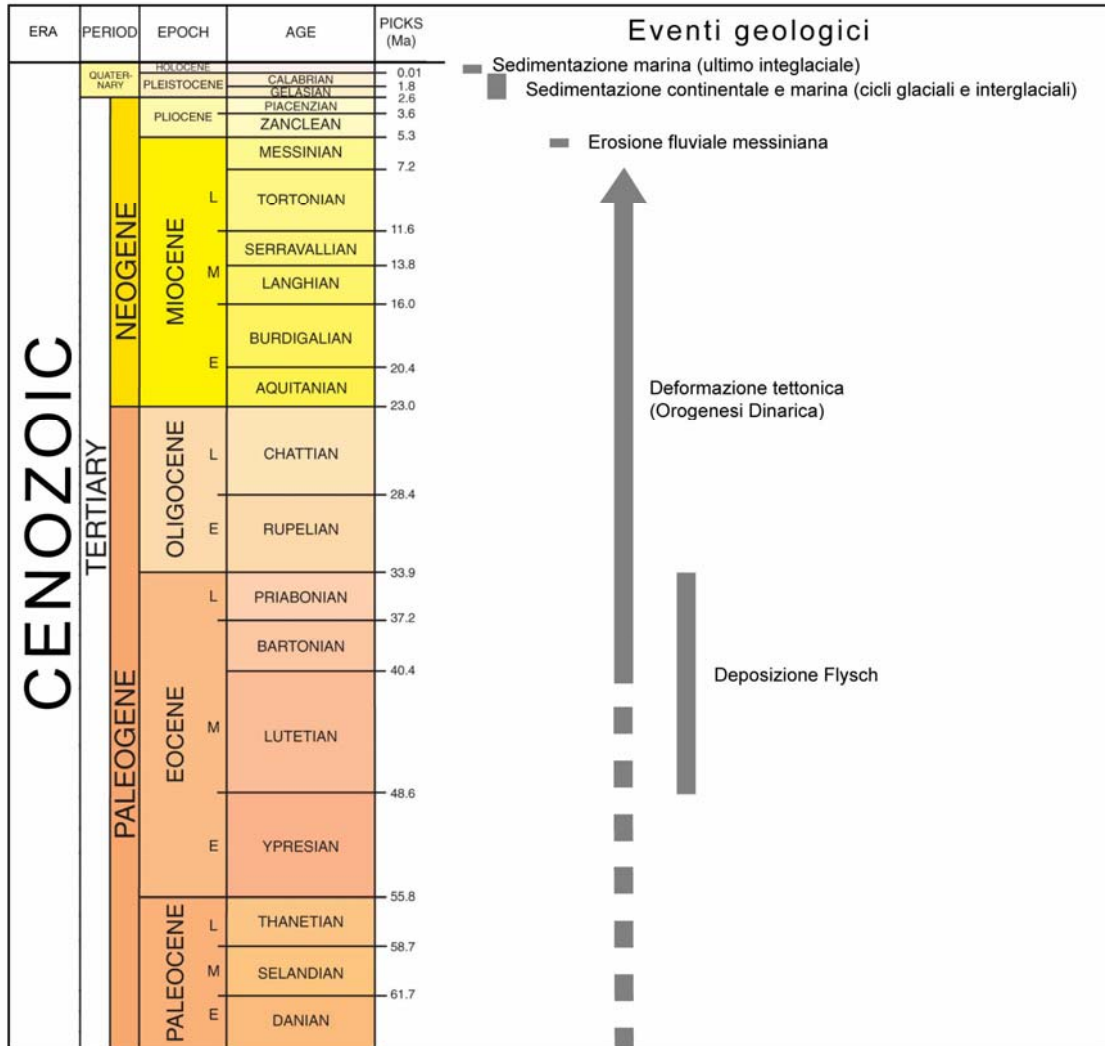


FIGURA 5-3 – SCHEMA TEMPORALE SEMPLIFICATO DELL'AREA PORTUALE (FONTE: AREA PORTUALE. PIANO CARATERIZZAZIONE DEL SIN DI TRIESTE)

In Figura 5-4 è riportato un profilo sismico trasversale alla Baia di Muggia con evidenza del tetto del Flysch, dei sedimenti fluviali tardo pleistocenici (riscontrati nella baia di Muggia ma spesso assenti nell'immediata adiacenza della linea di costa) e dei sedimenti marini olocenici.

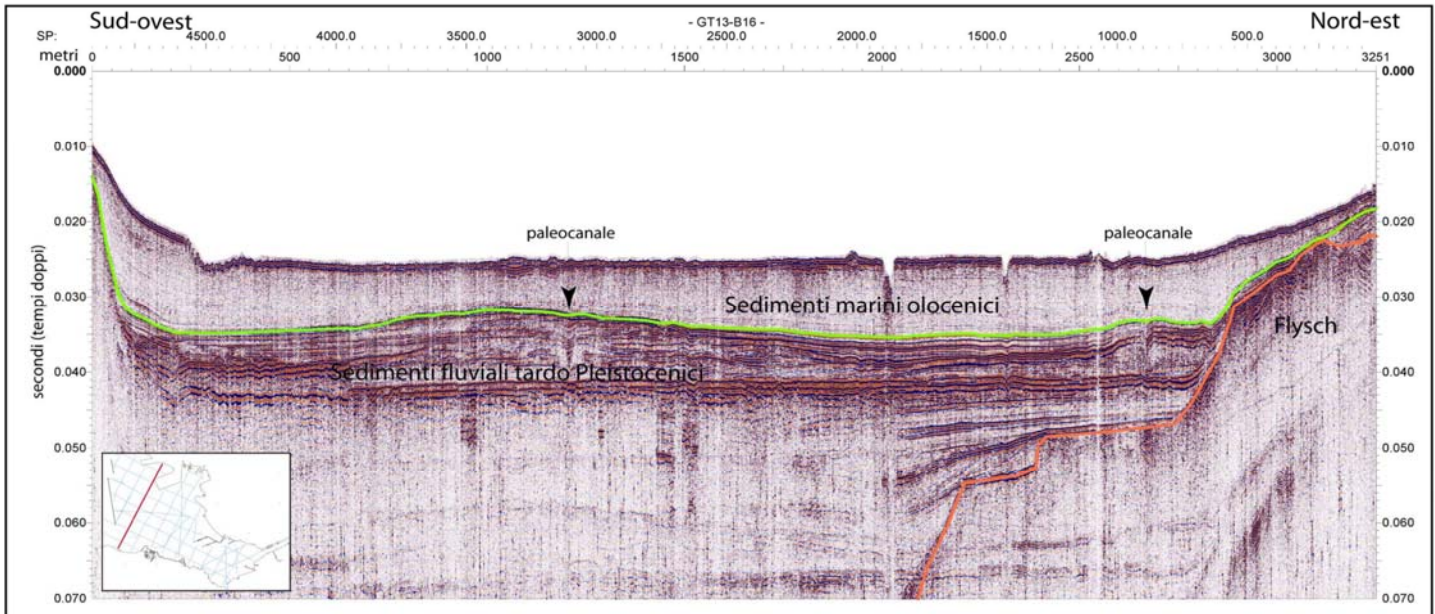


FIGURA 5-4 – PROFILO SISMICO TRASVERSALE ALLA BAIJA DI MUGGIA (FONTE: AREA PORTUALE. PIANO CARATERIZZAZIONE DEL SIN DI TRIESTE)

5.1.2. Aspetti morfologici e geomorfologici

In analogia con il resto della costa triestina meridionale, l'assetto dell'area è contraddistinto da rilievi collinari degradanti verso la linea di costa interrotti da incisioni o valli percorse dai corsi d'acqua che scendono dai rilievi. Lungo i versanti sono evidenti fenomeni calanchivi e franosi sia attivi che inattivi. Parte di questi sono dovuti ad attività antropica di scalzamento al piede, parte invece sono imputabili all'erosione fluviale. Nessun fenomeno interessa comunque le aree di stretto interesse progettuale. Sono presenti ed evidenti, soprattutto nella valle di S. Bartolomeo, zone inondabili dalle maree ordinarie.

Come si evince dalla Figura 5-5, la costa nel tratto a levante di Monfalcone si mantiene bassa e paludosa fino a Duino, diventando poi alta, scoscesa e talvolta perfino inaccessibile da Sistiana a Trieste.

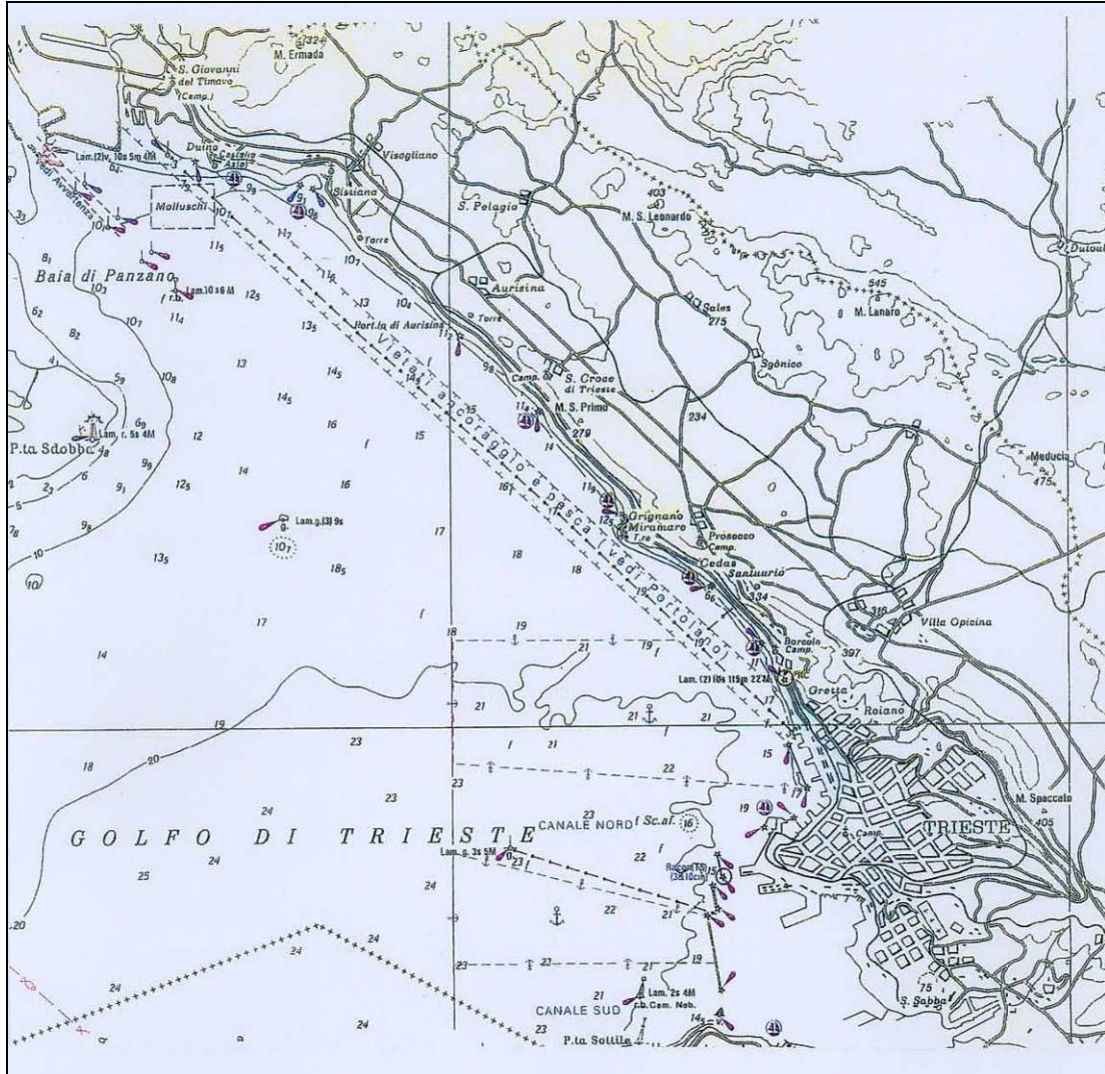


FIGURA 5-5 – MORFOLOGIA DELLA COSTA FRA DUINO E TRIESTE.

Le coste alte e ripide e le falesie sono imputabili alla facile erodibilità del Flysch, scalzato continuamente al piede dell'erosione marina. Con l'erezione di una barriera frangiflutti e di una strada litoranea, l'arretramento della compagine flyschoida è stato limitato alla sola quota imputabile agli agenti atmosferici ed all'azione antropica.

La natura prevalentemente rocciosa della costa da Duino a Punta San Rocco, e la presenza dell'isobata -10 m a soli 150-200 m dalla linea di costa, cui è compatibile la presenza di sabbia di medio-grossa granulometria (Figura 5-6), determina un'interazione pressoché nulla tra dinamica morfologica naturale della costa e porto di Trieste.

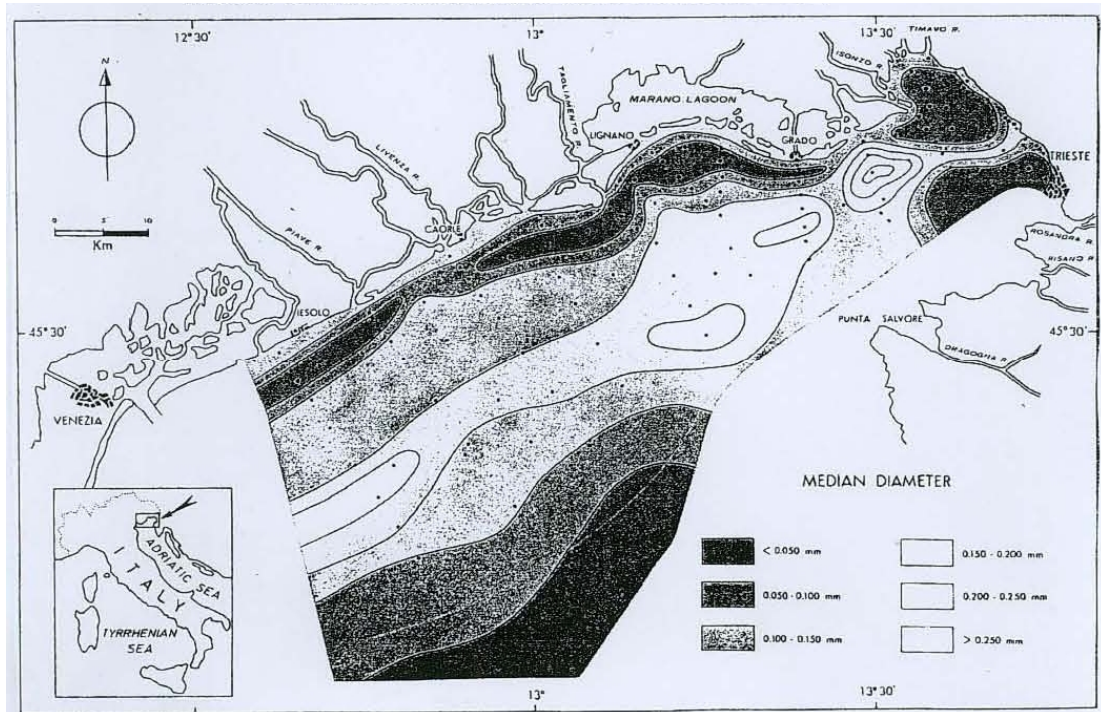


FIGURA 5-6 – DISTRIBUZIONE AREALE DEL DIAMETRO MEDIO DEI SEDIMENTI NELL'ADRIATICO NORD-ORIENTALE (FONTE: VENZO E BRAMBATI, 1967).

Parte della città di Trieste è situata su terreni arenacei (Flysch) o su depositi di fondo valle derivati dall'erosione della formazione marnoso-arenacea, mentre le parti della città situate nell'area urbana di pianura sono ricavate da bonifiche di antiche aree paludose o di saline. Nel complesso non sussistono, nelle aree d'interesse progettuale fenomeni di dissesto in atto o potenziali. Geomorfologicamente le stesse aree possono ritenersi stabili e caratterizzate da basse condizioni di rischio.

La formazione marnoso-arenacea è solcata da numerosi corsi d'acqua; molti di questi torrenti, dopo aver contribuito con le loro pur scarse alluvioni a costipare e formare parte della zona pianeggiante cittadina, sono ora incanalati sotto la città. Di seguito nel Paragrafo 6.1.1 è descritta nel dettaglio la rete idrografica dell'area triestina.

La Baia di Muggia rientrava molto più profondamente nell'entroterra, e quindi il mare occupava una vasta area dell'attuale Porto Industriale. Più a Sud la valle del Rio Osopo (o Valle delle Noghere) era più arretrata rispetto all'attuale linea di costa (il torrente defluiva a mare attraverso un ampio estuario, indice dello scarso apporto fluviale rispetto all'erosione marina). La costa muggesana, tranne qualche lieve deposito in corrispondenza delle foci dei principali corsi d'acqua, aveva pressappoco l'attuale aspetto.

Il progressivo aumento del livello marino (mediamente 1,6 mm/anno), con la conseguente azione erosiva sulle coste da un lato e la diminuita pendenza dei corsi d'acqua dall'altro, provocò il rapido interrimento di alcune zone costiere.

Alle alluvioni fluviali si sono sovrapposte quelle di origine marina (argille soprattutto), impaludando vaste aree e provocando divagazioni dei corsi d'acqua: il Torrente Settefontane spostò il suo percorso terminale più a Sud (sfociando a mare presso l'attuale Piazza della Borsa), mentre il Torrente Farneto, inizialmente diretto lungo l'asse dell'attuale Canale, si è spostato a Nord. Gli altri vari rii, assorbiti dalle loro stesse alluvioni, scomparvero. Nella piana di Zaule i corsi d'acqua minori divagavano nelle paludi, mentre il Torrente Rosandra si spostava a ridosso del Monte d'Oro.

Con l'avvio delle grandi trasformazioni antropiche le aree paludose vennero in parte bonificate ed in parte sostituite da saline, ed il Torrente Farneto ed il Torrente Settefontane vennero incanalati. Oltre alle saline del Borgo Teresiano ce ne erano di minori allo sbocco della Valle di Roiano, a Campo Marzio, nell'insenatura di Servola ed alle foci del Rio Primario.

La progressiva espansione della città portò alla bonifica delle saline, allo sbancamento di rilievi aranecci, all'ampliamento delle aree portuali (per ottenere le quali varie aree costiere occupate dal mare furono colmate), all'incanalamento, rettifica ed arginatura dei torrenti principali, successivamente ricoperti, ed infine alla creazione di nuove saline nelle aree di palude della Valle di Zaule e delle Noghere.

Lungo l'attuale linea di costa che bagna la città, nei punti più depressi ed al di sotto dei sedimenti marini, il substrato si trova a profondità poco superiori ai 20 m mentre più a Sud, nella baia di Muggia, lungo l'attuale linea di costa il basamento arenaceo si trova a profondità anche di -50 m s.l.m.m.. Sotto il Golfo di Trieste il basamento roccioso, coperto da una potente coltre di sedimenti marini argillosi, è sempre arenaceo e mostra diversi spianamenti marini costituiti da ripide scarpate intervallate da superfici quasi orizzontali.

5.1.3. Evoluzione storica della linea di costa del porto di Trieste

La storia della città di Trieste e quella del suo porto coincidono, formando un connubio inscindibile e radicato nel tempo.

Fino ai primi anni del 1700 Trieste era un borgo piccolo, strettamente limitato dalla cinta muraria, che in larghissima parte coincideva con quella originale romana: pochissimi gli insediamenti esterni, prevalentemente religiosi, e l'area collinare era pressoché disabitata. Le condizioni che avevano favorito lo sviluppo di città vicine, in primis Venezia, sembrano non aver avuto alcuna influenza su Trieste, che per vedere sfruttate le sue potenzialità commerciali dovette attendere l'avvento di Carlo VI e la sua visione di espansione per l'Impero Austriaco basata sugli scambi economici piuttosto che su politiche militari espansionistiche.

In questa idea, Trieste rappresentava la naturale base di partenza per legare commercialmente l'impero ai paesi che si affacciavano sul Mar Mediterraneo: l'adozione di precise politiche di navigazione come la Patente di Commercio (1717) e, nei decenni successivi, lo sviluppo del porto (allora limitato alla porzione di costa corrispondente al centro cittadino) permisero a Trieste di conquistare un ruolo importante negli scambi mercantili nel Mar Adriatico, complice anche il lento declino della Repubblica Veneziana. Il trattato di pace con l'Impero Ottomano (1718) e la proclamazione di Trieste (insieme a Fiume) a porto franco (1719) favorì enormemente il porto giuliano, che si aprì a numerosi mercanti stranieri, potendo intessere rapporti privilegiati con gli altri scali mediterranei.

Nell'immagine successiva, tratta dal PRP (Studio Specialistico D), la linea blu indica la linea di costa nella prima fase del moderno sviluppo cittadino (individuato dalle linee rosse, che rappresentano i principali assi viari) e portuale.

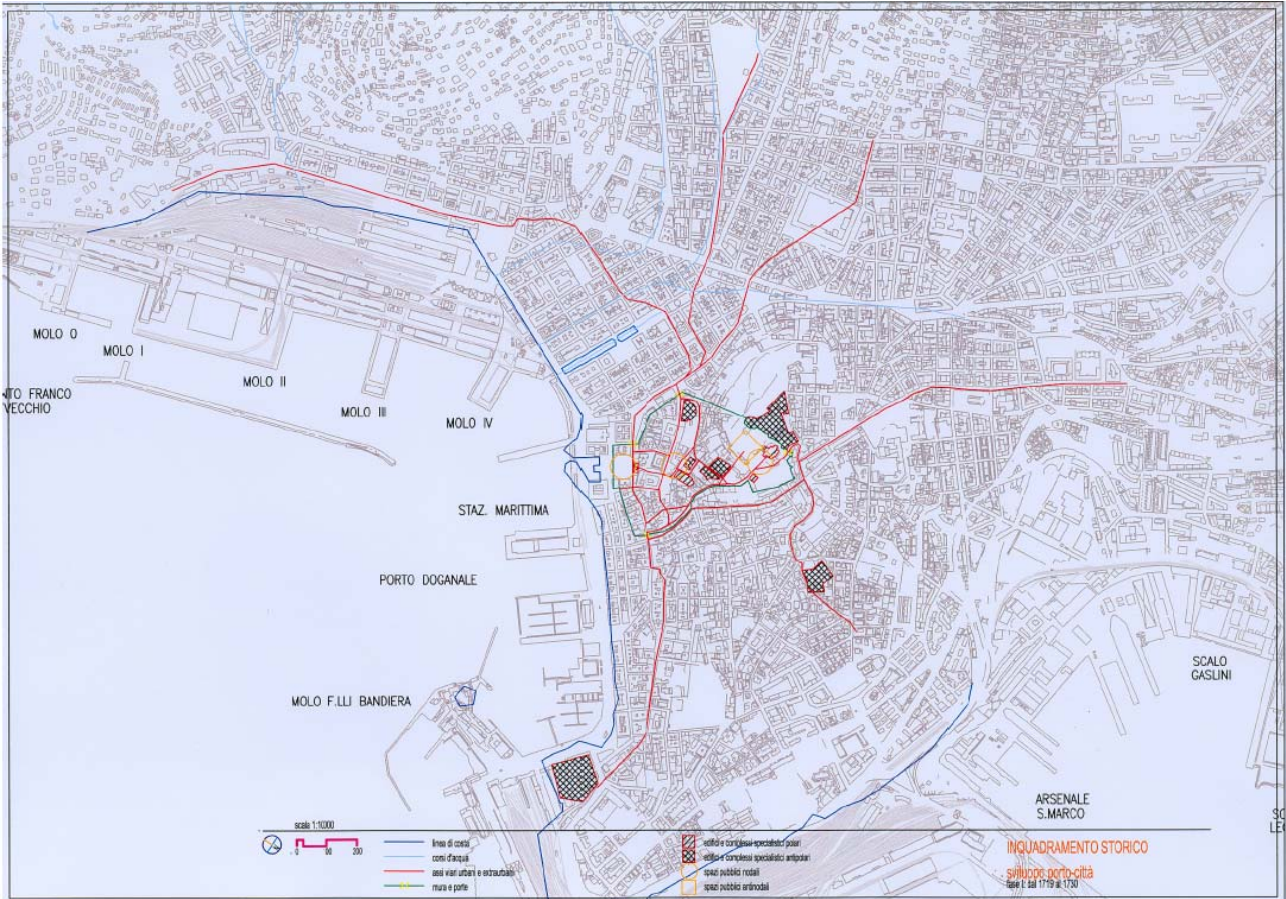


FIGURA 5-7 – INQUADRAMENTO STORICO (PRIMA FASE 1719-1730).

Come si può notare dalla sovrapposizione dei tematismi storici sull'attuale Carta Tecnica Regionale, la linea di costa era molo più arretrata rispetto all'attuale, frutto di imbonimenti e moli edificati in epoca successiva. Al centro della tavola si può notare il canale che verrà poi sviluppato andando a costituire la principale via di comunicazione acquea del tessuto urbano triestino, il Canale Grande.

Anche dopo la morte di Carlo VI, la politica di sviluppo commerciale del porto, con alti e bassi, proseguì grazie all'interessamento dell'Imperatrice Maria Teresa, fino ad estendere la libertà doganale a tutta la città ed intensificando i rapporti con l'impero ottomano, le Indie e l'Europa del Nord. È a questo periodo che risalgono la costruzione dei moli S. Carlo e Teresiano (attuale molo Bersaglieri) e la realizzazione di canali navigabili che attraversano la città, in primis il Canale Grande che diviene l'asse urbano portante intorno al quale si verifica anche lo sviluppo cittadino.

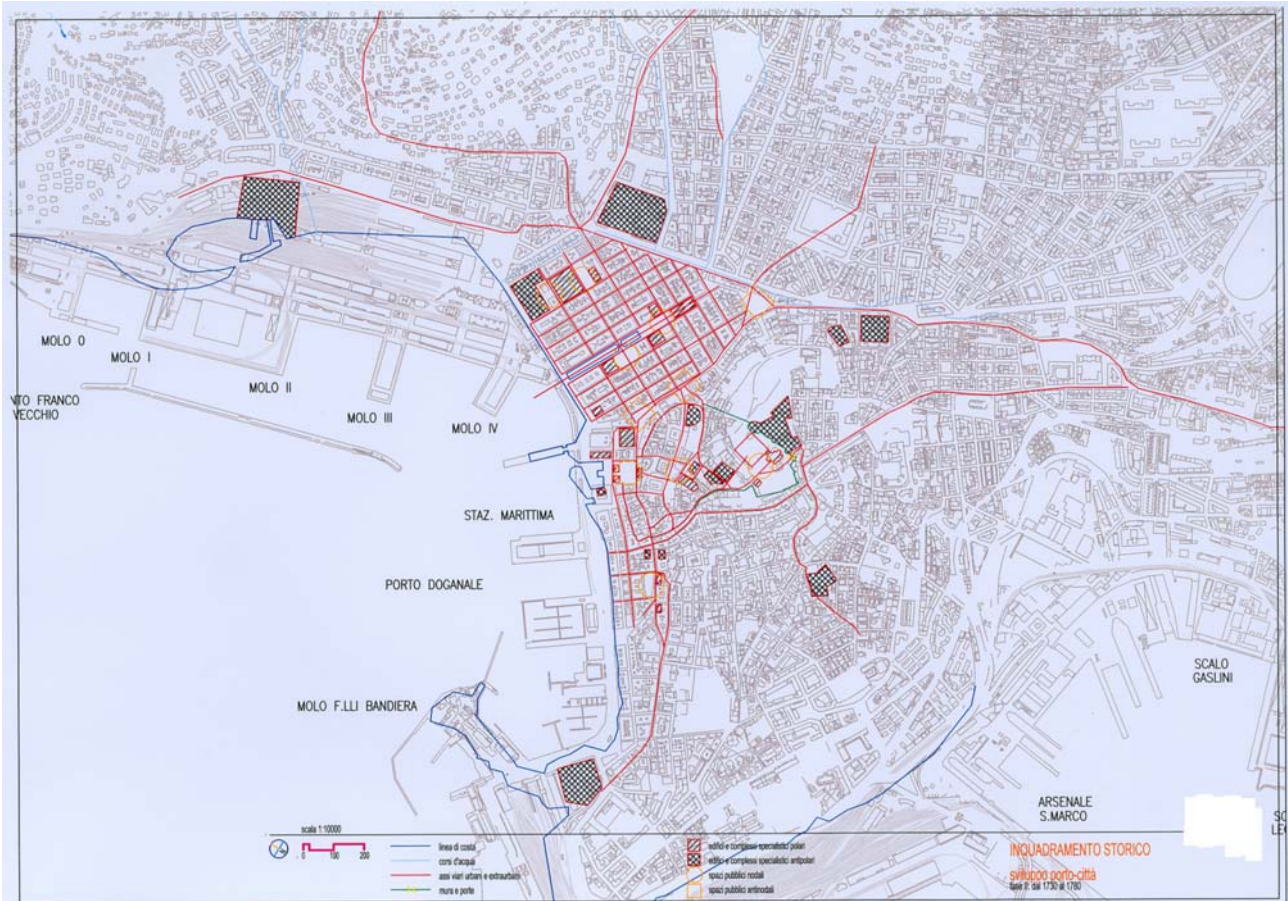


FIGURA 5-8– INQUADRAMENTO STORICO (SECONDA FASE 1730-1780)

Con la formazione del Borgo Teresiano, organizzato su un sistema di assi viari paralleli ed ortogonali al Canal Grande, per la prima volta Trieste esce dal ristretto ambito della cerchia muraria, venendo in pochi decenni a raddoppiare la propria estensione. Alla fine del XVIII secolo la città si compone di due parti principali: la città vecchia all'interno della cerchia muraria, roccaforte della vecchia aristocrazia, e la città nuova, in cui va ad insediarsi la nuova borghesia commerciale. Il baricentro commerciale ed operativo della nuova città “allargata” viene a trovarsi a metà delle due realtà cittadine, in cui si insediano le principali attività commerciali triestine e, conseguentemente, i principali uffici e servizi pubblici.

Negli anni a seguire la città si sviluppa in modo intensivo, con la realizzazione di due nuovi quartieri (Borgo Giuseppino e Borgo Franceschino), con l'interramento di una porzione di mare per la realizzazione di isolati paralleli alla linea di costa a partire dai SS. Martiri fino al Mandracchio (1825), la rettifica delle rive e la costruzione di nuove banchine. Il Borgo Teresiano si configura sempre più come anima dei servizi cittadini e

statali, mentre il Borgo Giuseppino diventa il nuovo punto di riferimento per le attività portuali.

Le occupazioni francesi e le riconquiste austriache incisero poco sullo sviluppo economico della città, che mantenne (anche per l'evidente ruolo commerciale e logistico che rivestiva) una certa stabilità operativa.

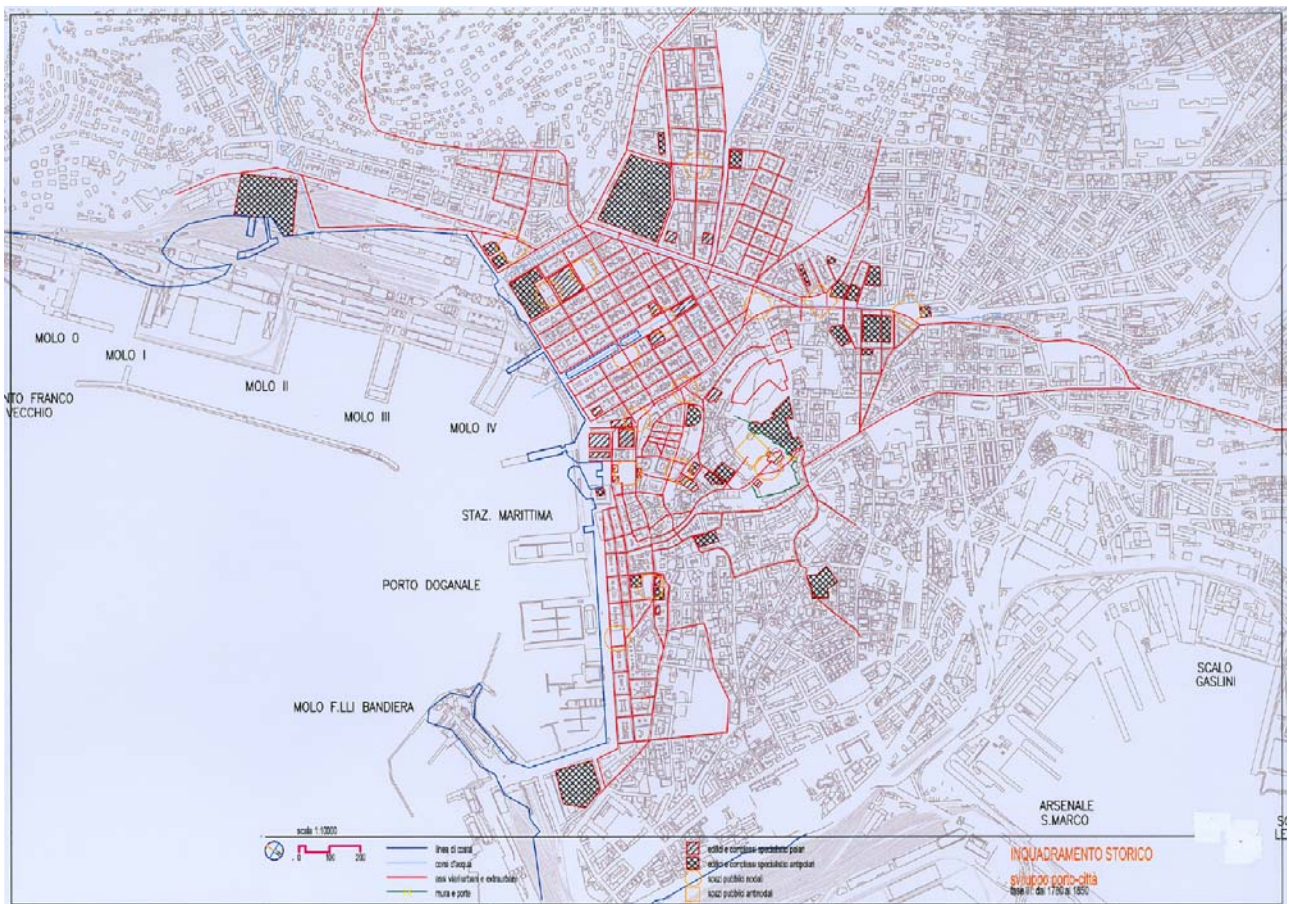


FIGURA 5-9 – INQUADRAMENTO STORICO (TERZA FASE 1780-1850)

Nel corso dell'800 Trieste iniziò a subire la concorrenza degli altri porti adriatici ed europei, soprattutto a causa della mancanza di una efficiente rete di collegamento con l'entroterra, che venne sviluppata solo a partire dalla seconda metà del 1800, con la messa in funzione della linea ferroviaria Trieste-Lubiana-Graz-Vienna (Südbahn) e i potenziamenti che seguirono a breve giro (ferrovia centrale dell'Istria, la linea Pontebbana e, nel 1887, il tratto Trieste-Erpelle con la seconda stazione di Sant'Andrea).

A partire dal 1869, con l'apertura del Canale di Suez, Trieste conobbe una nuova era di sviluppo, grazie anche all'insediamento dei Lloyd Austro-Ungarico, che la portarono ad imporsi nuovamente tra gli scali mediterranei.

Quindi, contestualmente allo sviluppo infrastrutturale a terra, grazie ai nuovi traffici si dà avvio e si completa la costruzione del Porto Nuovo (l'attuale Porto Franco Vecchio) alle pendici di Roiano e di Scorcola, che ingloba le aree occupate dal Lazzaretto di S.Teresa per una superficie complessiva di quasi 3 Km². Tale sviluppo avviene soprattutto a carico dell'area marino-costiera antistante Roiano, recuperando dal mare fino a 200m lineari rispetto alla linea originaria, ai quali si aggiungono i moli che vanno ad innestarsi sulla nuova costa.

Le opere, realizzate tra il 1868 ed il 1883 su progetto della Südbahn, comprendono in un primo tempo due bacini e tre moli della larghezza di circa 80 m e della lunghezza di oltre 200 m, difesi da una diga esterna di mille metri di sviluppo. A questi si aggiunge un terzo bacino, separato dai primi due e destinato al traffico degli oli combustibili. Alle spalle dei bacini e dei moli sorgono i grandi edifici dei Magazzini Generali entro il punto franco. A margine della nuova zona portuale sorge la ferrovia che con la stazione, i magazzini ed il parco ferroviario occupa un'area di circa due chilometri quadrati, estendendosi sino alla via Miramare. Sul lato opposto della città, nella fascia pianeggiante oltre il capo di Campo Marzio, vi è spazio a disposizione per la creazione di nuovi cantieri e complessi industriali come l'Arsenale dei Lloyd. Le nuove strutture soffrono dell'assenza di linee ferroviarie che ne consentano un facile collegamento con la stazione e con il Porto Nuovo, che arriverà solo con i primi anni del novecento.

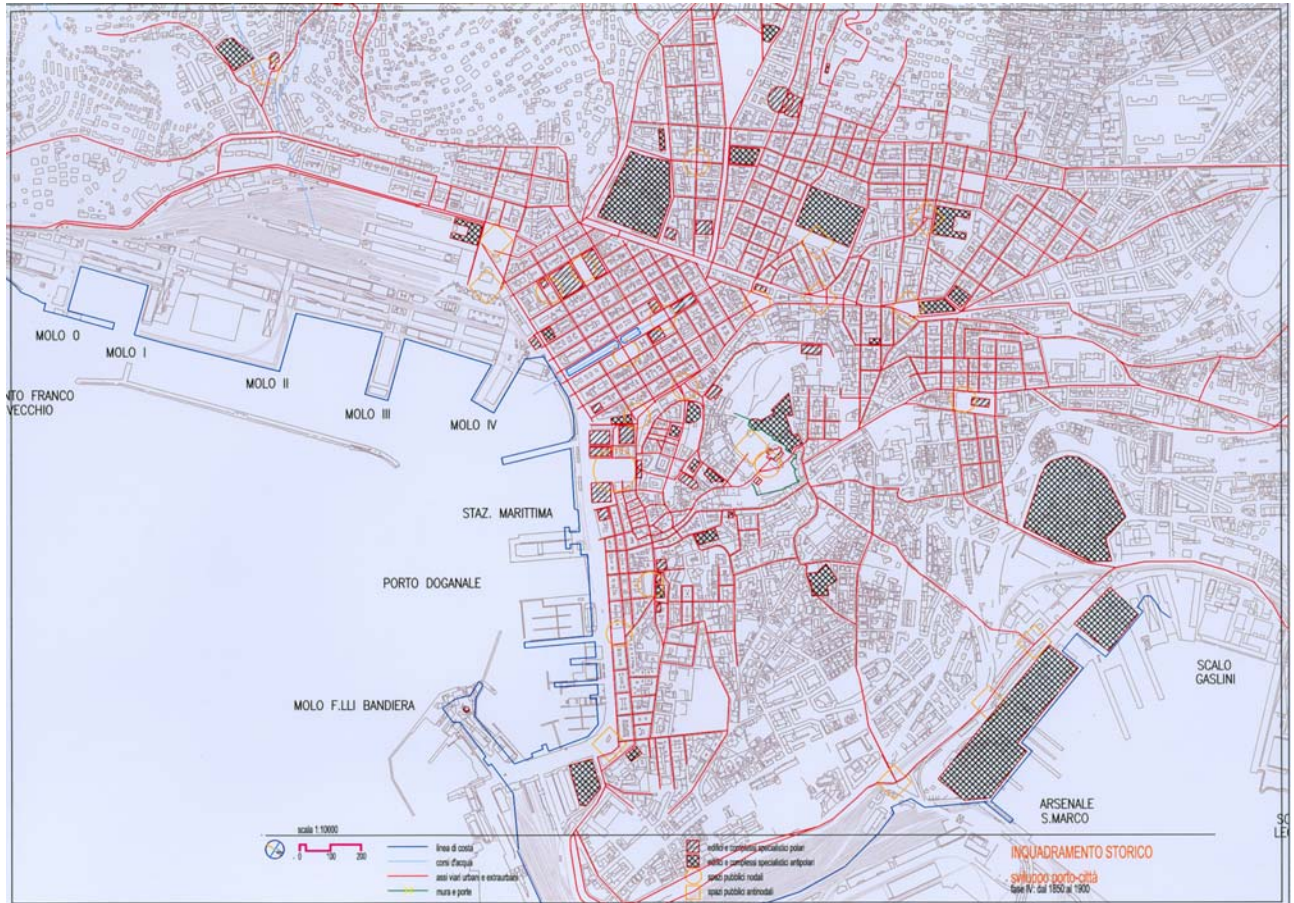


FIGURA 5-10 – INQUADRAMENTO STORICO – QUARTA FASE 1850-1900 (TOMBAMENTO TRA MOLO I E MOLO II NON SI INSERISCE IN QUESTA FASE STORICA, RISALENDO A METÀ DEGLI ANNI '90).

È in questo periodo che si inserisce la nascita delle principali infrastrutture portuali che costituiscono tuttora gli assi portanti del Porto Franco Vecchio:

- costruzione dei Moli 0, I, II, III, IV (completato nel 1887);
- costruzione del porto petroli (1893);
- nuovo porto S. Andrea;
- riva e molo tra l'Arsenale e i cantieri S. Marco.

Agli inizi del '900 si fa risalire il completamento del Molo V, al quale seguì, subito dopo, la costruzione del molo VI, completato una decina d'anni dopo, con l'impiego per la prima volta del cemento armato per la costruzione dei massi artificiali. Con questi due moli si inizia a modificare pesantemente anche la linea di costa nella parte meridionale della città di Trieste, nella baia di Muggia.

La configurazione complessiva del porto e della città non subirà grossi cambiamenti, e la struttura di base rimarrà quella delineatasi tra l'inizio del '700 e i successivi due secoli.

Durante la Grande Guerra vi fu un'inevitabile battuta d'arresto dell'economia cittadina, che si risolse negli anni immediatamente successivi, sotto la spinta della ripresa delle attività mercantili necessarie alla ricostruzione post-bellica. Negli anni trenta Trieste vide sorgere le infrastrutture di stoccaggio (capannoni, magazzini, il frigorifero del Molo Bersaglieri, le gru e i montacarichi a servizio) e la nascita dell'idroscalo.

L'ampliamento del tessuto urbano per gemmazione dai quartieri esistenti provocherà la nascita e lo spostamento di attività produttive verso la baia di Muggia, rendendo l'area che insiste intorno al Porto Vecchio sempre più residenziale, a divenire il centro dell'area urbana.

Tavole e disegni riguardanti soprattutto il periodo tra la fine dell'800 e i primi decenni del '900 sono reperibili presso l'Istituto Geografico Militare (vedi estratti nelle figure seguenti).

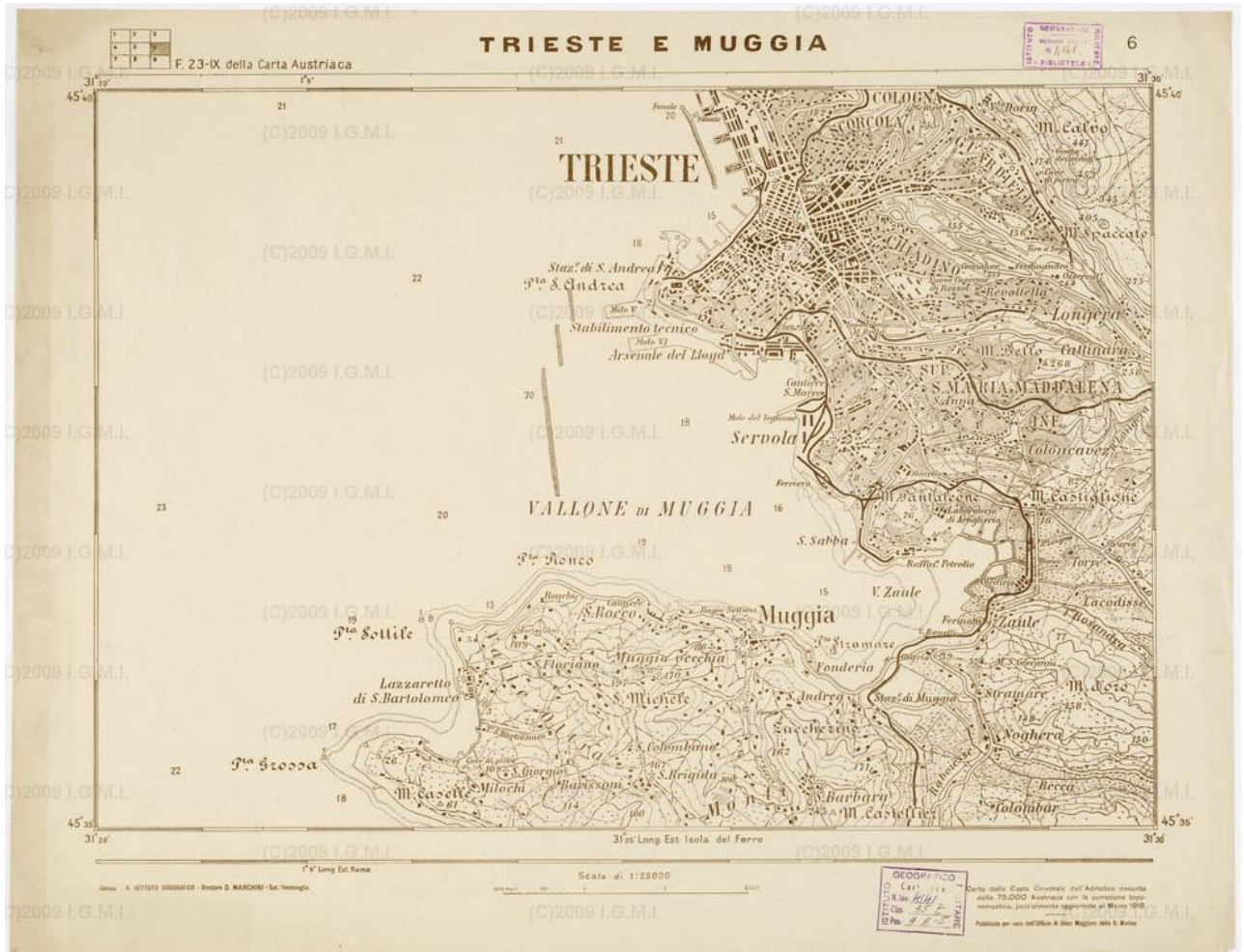


FIGURA 5-11 – TAVOLA ANNO 1918 (DALLA CARTA AUSTRIACA 75,000 CON LA CORREZIONE TOPONOMASTICA, PARZIALMENTE AGGIORNATA AL MARZO 1918. PUBBLICATA DALL'UFF. DI STATO MAGGIORE DELLA R. MARINA. ED. IST. IDROGRAFICO DELLA MARINA - GENOVA. QUADRO D'UNIONE ALLA SCALA DI 1:75000)

Tra primo dopoguerra e seconda guerra mondiale si effettuano alcune opere di minore rilevanza, che non incidono in modo significativo sulla conformazione della linea di costa, che rimarrà sostanzialmente invariata fino a metà anni '70.

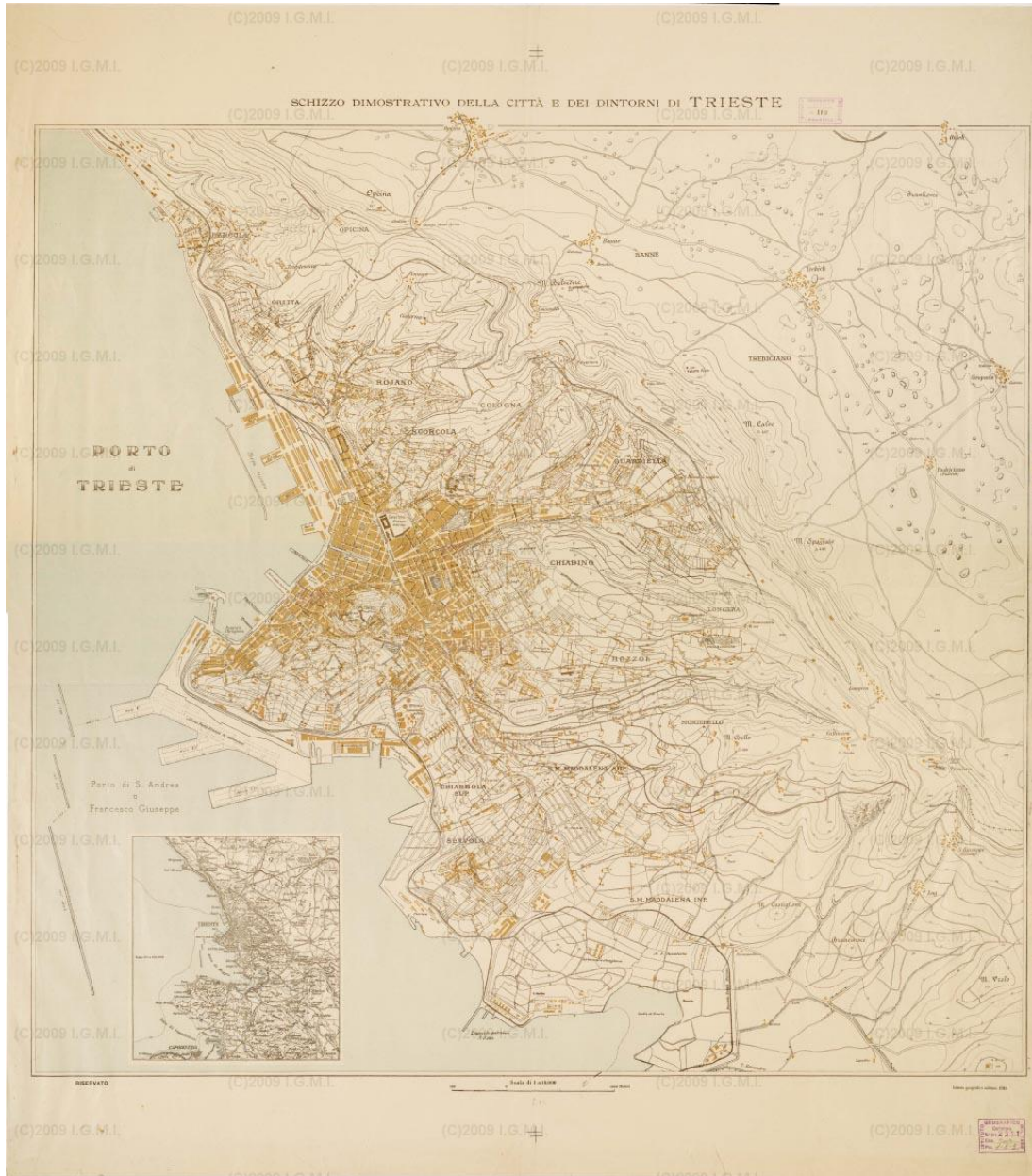


FIGURA 5-13 – TAVOLA ANNO 1915. (FOGLIO CON OROGRAFIA DIMOSTRATA A MEZZO DI CURVE DI LIVELLO E COSTRUZIONI RIEMPIE IN GIALLO. IN BASSO A SINISTRA CARTINA COMPLEMENTARE DI TRIESTE E DINTORNI FINO A CESANO E CAPODISTRIA ALLA SCALA DI 1:100.000. I.G.M. (FI))

La Seconda Guerra Mondiale, oltre all’enorme carico di vite umane, causò ingenti danni alle infrastrutture cittadine, a carico soprattutto dell’area portuale che vide perdere gran parte della sua capacità operativa.

Come era già accaduto trent'anni prima, furono i necessari approvvigionamenti post-bellici a fare da volano per la ripresa dell'attività mercantile triestina sotto l'egida dell'amministrazione Alleata, permettendo il recupero della funzionalità del porto, fortemente provato dai bombardamenti.



FIGURA 5-14 – COMPOSIZIONE DI FOTO AEREE DELLA CITTÀ E DEL PORTO DI TRIESTE, 1943
(FONTE: GOOGLE).

I delicati equilibri politici con il blocco sovietico e lo stato jugoslavo e la necessità di dare un nuovo volto all'economia nazionale, imposero all'economia della città giuliana diverse battute d'arresto.

Il porto giuliano sperimenta una tendenza negativa negli scambi mercantili a partire dalla fine degli anni '50, aggravata dalla crisi dei traffici del 1963 e dal blocco del Canale di Suez. A risollevare la città, facendo da impulso allo sviluppo portuale, fu la costruzione dell'oleodotto Trieste-Ingolstadt nel 1965, a sostegno delle necessità energetiche tedesche. L'oleodotto permise una fornitura regolare di petrolio, che diede respiro all'economia cittadina e generò una spirale positiva che si riflesse anche in altre tipologie commerciali.

A questa nuova ripresa economica corrispose, inevitabilmente, un nuovo adeguamento infrastrutturale che consistette sostanzialmente di:

- sistemazione di aree e servizi portuali (Riva Traiana, Punto Franco Nuovo, Scalo legnami e Porto dei petroli);
- acquisto di apparecchiature meccaniche per la movimentazione delle merci;
- drenaggio dei fondali;
- costruzione del Molo VII.

In particolare il Molo VII, la cui costruzione terminò nel 1972, si estendeva per una superficie complessiva di 232.000 m², che rappresentava per l'epoca un punto di distinzione tra i maggiori porti europei nella movimentazione container. Le modifiche maggiori che si susseguono sono soprattutto a carico dell'espansione urbana e dell'antropizzazione dell'entroterra del vallone di Muggia, con la costruzione di insediamenti industriali, hangar e magazzini.

Negli anni '90 si vede il tombamento del Bacino II, tra i Moli I e II, andando a costituire l'attuale terminal Adria: il porto assume così, sostanzialmente, la sua conformazione attuale.

5.1.4. Tettonica

L'area a ridosso del Golfo di Trieste fa parte dell'estrema porzione settentrionale della cosiddetta Sinclinale Capodistria-Trieste. Dal punto di vista tettonico è caratterizzata dalla presenza di due unità che, in accordo con quanto definito da Placer nel 1981, si dividono nella:

- “Piattaforma di Comeno”, cui corrisponde la successione carbonatica dell’anticlinale del Basso Carso, in parte sovrastata anche dalla successione torbidityca del Flysch;
- “Struttura embriata della Ciceria”, cui corrispondono i termini torbidityci posti a Sud del fianco Sud occidentale dell’anticlinale del Carso.

La genesi di tale situazione va ricercata in una originale spinta da Nord Est, cui in un secondo momento si sono sovrapposte e sostituite ulteriori spinte provenienti da Nord Ovest. La disposizione degli strati si presenta secondo una successione di sinclinali ed anticlinali con assi posti in direzione Nord Ovest-Sud Est, che seguono l’andamento generale della fase dinamica dell’orogenesi alpina. Analogamente con direzione Nord Ovest-Sud Est sono le principali dislocazioni tettoniche di quest’area così come rappresentato sinteticamente in Figura 5-15. I profondi processi dislocativi che hanno interessato l’area triestina sono avvenuti nel Pliocene inferiore, e le lineazioni tettoniche ricadenti nel territorio non sono sismogenetiche.

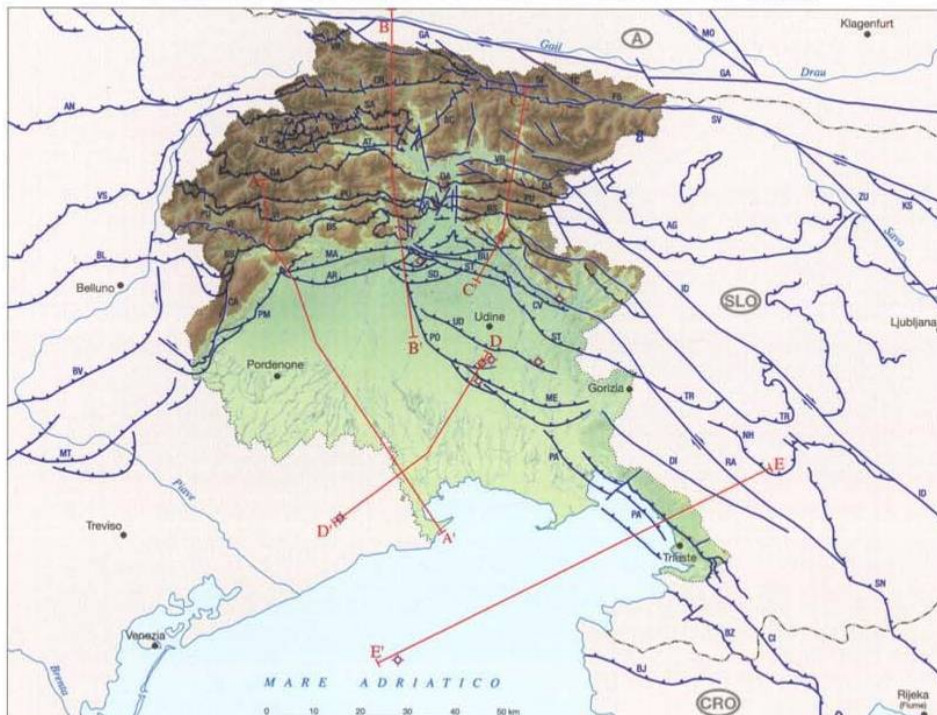


FIGURA 5-15 – INQUADRAMENTO TETTONICO STRUTTURALE DELLA REGIONE FVG (FONTE: CARTA GEOLOGICA IN Scala 1.50.000 DELLA REGIONE FVG).

Ne consegue una condizione di modesto rischio sismico resa evidente dalle classificazioni sismiche precedenti al 2008. Infatti la zona di Trieste era considerata non sismica sino al 2003; successivamente, quando con l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri

n° 3274 del 20 Marzo 2003 tutto il territorio nazionale viene considerato sismico, viene inserita (vedi Figura 5-16) in “zona 4”, la più bassa (minore rischio) in ambito nazionale.

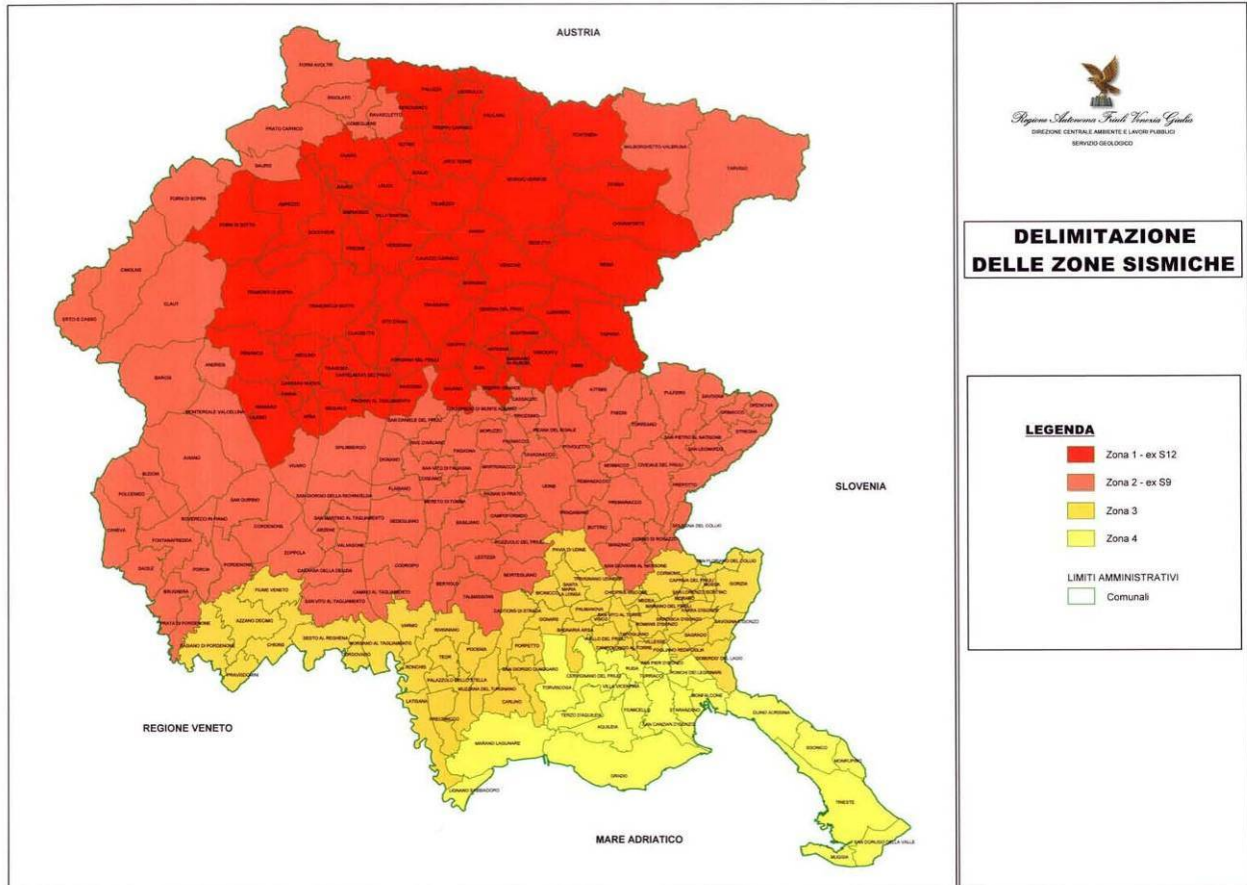


FIGURA 5-16 – CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE FVG.

5.1.5. Stratigrafia e litologia

Attorno alle aree portuali la fascia costiera è stata intensamente rimaneggiata dall’opera dell’uomo. La linea di costa attuale deriva in massima parte da interramenti e bonifiche, mentre il fondale è stato nel tempo variamente sottoposto ad escavazioni. La parte più prossima alla costa è oggi superficialmente costituita da un fondo fangoso o pelitico (limi ed argille), soffice ed uniformemente distribuito, con sedimenti quindi granulometricamente più fini rispetto quelli tipici di ambiente costiero-litorale naturale.

Sui fondali dell’area portuale i sedimenti pelitici superficiali sono ricoperti, pressoché continuamente ma soprattutto in prossimità della riva, da materiali grossolani di origine

artificiale (derivati dalle opere di interrimento e banchinamento) immersi in matrice limosa. Più al largo sono presenti sabbie pelitiche, più oltre peliti molto sabbiose e peliti.

Al di sotto di questo primo strato più superficiale, risultato della sedimentazione recente di materiali terrigeni, è presente, abbastanza uniformemente, uno spessore di 7-10 m di sedimenti pelitici di origine marina, di colore grigio scuro o verdastro, ricco di frazione organogena. Ancora più sotto seguono peliti, ricche nella componente argillosa, di origine continentale (fluviolacustre) con frequente presenza di livelli torbosi nelle aree un tempo paludose.

Questo complesso di materiali sciolti, avente spessore variabile da 10 fino ad oltre 50 m, poggia sul basamento flyschoidale.

I dati a disposizione, costituiti essenzialmente da stratigrafie di sondaggi di diversa profondità nei tratti a terra e rilievi sismici in mare, hanno permesso la redazione di un profilo stratigrafico indicativo, riportato nella carta litologica e stratigrafica di Figura 5-17.

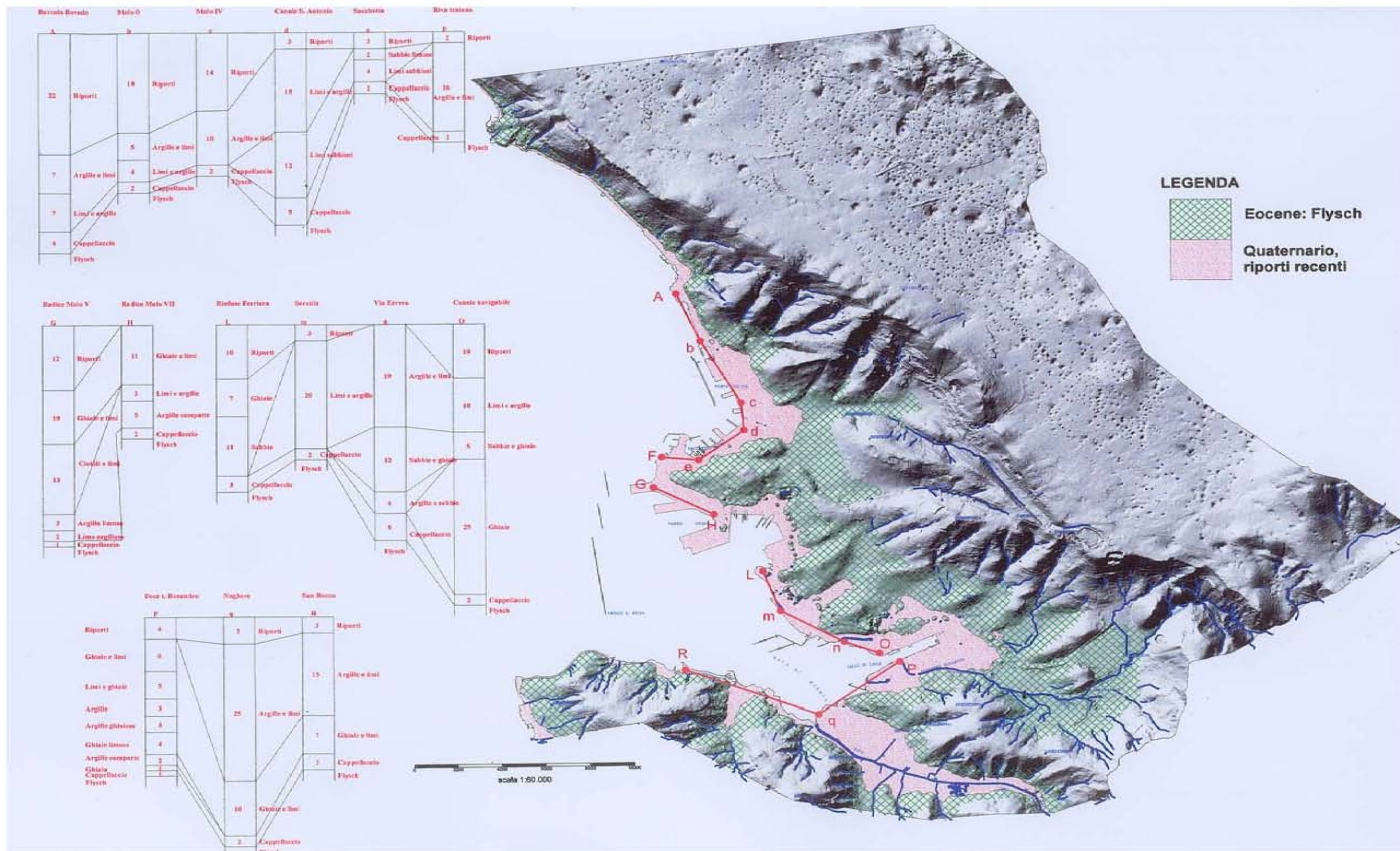


FIGURA 5-17 – CARTA LITOLOGICA E STRATIGRAFICA

Da tali dati, come riportato nel Piano, procedendo da Nord verso Sud per le varie aree di competenza portuale sono definibili le seguenti successioni stratigrafiche.

Barcola Bovedo - Molo 0

Le informazioni recenti provengono da sondaggi eseguiti in mare ed a terra sul terrapieno di Barcola e all'altezza del Molo 0. Dall'esame delle stratigrafie si ricava che la successione stratigrafica a Barcola è la seguente:

Fino a 22 m	Riporti
Da 22 a 29 m	Argille e limi
Da 29 a 36 m	Limi e argille
Da 36 a 40 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>40 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Tale successione varia con continuità fino al Molo 0, in corrispondenza del quale si ha la seguente successione di strati:

Fino a 18 m	Riporti
Da 18 a 23 m	Argille e limi
Da 23 a 27 m	Limi e argille
Da 27 a 29 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>29 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Molo IV

Alcuni sondaggi recenti lungo l'attuale banchina, tra il Molo III ed il Molo IV, mostrano la presenza di una componente poligenica eterogenea di potenza notevolmente variabile, funzione della distanza dalle opere di ricarica a mare. Si osservano in particolare i seguenti strati:

Fino a 14 m	Riporti
Da 14 a 24 m	Argille e limi
Da 24 a 26 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>26 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Foce Canale Sant' Antonio

Sono noti 3 sondaggi eseguiti alla fine degli anni '80 in funzione di radicali trasformazioni di fabbricati che mostrano i seguenti strati:

Fino a 3 m	Riporti
Da 3 a 18 m	Limi ed argille
Da 18 a 30 m	Limi sabbiosi

Da 30 a 35 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>35 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Sacchetta

La successione di strati è stata ricavata da notizie storiche e da deduzioni mediate da sondaggi e scavi limitrofi:

Fino a 3 m	Riporti
Da 3 a 5 m	Sabbie limose
Da 5 a 9 m	Limi sabbiosi
Da 9 a 11 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>11 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Riva Traiana

La zona è stata studiata per i lavori recenti di allargamento e banchinamento della Riva Traiana. Il complesso delle indagini ammonta a 20 sondaggi con prelievo di campioni. Anche in quest'area sono presenti terreni coesivi che poggiano sul substrato di base costituito dalla formazione del Flysch. La successione stratigrafica osservata è la seguente:

Fino a 2 m	Riporti
Da 2 a 18 m	Argille e limi
Da 18 a 20 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>20 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Molo V – Molo VII

Indagini sono state eseguite per il progetto di rifacimento della banchina Nord del Molo V; alcuni sondaggi sono ubicati in prossimità della radice del Molo VII. Sono stati considerati 11 sondaggi geognostici di cui 3 eseguiti a mare e 8 eseguiti a terra. Per il Molo V la successione stratigrafica è la seguente:

Fino a 12 m	Riporti
Da 12 a 22 m	Ghiaie e limi
Da 22 a 35 m	Ciottoli e limi
Da 35 a 38 m	Argilla limosa
Da 38 a 40 m	Limo argilloso
Da 40 a 41 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>41 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Mentre per il Molo VII:

Fino a 11 m	Riporti
Da 11 a 14 m	Limi ed argille

Da 14 a 19 m	Argille compatte
Da 19 a 21 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>21 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Scalo Legnami - Ferriera

A Servola (zona Scalo Legnami) sono disponibili una serie di campagne di indagini eseguite dal 1981 fino al 1989 per un totale di 112 sondaggi, di cui 7 in mare e 110 a terra. Da tali indagini si ricava la seguente stratigrafia:

Fino a 10 m	Riporti
Da 10 a 17 m	Ghiaie
Da 17 a 28 m	Sabbie
Da 28 a 31 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>31 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Nell'area della Ferriera la successione stratigrafica ricavata dalle indagini è data dai seguenti strati:

Fino a 3 m	Riporti
Da 3 a 24 m	Limi ed argille
Da 24 a 36 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>36 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Terminal Petroli

Le quote superiori del banco roccioso, accertate mediante indagini geognostiche, variano a seconda della posizione e della distanza dalla linea di costa. Sono di circa -37 m in corrispondenza della radice dei pontili, -40 m al gomito del pontile di accesso ed al distacco del pontile operativo n°1, -53 m alla piattaforma del pontile n°1, -45 m al distacco del pontile operativo n° 2, -50 m alla piattaforma del pontile n°2.

Via Errera

Per la progettazione della mantellata a protezione della discarica di via Errera è stato eseguito 1 sondaggio localizzato in prossimità della linea di costa.

La situazione stratigrafica comincia a complicarsi per l'intersecarsi dei sedimenti dei diversi torrenti che in questo tratto di costa giungono a mare:

Fino a 15 m	Argille e limi
Da 15a 27 m	Sabbie e ghiaie
Da 27a 31 m	Argille e sabbie
Da 31 a 36 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>36 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Canale navigabile (destra idraulica)

La situazione stratigrafica e geotecnica è la stessa del caso precedente. Le condizioni sono sempre molto complicate poiché alla formazione della zona contribuiscono diversi tributari con i loro conoidi volumetricamente non trascurabili. In destra del Canale, al suo sbocco in mare, sono stati eseguiti, alla metà degli anni '80, 3 sondaggi da cui si ricava quanto segue:

Fino a 10 m	Riporti
Da 10 a 20 m	Limi e argille
Da 20 a 25 m	Sabbie e ghiaie
Da 25a 50 m	Ghiaie
Da 50 a 52 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>52 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Canale navigabile (foce Torrente Rosandra)

La situazione stratigrafica e geotecnica è la stessa del caso precedente. I diversi tributari con i loro depositi hanno creato una situazione estremamente eterogenea. In prossimità della foce del Torrente Rosandra, lungo l'argine sinistro sono noti due sondaggi da cui si desume:

Fino a 4 m	Riporti
Da 4 a 15 m	Ghiaie e limi
Da 15 a 18 m	Argille
Da 18 a 21m	Argille ghiaiose
Da 21 a 25 m	Ghiaie limose
Da 25 a 27 m	Argille compatte
Da 27 a 28 m	Ghiaie
Da 28 a 33 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>33 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Valle delle Noghere

È il culmine delle due situazioni precedenti. Man mano che dall'interno ci si avvicina alla foce si ritrovano le evidenze di tutti i processi fluvio-marini, ai quali si è poi sovrapposta l'opera di bonifica. Questa complessità ha determinato nel tempo la necessità di risposte puntuali con un conseguente alto numero di campagne geognostiche eseguite per un totale di 60 sondaggi, da cui si evince un'area con incisioni vallive che si approfondiscono andando verso il mare.

La formazione del Flysch risulta coperta da lenti più o meno ghiaiose e sabbiose disposte casualmente, con andamento per lo più longitudinale rispetto alla valle. In corrispondenza

della attuale linea di costa, alla foce del Rio Ospo si ritiene valida la seguente successione, ottenuta come media delle singole specificità:

Fino a 5 m	Riporti
Da 5 a 30 m	Argille e limi
Da 30 a 40 m	Ghiaie e limi
Da 40 a 42 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>42 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Porto turistico S. Rocco

I terreni sottostanti i fondali sono stati studiati grazie a indagini geognostiche costituite da 8 sondaggi a terra e 8 sondaggi a mare. Lo schema stratigrafico è simile a quello determinato per la adiacente zona di Valle delle Noghère ma con potenze ridotte:

Fino a 3 m	Riporti
Da 3 a 18 m	Argille e limi
Da 18 a 22 m	Ghiaie e limi
Da 22 a 25 m	Cappellaccio di alterazione del Flysch
>25 m	Flysch di Trieste marnoso arenaceo

Tratti a mare

Nel 2010 è stata eseguita una campagna di prospezioni geofisiche volta ad individuare la profondità del tetto del substrato flyschoidale preliminarmente alla progettazione dei futuri interventi infrastrutturali previsti dal Piano Regolatore Portuale. Sono stati così eseguiti 10 stendimenti sismici di diversa lunghezza, fra loro intersecanti, con ubicazione controllata mediante GPS. L'elaborazione dei dati ha portato alla stesura della carta delle isopache del tetto del Flysch, rappresentata in Figura 5-18. Come si evince dal documento la profondità del substrato, oscillante dai -20/-30 m s.l.m.m. in prossimità della costa, si approfondisce progressivamente verso il largo sino a profondità massime nell'ordine di -65 m s.l.m.m..

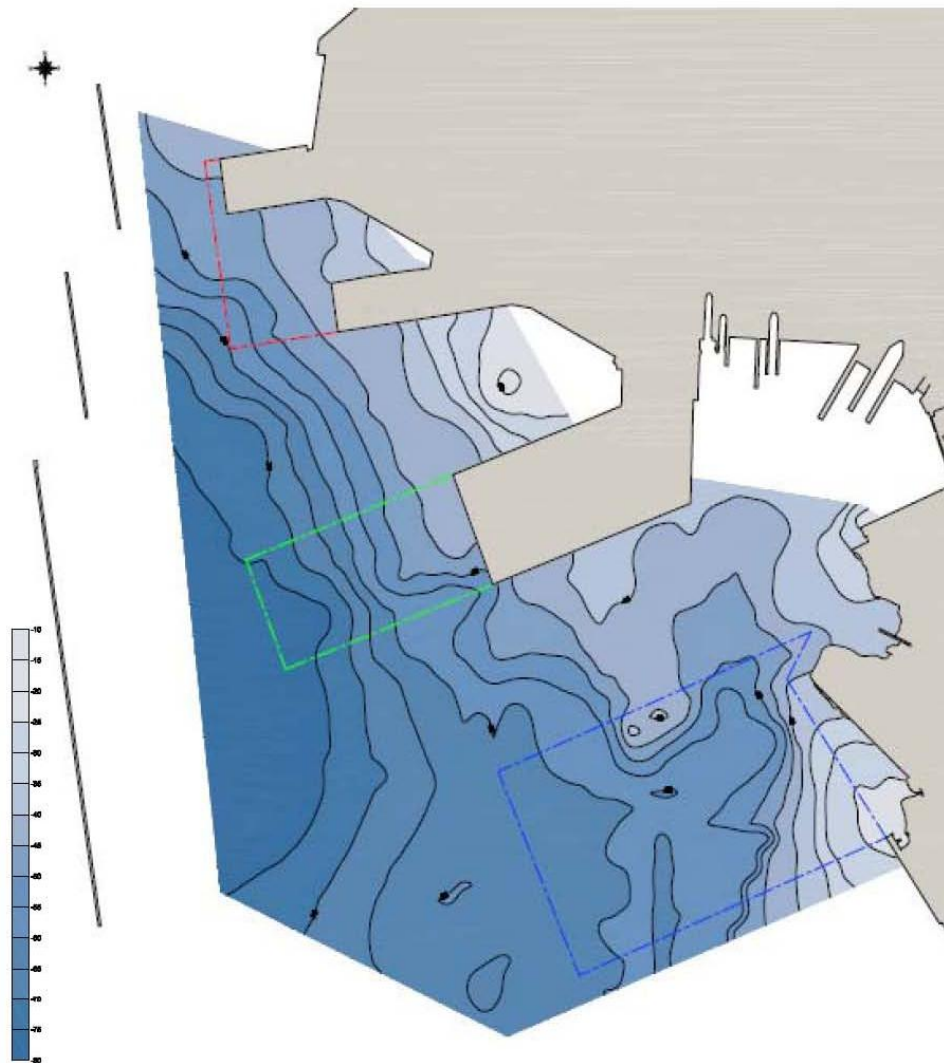


FIGURA 5-18 – CARTA DELLE ISOPACHE DEL FLYSCH.

Nel febbraio - marzo 2013 nell'ambito del Piano di Caratterizzazione Ambientale dell'area marino costiera del sito di interesse nazionale di Trieste, commissionato dall'Autorità Portuale, è stata eseguita una dettagliata campagna costituita da 34 profili sismici monocanale a riflessione per un totale di oltre 60 Km. Lo scopo della campagna, i cui risultati sono stati già illustrati nel Paragrafo 5.1.1, era individuare la stratigrafia dei depositi di copertura al fine di ottimizzare l'ubicazione dei successivi campionamenti ambientali. L'ubicazione degli stendimenti è riportata in Figura 5-19.

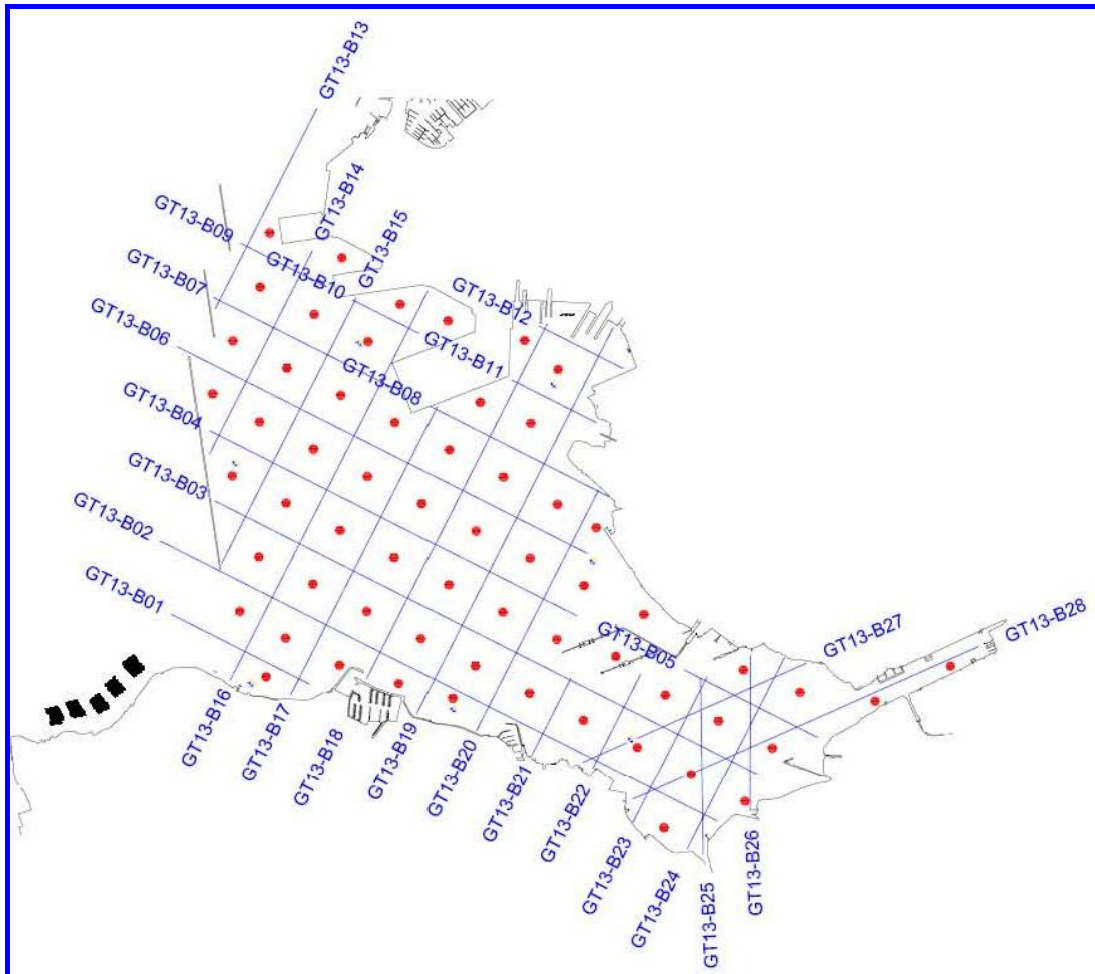


FIGURA 5-19 – UBICAZIONE PROFILI SISMICI NELL’AMBITO DEL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEL SIN DI TRIESTE

Le citate indagini geofisiche, integrate da sondaggi e campionamenti ambientali, hanno messo in luce la seguente successione stratigrafica, dal basso verso l’alto:

- substrato Flysciode stratificato e gradonato, con evidenza di una morfologia a valle fluviale che nella porzione centro meridionale della Baia di Muggia si approfondisce sensibilmente, ricoperto da materiali sciolti Olocenici e Pliocenici;
- depositi granulari Pliocenici di ambiente fluviale e continentale aventi spessore medio nell’ordine di 7 – 8 m;
- depositi limoso argillosi, a tratti debolmente sabbiosi, olocenici avente spessore di circa 9 – 10 m con punte fino a 20 m;
- locali lembi di materiale di riporto proveniente dai dragaggi o dalla costruzione delle dighe.

Dalla precedente Figura 5-4 si evince la presenza sia dei depositi pelitici olocenici sia dei sottostanti depositi fluviali pleistocenici.

In Figura 5-20 si riporta un dettaglio della carta dello spessore dei depositi Olocenici; l'immagine permette anche di apprezzare la morfologia a valle fluviale della Baia di Muggia.

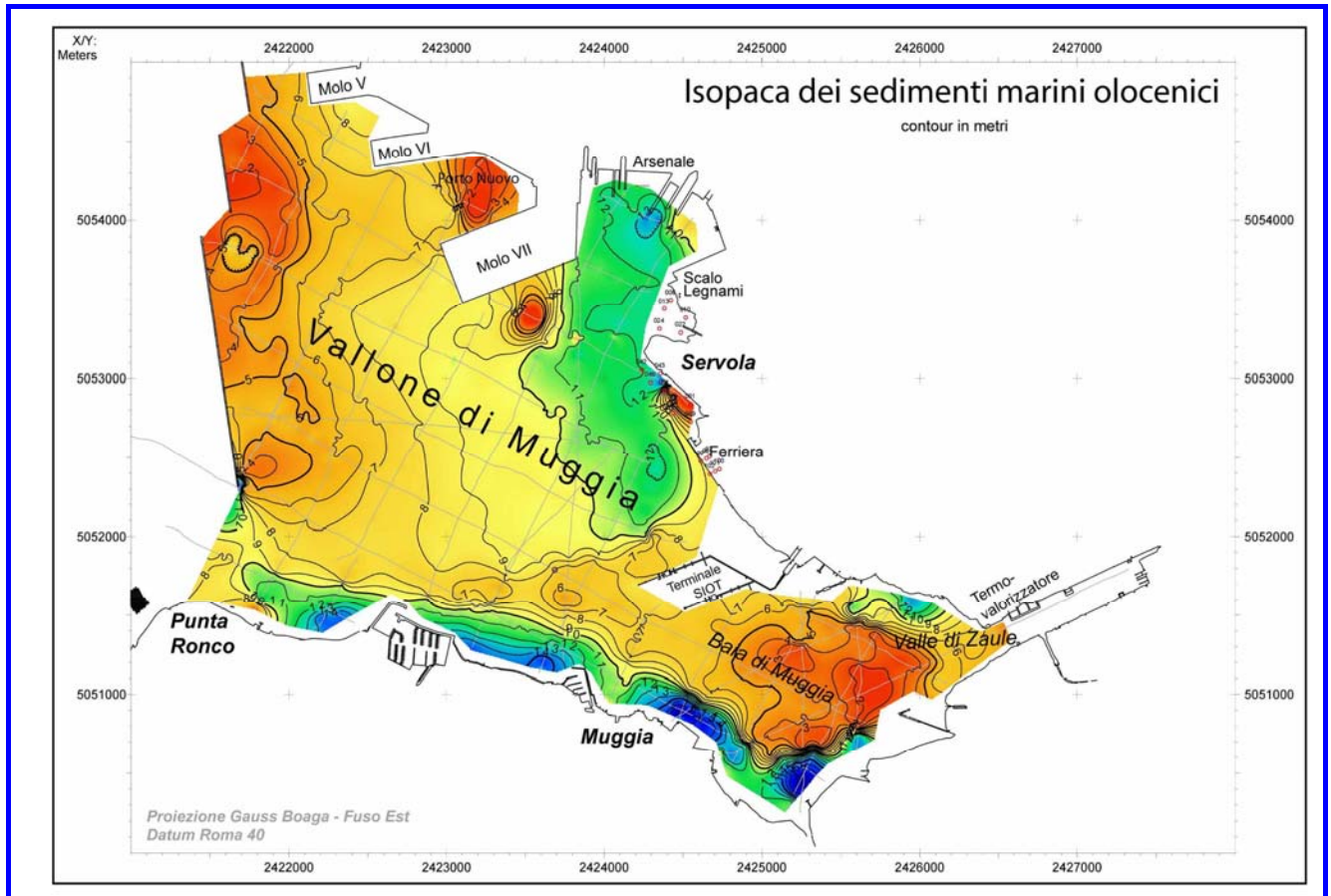


FIGURA 5-20 – CARTA DELLE ISOPACHE DEI DEPOSITI OLOCENICI LIMOSO ARGILLOSI (PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DEL SIN)

5.1.6. Aspetti geotecnici

Tecnicamente i lavori eseguiti in ambito portuale, durante i diversi periodi, si sono sempre scontrati con problematiche derivanti dalla particolare situazione stratigrafica e geotecnica della zona: depositi di materiali prevalentemente fini, più raramente granulari, naturali o antropici, che per spessori decametrici poggiano su un substrato roccioso.

Le colmate hanno richiesto, in più occasioni, periodi molto lunghi prima di “stabilizzarsi” e rendere possibile la costruzione di opere e fabbricati. Le prime banchine, poggianti su materiale sciolto in posto, talvolta e solo parzialmente bonificato, erano soggette a spostamenti verticali ed anche orizzontali molto importanti, che hanno richiesto onerosi interventi di manutenzione e riparazione se non, addirittura, di ricostruzione.

Gli importanti spessori delle coperture non permettevano sempre di mettere a nudo il substrato lapideo portante, e così la tecnica si è spostata verso fondazioni di tipo indiretto. A parte qualche esperienza con gettiniezione, la soluzione più opportuna e ormai tradizionalmente usata nel porto di Trieste prevede la realizzazione di pali di fondazione in calcestruzzo o acciaio, saldamente intestati nel substrato roccioso, con impalcati in cemento armato.

Dal punto di vista puramente geotecnico le molteplici variazioni e combinazioni litologiche possono essere ricondotte a sole 4 unità riferibili a: riporti, complesso limoso-argilloso, complesso ghiaioso-limoso, flysch. A ciascuno di questi sono attribuiti, sulla base dei risultati delle indagini geognostiche, i parametri geotecnici riepilogati in Tabella 5-1.

TABELLA 5-1 – PARAMETRI GEOTECNICI.

	Parametri geotecnici									
	W %	γ_{nat} t/m ³	Poket kg/cm ²	c kg/cm ²	ϕ	UU kg/cm ²	E _{ed} kg/cm ²	C _u kg/cm ²	E _i kg/cm ²	K Cm/sec
Riporti	45-70	1.7-2.0	-	0	22°- 30°					
Complesso limoso-argilloso	45-70	1.7-1.9	0.3-1	0.1-0.2	20°- 28°		20	0.1-0.2		4·10 ⁻⁸
Complesso ghiaioso-limoso	45-70	1.9-2.0	0.5-1	0.2-0.3	25°- 30°		35	0.2-0.4		
Flysch	-	2.55	-	2-5	15°- 40°	45 marna	da 700		1·10 ⁴	
	-	2.75	-	-	-	100 aren.	a 3000			

in cui:

- W contenuto naturale d'acqua
- γ_{nat} peso specifico naturale
- Poket penetrometro da tasca
- c coesione
- ϕ angolo d'attrito
- UU compressione perpendicolare alla superficie dello strato
- E_{ed} modulo edometrico
- C_u resistenza al taglio (vane test)
- E_i modulo di elasticità statica
- K coefficiente di permeabilità

Chiaramente i valori riportati sono da intendersi come indicativi e medi. In caso di successivi sviluppi progettuali dovranno quindi trovare conferma attraverso una campagna geognostica specifica e localizzata il cui scopo sarà, in un quadro caratterizzato da una sensibile

variabilità, anche quello di individuare l'esatta profondità del substrato flyschoid. Sulla base dei dati acquisiti si potrà meglio verificare/tarare la soluzione tecnica più appropriata per la realizzazione delle opere.

5.1.7. Qualità dei suoli

Come già evidenziato nel Capitolo 3.5, buona parte dell'area portuale rientra nel perimetro del Sito Inquinato di Interesse Nazionale (SIN) di Trieste; l'area perimetrata del SIN comprende la fascia costiera fra lo Scalo Legnami e la Punta Olmi e include praticamente la totalità degli specchi acquee compresi fra le dighe foranee Luigi Rizzo centrale e Sud, che fronteggiano rispettivamente il Molo VI e il Molo VII, e la linea di costa compresa fra il lato Sud del Molo V e San Rocco. L'area include inoltre la pratica totalità del Porto Industriale e dell'EZIT.

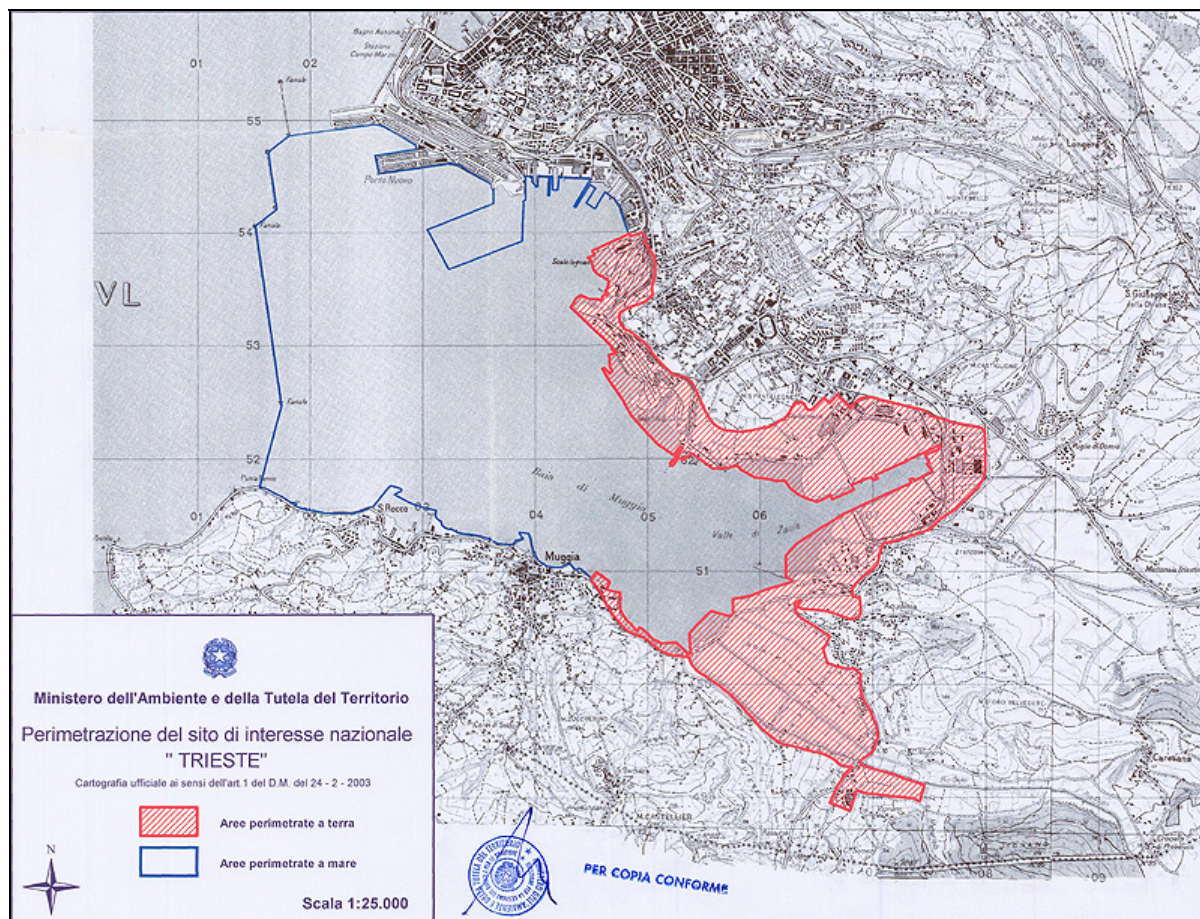


FIGURA 5-21 –PERIMETRAZIONE DEL SIN DI TRIESTE.

Come è noto la legislazione vigente prevede che venga effettuata una caratterizzazione ambientale dei suoli e delle acque sotterranee, necessaria per dar seguito agli interventi di

bonifica e messa in sicurezza. Un primo piano di caratterizzazione generale è stato sviluppato nel 2006 e parzialmente attuato, mentre ulteriori piani di caratterizzazione sono stati presentati da soggetti ubicati all'interno o all'esterno dell'area già compresa nel Piano generale.

Il 25 maggio 2012 è stato sottoscritto a Trieste l'Accordo di Programma fra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Provincia di Trieste, Comuni di Muggia e Trieste, EZIT ed Autorità portuale di Trieste per gli "Interventi di riqualificazione ambientale funzionali alla reindustrializzazione e infrastrutturazione delle aree comprese nel SIN di Trieste".

L'Accordo, finalizzato anche a facilitare i soggetti responsabili ed i soggetti interessati ad operare la messa in sicurezza e la bonifica dei suoli e delle falde, offrendo a tali soggetti la possibilità di adottare procedure celeri e con tempi certi di risposta, tenendo conto del diverso impatto esercitato sulle aree di rispettiva competenza, prevede tra i diversi interventi, un aggiornamento della caratterizzazione ambientale dei suoli e delle acque sotterranee

L'aggiornamento sia articola in due fasi di cui solo la prima è già stata approvata (agosto 2012), mentre l'altra è in fase di elaborazione:

- FASE 1: Piano di caratterizzazione generale del Sito di Interesse Nazionale di Trieste predisposto da Sviluppo Italia S.p.A.; sub-area VN-A; 14 Piani di caratterizzazione presentati da soggetti ubicati all'interno dell'area già compresa nel Piano generale (attuati e non attuati); ulteriori 12 Piani di caratterizzazione presentati da soggetti ubicati all'esterno dell'area inclusa nel Piano generale (attuati e non attuati).
- FASE 2: Restanti Piani di caratterizzazione presentati da soggetti ubicati all'esterno dell'area inclusa nel Piano generale (attuati e non attuati).

Sono stati esclusi i cosiddetti "Grandi operatori" (cfr. Accordo di Programma per "Interventi di riqualificazione ambientale funzionali alla reindustrializzazione e infrastrutturazione delle aree comprese nel SIN di Trieste" siglato il 25 maggio 2012).

I risultati delle indagini di caratterizzazione condotte nel Sito hanno evidenziato per i terreni, contaminazioni dovute in larga misura ad idrocarburi, idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e metalli, mentre è limitata ad aree specifiche la presenza di diossine e furani, PCB, amianto, fitofarmaci e fenoli (Fonte: Sito Web ARPA FVG).

Di seguito si riporta la sintesi dei piani di indagine eseguiti nell'area di Servola, da Servola S.p.A., ed ex-Esso, dall'Autorità Portuale di Trieste, entrambe interessate dalla realizzazione

dell'infrastruttura stradale di collegamento del nuovo Molo III, che prevede attività di scavo, in particolare per la parte di tracciato in galleria ed in viadotto.

Piano di indagine dello stabilimento siderurgico Servola

Nel presente paragrafo vengono descritti i lavori effettuati nel corso dell'indagine di caratterizzazione ambientale delle aree demaniali in concessione a Servola S.p.A. ricadenti nel perimetro del SIN, così come previsto dal Piano Operativo di Lavoro concordato con l'ARPA Friuli Venezia Giulia nel 2005 per l'esecuzione del Piano di Caratterizzazione del sito su cui è insediato lo Stabilimento Siderurgico Servola S.p.A. di Trieste (P.d.C. approvato dalla Conferenza di Servizi Decisoria del 19 maggio 2004). Le attività di indagine sono state effettuate nel periodo compreso tra febbraio e ottobre 2008.

Il piano ha previsto la realizzazione complessivamente di 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro. Nella planimetria in Figura 5-22 è riportata l'ubicazione dei punti di indagine individuati sia nelle aree di proprietà, sia nelle aree demaniali in concessione alla Servola S.p.A. I sondaggi sono collocati all'interno di un reticolo a maglia quadrata di dimensione 50 x 50 m.

Per ogni sondaggio in media sono stati prelevati 5 campioni di terreno, secondo il criterio generale di seguito riportato:

- 1 campione di terreno tra piano campagna e 1 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 2 e 3 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 5 e 6 m di profondità;
- 1 campione di terreno tra 8 e 9 m di profondità;
- 1 campione di terreno a fondo foro.



FIGURA 5-22 – UBICAZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE NELLO STABILIMENTO DI SERVOLA

Le analisi dei campioni di suolo sono state effettuate sulle frazioni granulometriche passanti al vaglio 2 mm e gli esiti sono stati riferiti alla medesima frazione, in quanto eseguiti ancora in regime di DM 471/99.

Nei 503 campioni di terreno prelevati nelle aree oggetto dell'indagine, i metalli che con maggior frequenza vengono rilevati con concentrazioni eccedenti le CLA ex D.M. 471/99 sono l' Arsenico e lo Zinco, seguiti da Mercurio e Piombo.

- L'Arsenico risulta superare il limite tabellare di 50 mg/kg s.s. nel 7% circa dei campioni analizzati (pari a 33 superamenti), con valori generalmente poco al di sopra della CLA (oltre la metà dei superamenti hanno valori inferiori ai 100 mg/kg) e una punta di 372 mg/kg misurata nel sondaggio S 194. La distribuzione geografica dei sondaggi in cui sono stati riscontrati campioni di terreno con valori di Arsenico eccedenti la CLA, riportata nella carta tematica di Figura 5-23, appare abbastanza omogenea in tutta l'area di indagine.
- Lo Zinco supera anch'esso il limite tabellare di 1500 mg/kg s.s. nel 7% circa dei casi (33 superamenti), con valori generalmente poco al di sopra della CLA e una punta di 6939 mg/kg misurata nel sondaggio S 114. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per lo Zinco è riportata in Figura 5-24.
- Il Mercurio presenta 31 superamenti della pertinente CLA (5 mg/kg s.s.), pari a circa il 6% dei campioni analizzati, con un valore massimo di 40,2 mg/kg misurato nel sondaggio S 153. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per il Mercurio è riportata in Figura 5-25.
- Il Piombo presenta 21 superamenti della pertinente CLA (1000 mg/kg s.s.), pari a circa il 4% dei campioni analizzati, con valori generalmente prossimi al limite di legge ed un singolo picco di oltre 10 volte la CLA (Hot Spot) di 25.623 mg/kg misurato nello strato superficiale del sondaggio S 122. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per il Piombo è riportata in Figura 5-26.

Per quanto riguarda gli altri metalli, sono risultati eccedere le relative CLA per uso industriale del suolo: Berillio (5 superamenti con un valore massimo pari a 46 mg/kg a fronte di un limite tabellare di 10 mg/kg), Cadmio (7 superamenti, con una punta di 42 mg/kg (CLA 15 mg/kg)), Cromo totale (5 superamenti, con una punta di 2574 mg/kg (CLA 800 mg/kg)), Rame (7 superamenti, con una punta di 958 mg/kg (CLA 600 mg/kg)), Antimonio (11 superamenti, con una punta di 78 mg/kg (CLA 30 mg/kg)), Selenio (15 superamenti, con una punta di 40 mg/kg (CLA 15 mg/kg)) e Vanadio: 3 superamenti, con una punta di 370 mg/kg (CLA 250 mg/kg)).



FIGURA 5-23 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - ARSENICO

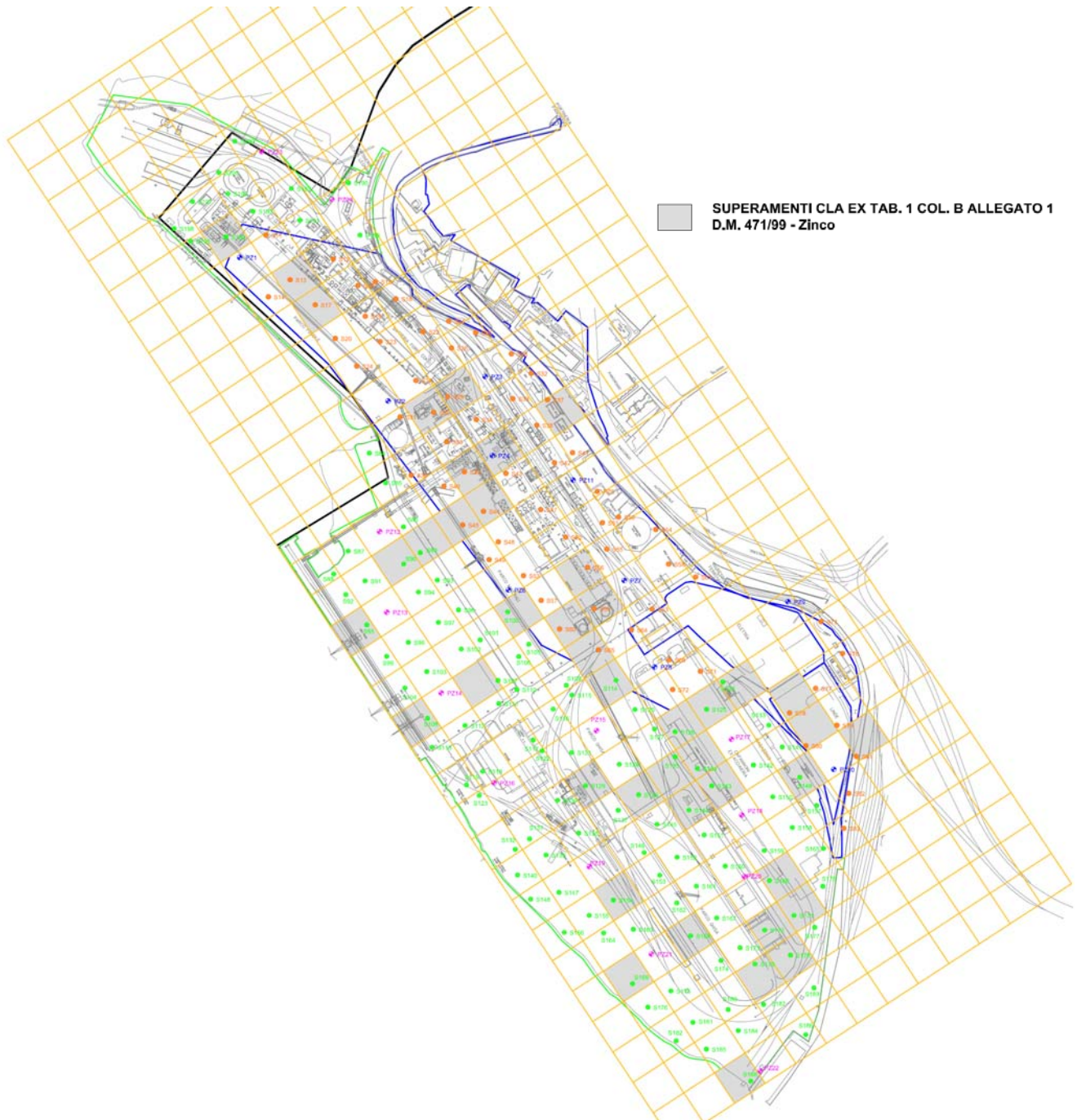


FIGURA 5-24 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - ZINCO



FIGURA 5-25 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 -
MERCURIO

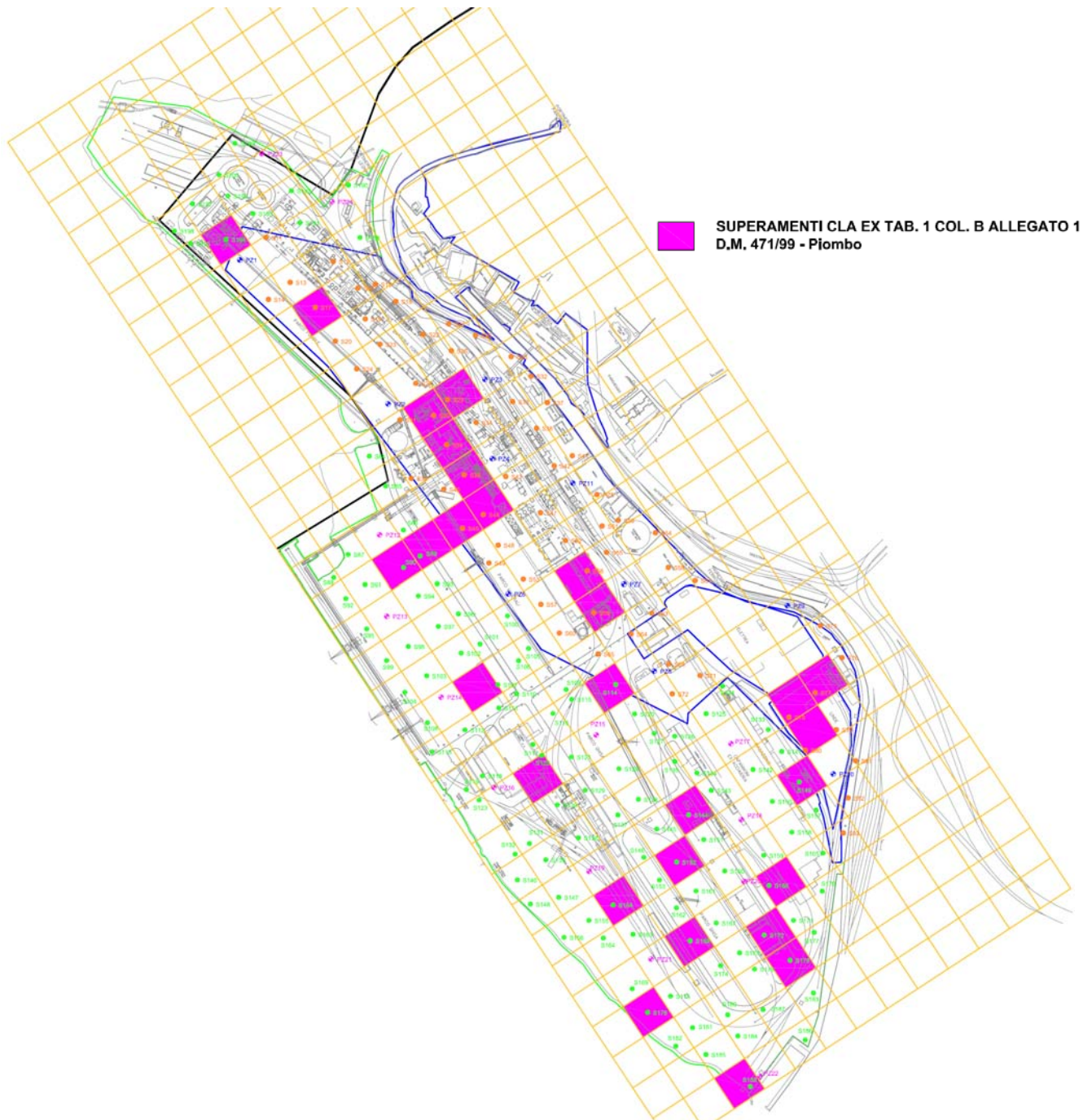


FIGURA 5-26 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - PIOMBO

Per quanto riguarda gli idrocarburi aromatici (BTEX e Stirene), Idrocarburi alifatici clorurati (cancerogeni e non cancerogeni) e Fenoli, nessuno dei campioni analizzati ha presentato concentrazioni eccedenti le CLA.

In merito ai Policlorobifenili, in tutta l'area di indagine un solo campione ha presentato un valore di PCB eccedente la CLA per un uso industriale del suolo, con una concentrazione pari a 48 mg/kg s.s. misurata solo nello strato superficiale del sondaggio S143.

Nell'ambito degli IPA, sono stati registrati superamenti delle CLA indicate dal DM 471/99 per uso industriale in un numero complessivo di campioni pari al 8% circa del totale; generalmente si ritrovano nello stesso campione valori eccedenti i limiti per tutta la famiglia degli IPA o comunque per due o più parametri, mentre in 17 casi è stato riscontrato il superamento della concentrazione limite per un solo parametro (generalmente Indenopirene), senza che si abbia il superamento della CLA per la Sommatoria degli IPA.

Più nel dettaglio i parametri che risultano eccedere i limiti di concentrazione ammissibili sono:

- Pirene: presenta 4 superamenti, con una punta di 166 mg/kg s.s. (a fronte di un limite tabellare di 50 mg/kg);
- Benzo(a)antracene: 21 superamenti, con una punta di 104 mg/kg s.s., (CLA 10 mg/kg);
- Crisene: 1 superamento, con un valore di 88 mg/kg s.s. (CLA 50 mg/kg);
- Benzo(b)fluorantene: 25 superamenti, con una punta di 79 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(K)fluorantene: 5 superamenti, con una punta di 68 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(a)pirene: 18 superamenti, con una punta di 77 mg/kg, (CLA di 10 mg/kg);
- Dibenzo(a,h)antracene: 3 superamenti, con una punta di 35 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Benzo(g,h,i)perilene: 12 superamenti, con una punta di 67 mg/kg s.s. (CLA 10 mg/kg);
- Indenopirene : 38 superamenti, con una punta di 66 mg/kg s.s. (CLA 5 mg/kg);
- Sommatoria IPA: 17 superamenti, con una punta di 696 mg/kg (CLA 100 mg/kg).

La distribuzione geografica dei sondaggi che presentano superamenti degli IPA è riportata nella planimetria di Figura 5-27; i superamenti sono distribuiti in modo piuttosto irregolare, con una tendenza a concentrarsi in particolare nei pressi dell'area della Cokeria e nelle zone limitrofe.

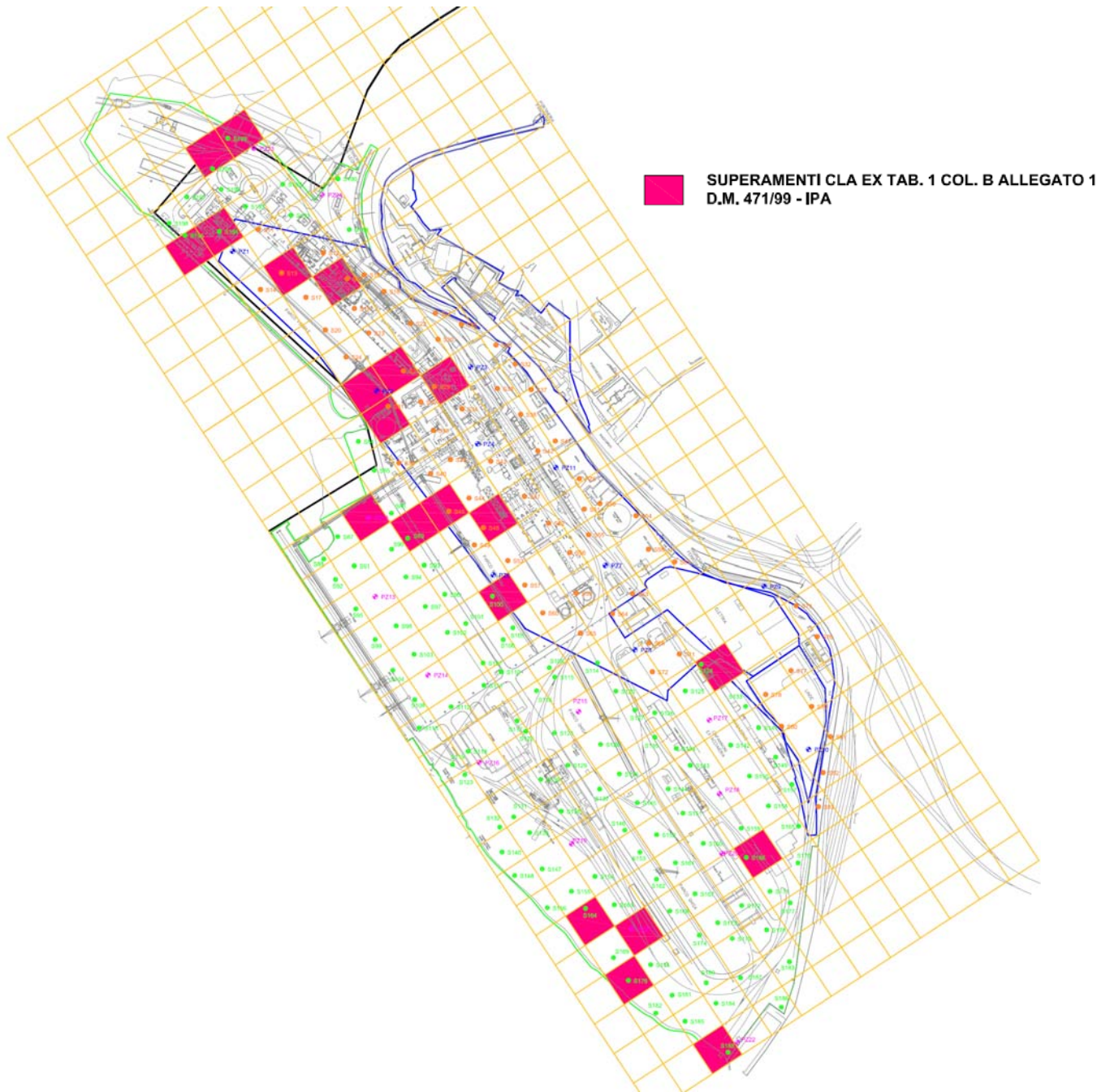


FIGURA 5-27 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 - IPA

In tutti i campioni le concentrazioni degli Idrocarburi leggeri ($C < 12$) sono inferiori alla CLA per uso industriale del suolo, pari a 250 mg/kg. Per quanti riguarda invece gli Idrocarburi pesanti ($C > 12$) sono stati riscontrati 16 campioni di terreno che presentavano il superamento della pertinente CLA (pari a 750 mg/kg); i valori di concentrazione eccedenti il limite stabilito dal DM 471/99 si registrano generalmente in corrispondenza di lenti isolate di idrocarburi, e rappresentano meno del 4% dei campionamenti effettuati.

In tutti gli altri casi i valori di concentrazione degli idrocarburi con $C > 12$ risultano inferiori o prossimi al limite di rilevabilità analitica. La distribuzione areale dei superamenti delle CLA per gli Idrocarburi $C > 12$ riscontrate nei sondaggi realizzati è riportata nella carta tematica di Figura 5-28.



FIGURA 5-28 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 1 COL B, ALLEGATO 1, D.M. 471/99 –
IDROCARBURI PESANTI C>12

Piano di indagine per la bonifica dell'area ex-Esso

Per il progetto di bonifica con messa in sicurezza permanente dei terreni dell'area ex-Esso è stato eseguito un primo set di indagini nel 2004, che ha rilevato contaminazione in corrispondenza dei sondaggi S1, S3 e S4 ubicati nella vasca di stoccaggio degli oli esausti dell'area ex Esso, rappresentati in Figura 5-29. Al fine di determinare l'estensione areale e stratigrafica della contaminazione sono stati eseguiti nel 2009 tre sondaggi integrativi, Sb1, Sb2 e Sb3 in corrispondenza dei precedenti punti. I campioni prelevati da ogni sondaggio sono stati sottoposti ad analisi chimiche ai sensi di quanto previsto dal D.Lgs. 152/06.

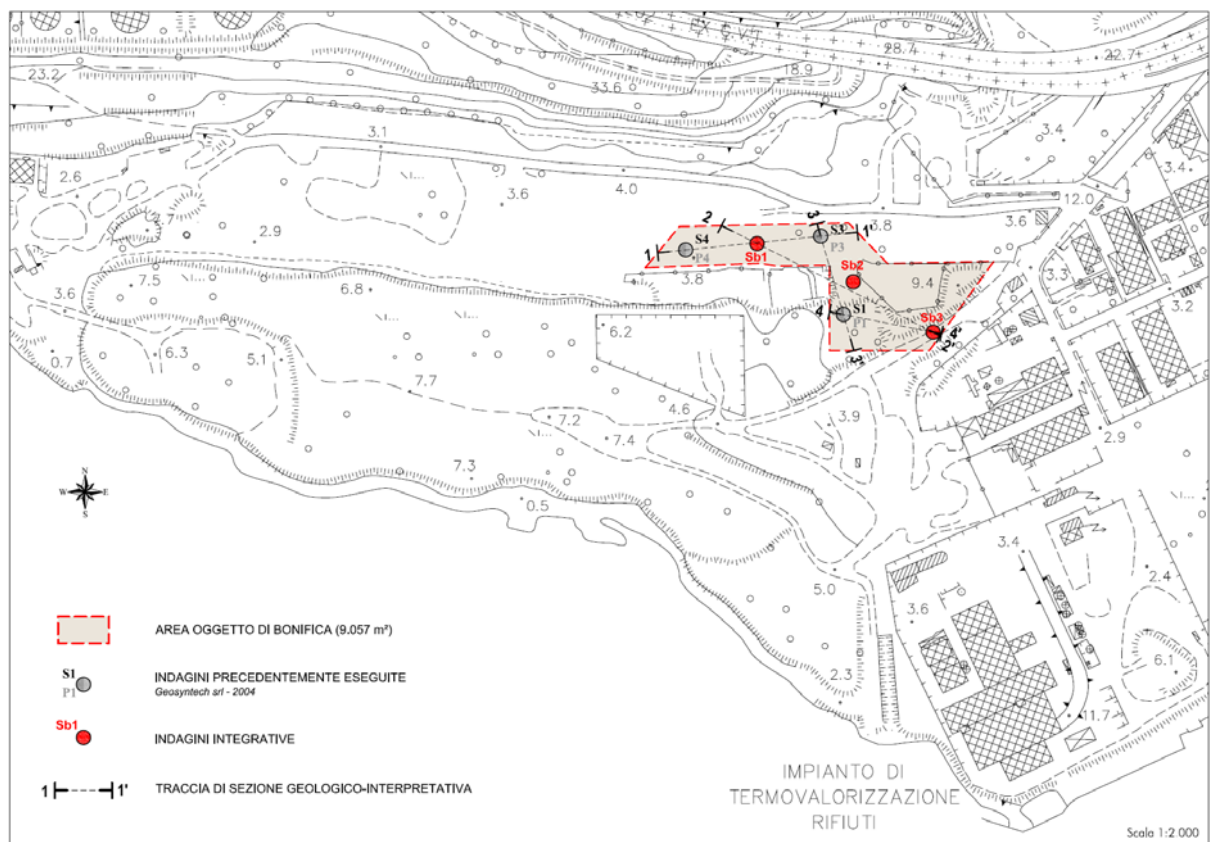


FIGURA 5-29- UBICAZIONE DEI SONDAGGIO ESEGUITI NELL'AREA EX-ESSO (2004 E 2009)

Le indagini sul terreno hanno rilevato alcune non conformità rispetto alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) di cui all'Allegato 5 – Tab. 1, Colonna B, Parte IV – Titolo V del D.Lgs. 152/06. I risultati analitici sono riferiti alla frazione granulometrica passante il vaglio 2 mm.

Dei 12 campioni di terreno prelevati, 9 sono risultati non conformi rispetto ai valori di CSC per gli analiti:

- Rame nel campione Sb3-T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.);

- Stagno nei campioni Sb1-T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.) e Sb1 -T3 (profondità 4,6-5,0 m da p.c.);
- Zinco nel campione Sb3-T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.);
- Tallio nel campione Sb1-T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.);
- Idrocarburi C>12 nei campioni Sb1 -T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.), Sb1 -T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.) e Sb1 -T3 (profondità 4,6-5,0 m da p.c.), Sb1-T4 (profondità 6,0-6,1 m da p.c.), Sb2 -T1 (profondità 4,0-4,5 m da p.c.), Sb2 -T2 (profondità 5,2-5,6 m da p.c.), Sb2 -T3 (profondità 6,4-6,7 m da p.c.), Sb3 -T2 (profondità 3,5-3,8 m da p.c.) e Sb3 -T4 (profondità 6,1-6,3 m da p.c.);
- Di-n-butilftalato nei campioni Sb1 -T1 (profondità 1,9-2,2 m da p.c.) e Sb1 -T2 (profondità 3,2-3,8 m da p.c.).

In sintesi i sondaggi Sb1 e Sb2 hanno evidenziato una contaminazione da metalli pesanti, già rilevata nella precedente caratterizzazione solo nei campioni di falda; in particolare nel sondaggio Sb1 sono risultati non conformi tallio e stagno fino a -5 m dal p.c. e nel sondaggio Sb3 zinco e rame fino a -3,8 m dal p.c.. Nel sondaggio Sb1 è stata rilevata inoltre una contaminazione puntuale da di-n-butilftalato, non evidenziata nel precedente piano di caratterizzazione. Nei 3 sondaggi eseguiti è stata confermata la presenza di contaminazione da idrocarburi C>12, con valore massimo misurato in corrispondenza del sondaggio Sb2.

Pertanto gli esiti della caratterizzazione integrativa confermano la presenza nell'area in esame di contaminazione diffusa da idrocarburi C>12, mentre evidenziano una contaminazione più circoscritta da metalli pesanti e puntuale da di-n-butilftalato.

5.1.8. Uso del suolo

Lo scalo triestino dispone di oltre 2.300.000 m² di aree portuali, di cui circa 1.800.000 m² di aree in regime di Punto Franco. Più di 900.000 m² sono utilizzati per il deposito e lo stoccaggio delle merci e 500.000 m² di questi sono rappresentati da aree coperte.

Il porto di Trieste è un porto multifunzionale, in particolare vi hanno sede tutte le possibili funzioni portuali previste dalla Legge 84/94, e tutte le tipologie di traffico marittimo commerciale, con navi sia convenzionali che multifunzione e specializzate.

La localizzazione degli accosti suddivisi per unità operative è rappresentata in Figura 5-30, per ciascun accosto si riporta l'estensione delle banchine e la profondità dei fondali.

Il porto dispone di circa 40 magazzini di deposito, distribuiti nei Punti Franchi (Punto Franco Vecchio, Punto Franco Nuovo e Punto Franco Scalo Legnami), nonché di circa 30 tettoie aperte lateralmente al Punto Franco Scalo Legnami. Parte dei magazzini del Punto Franco Vecchio è dismessa a causa della vetustà degli edifici e del cattivo stato di conservazione; peraltro circa metà dei magazzini del Punto Franco Vecchio è sottoposta a vincoli storico architettonici, che ne condizionano l'ammodernamento.

La superficie disponibile, al netto dei magazzini dismessi, è di circa 320.000 m² in totale, e di circa 180.000 m² al piano terra, cui si aggiungono circa 70.000 m² di tettoie al Punto Franco Scalo Legnami. L'estesa superficie ai piani superiori (140.000 m²), e la conseguente necessità di operare con montacarichi, ne condizionano l'efficienza.

Non solo ma le caratteristiche costruttive (solo il magazzino Adriaterminal, altri 2 magazzini nel Punto Franco Vecchio e 3 magazzini nel Punto Franco Nuovo sono stati costruiti negli ultimi 30 anni) sono in generale obsolete (dimensioni inadeguate degli ingressi, dislivelli per la presenza di ribalte di carico, soffitti bassi, ecc.), e non compatibili con i moderni mezzi di trasporto, sollevamento e movimentazione.

In seguito all'approvazione della Variante per il Porto Vecchio nell'anno 2007, che si ricorda è stata integralmente recepita nel Piano, i magazzini del Porto Vecchio hanno perso la loro originaria funzione di magazzini portuali per diventare sedi di attività, direzionali, ricettive ecc. in accordo con le funzioni di "portualità allargata" definite nella Variante medesima.

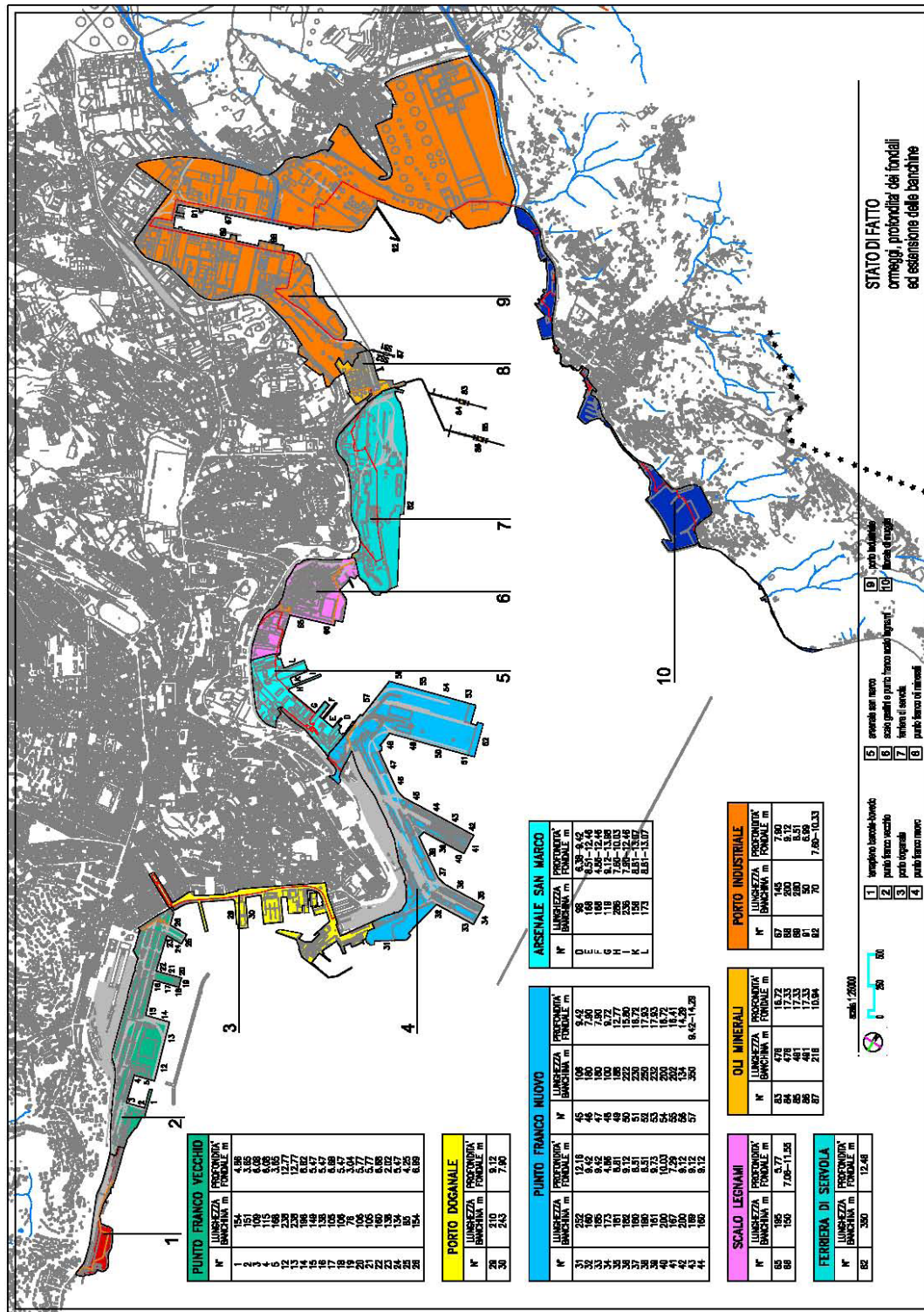


FIGURA 5-30 – LOCALIZZAZIONE DEGLI ACCOSTI NEL PORTO DI TRIESTE.

5.2. Identificazione degli impatti potenziali

Per la componente suolo e sottosuolo, considerando lo stato attuale (Paragrafo 5.1) e gli scenari di cantiere e di esercizio previsti (Paragrafi 2.1 e 2.2), possono essere identificati i seguenti impatti potenziali:

- gestione di materiale proveniente dalle attività di scavo per la realizzazione delle opere;
- variazione dello stato di qualità di suolo e sottosuolo;
- approvvigionamento di materiale da cava;
- modificazione dell'uso del territorio per adattarlo alle nuove destinazione d'uso delle aree portuali;
- rischio di fenomeni di cedimento o dissesto dei terreni;
- evoluzione della morfologia costiere.

Per l'identificazione degli impatti effettivamente rilevanti su questa componente è necessario evidenziare che l'inquadramento geologico-geotecnico locale ha decisamente condizionato la scelta della tipologia strutturale da adottare per la realizzazione delle opere a mare. In tutta l'area portuale di Trieste, con riferimento alla situazione geologica dei fondali del porto (vedi Paragrafo 5.1.1), i terreni hanno scarsissime qualità portanti, essendo costituiti da strati soffici di materiali fini (limi ed argille) di potenza elevata (15-20 m), giacenti al di sopra dello strato flyschoidale. Come descritto nel Capitolo 7.4 del Quadro di Riferimento Progettuale (Caratteristiche tecniche indicative delle opere), per evitare il rischio di cedimenti si è quindi prevista per il prolungamento dei moli esistenti e la realizzazione dei nuovi moli, l'adozione della tipologia strutturale della banchina pensile con piastra su pali infissi nel fondale.

Come descritto nel Quadro Progettuale e nel Capitolo 2.1 del presente volume, le opere di piano previste dal PRP includono numerosi banchinamenti e prolungamenti di moli esistenti, alcuni tombamenti e opere maggiori come la costruzione del Molo VIII. Tali opere sono divise, per esigenze finanziarie ed operative, in due fasi: opere di Breve Periodo e opere di Lungo Periodo.

Per quanto concerne l'evoluzione della linea di costa, le opere di breve periodo includono cambiamenti di non grande rilevanza, che sono sostanzialmente a carico dei prolungamenti e allargamenti del Molo Bersaglieri, nel Porto Franco Vecchio, e dei Moli V e, soprattutto, VI e VII, nel Porto Franco Nuovo. Le modifiche maggiori interessano i Moli VI e VII, i quali verranno entrambi allargati di circa 20 m e prolungati in testa di 400 m, in direzione delle dighe foranee: si tratta di sviluppi importanti, ma che incidono sulla linea di costa senza stravolgere l'attuale conformazione portuale.

Nella parte meridionale del porto, nel Vallone di Muggia, è previsto il banchinamento di una porzione di costa, finalizzata alla costruzione del Terminal Noghere. Questo banchinamento, che ha un'estensione lineare di circa 650 m, insiste su una porzione di terreno nuda, ma che è comunque costituita da materiale di riporto, su cui fu costruita la raffineria Aquila. La costruzione di questa banchina non inficia, quindi, una presunta naturalità dell'area interessata, e complessivamente influisce in modo trascurabile sulla variazione della linea di costa.

Nella figura successiva è rappresentato l'assetto di piano, inclusivo delle opere di breve e lungo periodo. Da un rapido confronto con la tavola precedente, emerge con chiarezza che il contributo delle opere di lungo periodo alla variazione della linea di costa è decisamente più marcato rispetto alle opere di breve periodo.

Il bacino tra Molo V e VI viene completamente tombato, il Molo VII subisce un ulteriore prolungamento di 400 m, la banchina del Terminal Noghère viene ultimata. La modifica più rilevante, però, è ovviamente determinata dalla costruzione del Molo VIII, che con i suoi 85 ha recuperati dalle acque portuali costituisce una modifica molto rilevante alla linea di costa.

Come in tutti i porti, e la storia stessa di Trieste ne è dimostrazione, l'aumento della capacità portuale avviene spesso a scapito dello spazio acqueo antistante, anche per non intaccare lo spazio retroportuale, spesso già esiguo (sia per lo sviluppo urbano che per la mancanza di adeguati strumenti pianificatori) ed indispensabile per le operazioni di stoccaggio e di movimentazione e le attività connesse.

L'intero territorio è già da tempo occupato da attività portuali ed industriali, e di conseguenza i caratteri naturali morfologici primitivi sono stati totalmente sostituiti da strutture e infrastrutture antropiche. L'area occupata dalla città di Trieste, dalle infrastrutture portuali, e spesso anche la linea di costa e le zone retrostanti, ha subito pesanti interventi antropici che hanno modificato la morfologia originale tanto da renderla totalmente o quasi irriconoscibili (vedi evoluzione della linea di costa nel Capitolo 5.1.3).

Relativamente a possibili fenomeni erosivi, l'analisi idrodinamica condotta nel Capitolo 7.4.1 non ha rilevato variazioni significative della velocità delle correnti in fase di esercizio nella configurazione definitiva di Piano: le variazioni connesse alla circolazione idrodinamica all'interno della Baia di Muggia sono molto modeste e dell'ordine di qualche cm/s.

Questo fatto emerge in modo evidente dal confronto tra le curve di esaurimento della concentrazione di un tracciante conservativo riportate nella Figura 7-78. In questa figura sono presentati i grafici delle curve di esaurimento in 5 punti rappresentativi in riferimento diversi scenario meteo marini e alle due configurazioni (attuale e con le opere di lungo periodo). Dal confronto tra l'andamento delle curve nelle due configurazioni considerate si osserva che per tutti i punti non vi sono rilevanti variazioni rispetto allo stato attuale.

Da ciò si può dedurre che le modificazioni alla linea di costa tra gli scenari di breve e lungo periodo (consistenti nella realizzazione/completamento di una serie di banchine e moli portuali), comporteranno variazioni ancor meno rilevanti al sistema idrodinamico/dispersivo della Baia di Muggia che risulta essenzialmente regolato dall'applicazione delle forzanti meteo marine quali la marea e il vento.

Alla luce di queste considerazioni è, quindi, ragionevole assumere che l'idrodinamica nella Baia di Muggia rimanga sostanzialmente inalterata tra le due configurazioni di progetto (opere di breve e lungo periodo).

Altri possibili impatti sono connessi con le attività di approvvigionamento dei materiali da cava, necessari alla realizzazione delle opere. Per quanto attiene questo materiale, il Piano ha praticamente eliminato i quantitativi di materiali necessari per il riempimento delle colmate, adottando opere di impalcato come cassa di colmata, come descritto nel Paragrafo 7.4.3 del Quadro di Riferimento Progettuale, in cui refluire solo il materiale idoneo proveniente dalle attività di dragaggio.

Per quanto riguarda l'impatto potenziale connesso all'uso del territorio gli elementi in possesso consentono di giudicare come non significativo l'effetto delle azioni di Piano. Infatti, le funzioni svolte nel territorio portuale sono, nell'assetto di Piano, in continuità con quelle dello stato di fatto, in accordo con il carattere polifunzionale che già il Porto di Trieste possiede. La funzione commerciale continua ad essere centrale, in quanto generatrice di reddito ed occupazione non solo diretti ma anche indotti, senza per questo compromettere le attività produttive già insediate e di nuovo insediamento.

Ciò premesso dall'analisi degli impatti potenziali emerge quindi che gli effetti rilevanti sul suolo e sottosuolo sono la variazione della qualità dei suoli e la gestione delle terre e rocce da scavo. Gli indicatori applicati per quantificare l'intensità degli impatti sono:

- la contaminazione dei suoli;
- la percentuale di recupero del materiale da scavo.

La valutazione complessiva dell'impatto è stata stimata applicando la metodologia descritta nel dettaglio nel Capitolo 2.4.

5.3. Analisi degli impatti in fase di cantiere

Gli impatti sulla componente "suolo e sottosuolo" durante la fase di cantiere interessano principalmente la qualità del suolo e la gestione dei volumi di materiale di scavo.

L'analisi funzionale per la valutazione degli impatti è stata eseguita per i due scenari di breve e lungo periodo, così come descritto nel Paragrafo 2.2.

5.3.1. Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Breve Periodo

Il cantiere di Breve Periodo riguarderà la realizzazione delle seguenti opere, divise in due stadi di costruzione che prevedono l'esecuzione contemporanea delle seguenti opere, come descritto nel Paragrafo 2.2:

Stadio 1:

- prolungamento del Molo VII;
- prolungamento del Molo V;

- prolungamento del Molo VI;
- prolungamento del Molo Bersaglieri;
- banchinamento tra il Molo VI ed il Molo VII (cassa D);
- dragaggio del Canale Industriale;
- dragaggio del canale di accesso al terminal Ro-Ro di Noghere;

Stadio 2:

- ampliamento delle banchine del Canale Industriale;
- banchinamento parziale del terminal Ro-Ro Noghere.

Complessivamente la realizzazione del primo stadio delle opere di breve periodo riguarda il prolungamento di moli portuali già esistenti e il banchinamento tra Molo VI e VII, quindi attività di cantiere che vengono condotte direttamente via mare, pertanto nessuna fase costruttiva interferisce con la componente suolo e sottosuolo.

L'esecuzione delle attività di dragaggio e la realizzazione dei pali delle banchine vengono analizzate nel capitolo relativo alla acque marino costiere, come effetto sui sedimenti.

Nel secondo stadio, l'ampliamento delle banchine del Canale Industriale ed il banchinamento parziale del terminal Ro-Ro possono richiedere l'occupazione temporanea di aree di cantiere a terra non contaminate o già bonificate. In tal caso la qualità dei suoli può essere compromessa da stoccaggio e manipolazione impropri di materiali pericolosi quali carburanti, solventi, vernici, ecc.. Episodi di inquinamento accidentale del suolo sono limitati alla fuoriuscita sporadica di olio, lubrificanti e sostanze tossiche (vernici, ecc) da attrezzature e da aree di stoccaggio; queste quantità sono generalmente minime e attraverso un adeguato piano di gestione delle emergenze il danno può essere circoscritto nello spazi e nel tempo. Per questo motivo l'ordine di grandezza dell'impatto è considerato trascurabile.

TABELLA 5-2 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI BREVE PERIODO –
QUALITÀ DEL SUOLO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Negativo	I0	T2	D1	E1	0	Trascurabile

5.3.2. Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Lungo Periodo

Il cantiere di lungo periodo riguarderà la realizzazione delle seguenti opere, divise in tre stadi esecutivi che prevedono l'esecuzione contemporanea delle seguenti opere, come descritto nel Paragrafo 2.2:

Stadio 1:

- banchinamento tra il Molo V ed il Molo VI;
- completamento del Molo VII;
- demolizione del pontile Silone;
- realizzazione del Centro Operativo Servizi;
- ampliamento dell'Arsenale San Marco;
- realizzazione di Porto Lido;
- sistemazione di Darsena Sant'Andrea,
- risistemazione della SP.14 (costa Muggia)

Stadio 2:

- completamento del banchinamento del terminal Noghère e viabilità di collegamento;

Stadio 3:

- realizzazione del Molo VIII e viabilità di collegamento.

Le uniche opere a terra previste dal Piano nel lungo periodo sono costituite dalle nuove infrastrutture a servizio esclusivo del traffico portuale, e non solo, nelle tratte in cui il traffico portuale si integra con quello urbano ed extraurbano (Cfr. Quadro di Riferimento Progettuale, Paragrafo 8.2). Nel presente Studio Ambientale sono state integrate delle schede tecniche delle fasi costruttive delle principali tipologie di opere realizzate, per consentire la valutazione degli impatti in fase di cantiere (vedi Paragrafo 7.10 del Quadro di Riferimento Progettuale).

Per l'accesso all'area del Terminal Ro-Ro delle Noghère sono previsti nel secondo stadio collegamenti viari realizzati attraverso tronchi stradali in parte dedicati ed in parte condivisi con il traffico urbano e suburbano, adeguati a sostenere le funzioni commerciali ed industriali esistenti e previste.

Il Piano prevede nel terzo stadio di esecuzione delle opere, una nuova viabilità di collegamento del Molo VIII con la Grande Viabilità Triestina (GVT, denominata localmente SS202), che si svilupperà in galleria artificiale (circa 800 m rampe comprese) attraverso l'area demaniale attualmente occupata dai depositi di scorie e loppe della Ferriera di Servola, allo scoperto in viadotto (circa 310 m) a scavalcare il binario della stazione di Servola e a mezza costa a monte delle aree Punto Franco Oli Minerali ed ex-Esso fino alla viabilità esistente, raccordata allo svincolo della GVT di Via Errera. Tale viabilità, riportata in Figura 5-33 con le principali caratteristiche strutturali, avrà uno sviluppo complessivo di circa 2,7 Km.



FIGURA 5-33 – PLANIMETRIA DEL TRACCIATO DI COLLEGAMENTO DEL MOLO VIII

Di seguito si descrivono gli effetti sulla componente connessi alla realizzazione delle suddette attività e fasi costruttive.

Contaminazione dei suoli

Si precisa che gli interventi a terra ricadono all'interno del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Trieste, di conseguenza, come previsto dalla legislazione vigente, le aree interessate devono essere preventivamente caratterizzate e sottoposte ad interventi di bonifica.

Nei Siti di Interesse Nazionale, le procedure amministrative per ogni intervento da realizzare che preveda escavazione sono generalmente molto rigide e complesse, e possono talvolta ritardare o non rendere possibile la realizzazione delle opere. A tal fine per il SIN di Marghera è stato redatto dal Comune di Venezia (con il contributo del Ministero dell'Ambiente, Provincia e Regione) il protocollo *“Procedure per l'esecuzione di sottoservizi, di opere di viabilità connesse al servizio pubblico di mobilità, di opere di urbanizzazione primaria, nonché dei relativi interventi di manutenzione ordinaria e*

straordinaria nel territorio compreso nell'ambito del Sito Nazionale di Venezia – Porto Marghera (Ex DM 23.02.00)”, dicembre 2002.

La realizzazione ex-novo di tali interventi è ritardata o addirittura non resa possibile a causa dell'attraversamento, nel tracciato dell'opera, di aree potenzialmente contaminate ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06. La procedura del SIN di Marghera definisce la metodologia operativa da seguire, limitatamente all'esecuzione di sottoservizi e viabilità, per non precludere i futuri interventi di bonifica.

In particolare, il protocollo definisce che:

- l'esecuzione delle opere di viabilità è attuabile quando non pregiudicante l'eventuale successiva bonifica delle aree all'intorno delle opere medesime;
- deve essere eseguito un piano di caratterizzazione con sondaggi con passo 100 m;
- in fase di realizzazione delle opere tutto il materiale prodotto in fase di scavo e movimentazione del sottosuolo, dovrà essere immediatamente asportato e conferito in aree di messa in riserva temporanea specificatamente segnalate dall'esecutore dei lavori all'autorità competente (Provincia e Comune);
- particolare attenzione dovrà essere riposta nella sicurezza degli ambienti di lavoro, stante la possibile presenza di terreni contaminati.

Sebbene nel Sito di Trieste non sia stata ancora predisposta un'analogha procedura autorizzativa ed amministrativa, se ne applicano i principi, qualora non sia già avvenuta la bonifica, per quanto riguarda l'infrastruttura di tipo stradale prevedendo la caratterizzazione dei materiali di scavo, per controllare la presenza di contaminazione, e la verifica analitica dei terreni di fondo scavo, necessaria per accertare l'avvenuta bonifica del tracciato d'intervento.

L'impatto indotto dalle opere di Piano di lungo periodo sulla qualità dei suoli si traduce in un effetto migliorativo rispetto allo stato attuale e può essere classificato di intensità media (I2), dato che gli interventi comportano una bonifica dei suoli entro i limiti soglia per la destinazione d'uso industriale/commerciale, di durata irreversibile e di scala spaziale locale in quanto limitata alla sola area di intervento. Il giudizio complessivo risultante è quindi significativo forte, come evidenziato in Tabella 5-4.

Rimangono valide le considerazioni riportate nella fase di cantiere di breve periodo relative al rischio di contaminazione dei suoli per gestione e manipolazione impropria di materiali pericolosi (carburanti, solventi, additivi, ecc.).

Le analisi ambientali per la valutazione della contaminazione dei terreni di scavo, la verifica del fondo scavo e le modalità di gestione dei terreni di scavo finalizzate al corretto invio a

discarica o al riutilizzo, sono descritte nel dettaglio nelle relazione del Piano di Utilizzo e nella Relazione Tecnica, che accompagnano il progetto di collegamento stradale del Molo VIII.

Percentuale di recupero del materiale di scavo

Sono trattati in questo paragrafo solo i volumi scavati a terra; la gestione dei fanghi di dragaggio e dei materiali prodotti dalla realizzazione dei pali delle banchine è analizzata nel paragrafo relativo ai sedimenti (vedi Paragrafo 7.3.3).

Nell'ultimo stadio di esecuzione delle opere di lungo periodo sono previste attività di scavo principalmente per lo sviluppo dei tratti in viadotto (fondazione delle pile) ed in galleria della nuova viabilità del Molo VIII, i volumi prodotti sono stati stimati nelle schede tecniche della cantierizzazione riportate nel Paragrafo 7.10 del Quadro di Riferimento Progettuale, e sono elencati di seguito:

- circa 134.000 mc, provenienti dallo scavo in galleria;
- circa 2.350 mc, provenienti dalle fondamenta delle pile del viadotto.

La galleria ha uno sviluppo interrato pari a circa 423 m ed è servita da due rampe di accesso, che si sviluppano rispettivamente per 230 e 170 metri. È realizzata attraverso il metodo Milano, ovvero effettuando lo scavo a cielo aperto fino al livello di imposta della copertura, realizzando diaframmi in calcestruzzo armato e tamponi in jet grouting a profondità di volta in volta variabili secondo la localizzazione e ricoprendo il tutto attraverso il solaio di copertura ed il relativo rinterro. Terminata la realizzazione dei diaframmi in C.A. e del solaio di copertura si potrà procedere con lo scavo a foro cieco e la costruzione delle strutture interne. L'adozione del Metodo Milano permette l'immediato rinterro della sezione ed il ripristino delle attività di superficie.

Complessivamente i volumi necessari per rinterri e rilevati previsti a progetto sono pari a circa 43.000 mc.

La normativa in materia di gestione delle terre e rocce da scavo è rappresentata dal D.M. 161/2012 "*Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo*", che prevede il recupero dei materiali di scavo come sottoprodotti, purché presentino un contenuto di sostanze inquinanti inferiore alle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) fissate dall'Allegato 5 al Titolo V del D.Lgs.152/2006 in relazione alla specifica destinazione d'uso. Inoltre il loro utilizzo non deve generare impatti indiretti sulle acque sotterranee, eventualità da verificare con idonei test di cessione. Tale possibilità di recupero delle terre e rocce da scavo è consentita, anche se il sito di produzione interessa un'area

oggetto di interventi di bonifica che rientrano nel campo di applicazione del Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06.

In fase di realizzazione dell'intervento, il materiale prodotto durante gli scavi dovrà essere caratterizzato per verificare la conformità dei terreni ai fini del riutilizzo per i rinterri e rilevati previsti a progetto. Nei terreni saranno eseguite le analisi di caratterizzazione volte a valutare le concentrazioni CSC ed eseguiti i test di cessione. (vedi il Piano di Utilizzo del Progetto di collegamento stradale del Molo VIII). Ai fini dell'invio a discarica del materiale in esubero rispetto alle esigenze di riempimento e/o risultato contaminato, saranno eseguiti i test previsti dal D.M. 27/9/2010 per individuare l'ideale impianto di conferimento.

Una volta rimosso il terreno dovrà essere eseguita la verifica del fondo scavo e pareti, finalizzata alla valutazione di qualità dei terreni che restano in sito, e l'eventuale rimozione di terreni di qualità non idonea, ovvero con concentrazioni superiori ai limiti per uso industriale imposti dal D.Lgs. 152/06. In caso di accertamento di non conformità, lo scavo dovrà essere ampliato ed i materiali inviati a discarica o centro di riutilizzo. Le modalità di verifica del fondo scavo e pareti sono trattate nello specifico paragrafo della Relazione Tecnica del Progetto di collegamento stradale del Molo VIII.

Per consentire una stima dei materiali eventualmente recuperabili nel corso dell'esecuzione dell'opera, si considerano le indagini già eseguite nelle aree attraversate dal tracciato stradale. Nella Ferriera di Servola è stata condotta una caratterizzazione dei terreni su una griglia 50x50 m, per ogni sondaggio sono stati prelevati fino a 5 campioni di terreno, secondo il criterio generale di seguito riportato:

- 1 campione tra piano campagna e 1 m di profondità;
- 1 campione tra 2 e 3 m di profondità;
- 1 campione tra 5 e 6 m di profondità;
- 1 campione tra 8 e 9 m di profondità;
- 1 campione a fondo foro.

Il riporto è risultato compreso tra il p.c. e 25 m di profondità ed affiora praticamente in tutta l'area indagata. In Figura 5-34 sono indicate le aree contaminate, attraversate o prossime il tracciato stradale, e le sezioni in galleria e in viadotto.

I risultati delle indagini hanno evidenziato contaminazione da metalli pesanti (arsenico, mercurio e zinco) e idrocarburi C>12, nel percorso in galleria (celle dei sondaggi S097, S112, S140 e S139), e da zinco e IPA nel tratto compreso tra la galleria e il viadotto (celle dei sondaggi S164, S169 e S176).

Non sono disponibili informazioni nel tracciato che attraversa l'area ex-Esso, ma si rileva che nella zona della vasca di stoccaggio degli oli esausti (vedi Paragrafo 5.1.7, caratterizzazione area ex-Esso), prossima alla rotatoria Sud, è presente una contaminazione da metalli pesanti e idrocarburi C>12 (vedi Figura 5-34).

Le indagini pregresse dimostrano che circa 275 m di galleria attraversa celle non contaminate, quindi circa la metà degli scavi del tunnel comportano la rimozione di materiale di riporto non inquinato che può essere recuperato per la copertura del solaio o per i rilevati stradali senza ricorrere a cave di prestito, con un notevole risparmio economico, sia sugli oneri di smaltimento in discarica che di acquisto di materiale da cava, ed indubbe ricadute positive in termini ambientali. Anche i terreni di risulta dalla realizzazione delle pile del viadotto lato Ferriera (n. 5 pile) non provengono da settori contaminati e possono essere eventualmente resi disponibili per il riutilizzo in situ nell'ambito delle attività di progetto.

Sulla base di tali considerazioni, le esigenze di materiale per i rinterrati previsti a progetto (circa 43.100 mc) sono ampiamente soddisfatte dai terreni di risulta dagli escavi (circa 68.200 mc) idonei al riutilizzo.

Il materiale di scavo contaminato o in esubero rispetto alle esigenze di riempimento sarà conferito ad idonea discarica. Nell'analisi degli impatti in fase di cantiere della componente traffico si tiene conto del contributo del conferimento a discarica specializzata nel calcolo dei flussi veicolari generati dal cantiere (vedi Paragrafo 12.3.2).

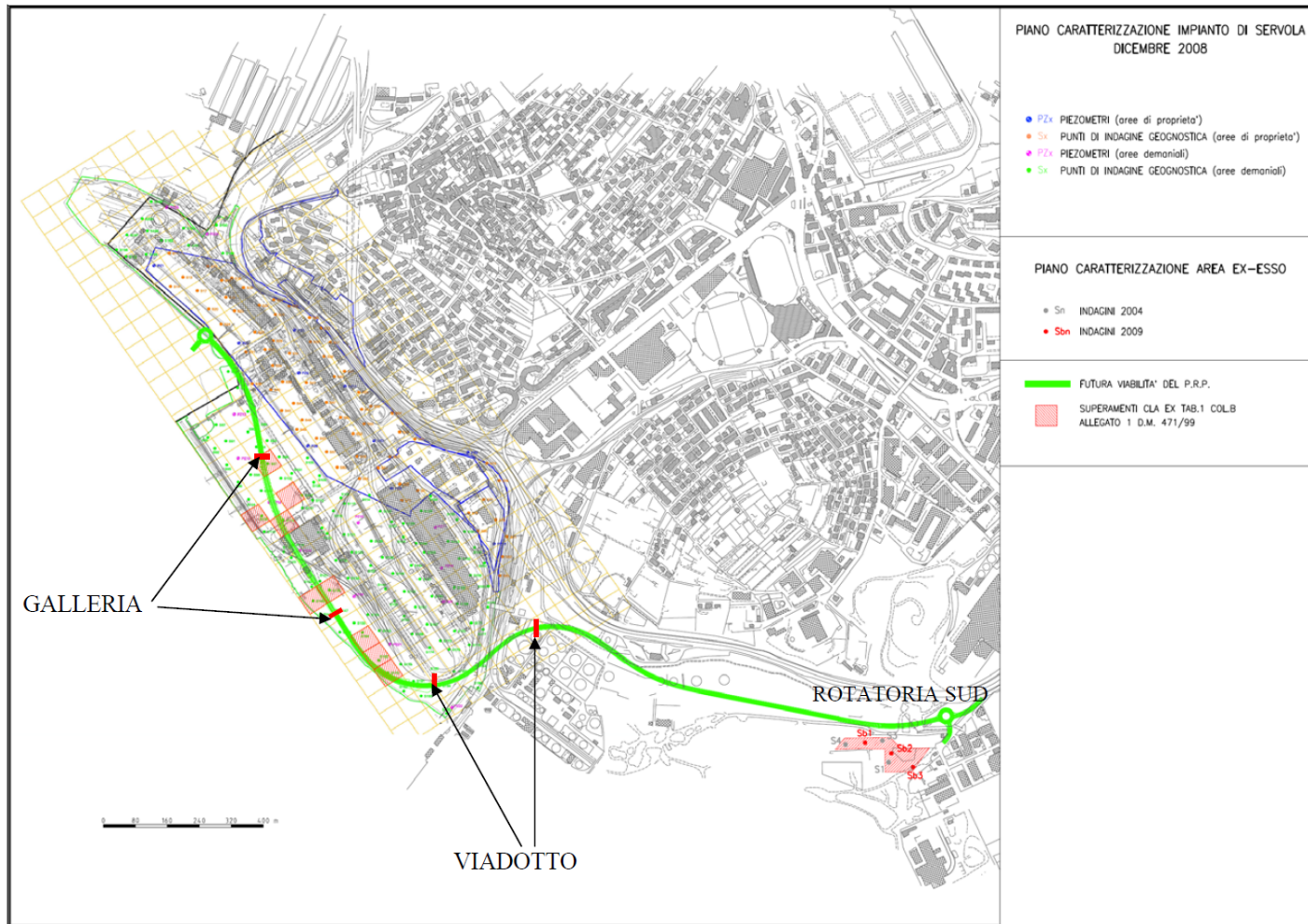


FIGURA 5-34 CONTAMINAZIONE IN PROSSIMITÀ DEL TRACCIATO STRADALE DEL MOLO VIII

La stima complessiva del bilancio dei materiali per il progetto di viabilità del Molo VIII è descritta in Tabella 5-3.

TABELLA 5-3 – BILANCIO TERRE PER LA REALIZZAZIONE DELLA VIABILITÀ DEL MOLO VIII

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA	Volumi scavo (m³)	Volumi scavo per riutilizzo (m³)	Volumi per rinterri e rilevati (m³)	Volumi in discarica (m³)
Fondamenta pile viadotto	2.350	1.175	7.100 (spalle viadotto)	1.175
Galleria	134.000	67.000	28.300 (copertura)	67.000
Altre sezioni (trincea, muri)	37.650	-	7.700	37.650
TOTALE	174.000	68.175	43.100	
Esubero rispetto esigenze di riempimento				25.075
TOTALE IN DISCARICA				130.900

Pertanto si stima una percentuale di recupero del materiale di scavo per i rinterrati previsti a progetto di circa il 25% del volume totale, quindi un'intensità dell'effetto positivo di scala II. Il giudizio complessivo risultante è quindi significativo lieve, come evidenziato in Tabella 5-4.

Valutazione complessiva in fase di cantiere di lungo periodo

La valutazione complessiva degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo sulla componente suolo e sottosuolo è riassunta nella tabella seguente, così come definito nel Capitolo 2.4.1. In tutti i casi gli impatti sono di tipo diretto ed estensione locale, mentre la durata è permanente per quanto riguarda la gestione del suolo e gli aspetti di qualità connessi alla bonifica dei suoli.

TABELLA 5-4 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI LUNGO PERIODO –
QUALITÀ DEL SUOLO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Positivo (bonifica)	I2	T2	D4	E1	14	Significativo forte
Negativo (rischio contaminazione)	I0	T2	D1	E1	0	Trascurabile

TABELLA 5-5 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI LUNGO PERIODO –
GESTIONE DEL MATERIALE DI SCAVO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Positivo	I1	T2	D4	E1	7	Significativo lieve

5.4. Analisi degli impatti in fase di esercizio

In fase di esercizio la qualità dei suoli non viene inficiata in modo significativo dalla presenza delle opere di Piano. Nell'area portuale infatti è prevista la pavimentazione di tutte le aree stoccaggio dei containers, le aree parcheggio e quelle destinate ad uffici, magazzini, capannoni, ecc..

Nel complesso l'impatto dell'esercizio delle opere di Piano sulla componente suolo e sottosuolo è considerato assente.

TABELLA 5-6 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DI BREVE E LUNGO
PERIODO – QUALITÀ DEL SUOLO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Negativo	I0	T2	D4	E1	0	Assente

6. AMBIENTE IDRICO – ACQUE INTERNE

In questo capitolo verranno affrontati i temi delle acque interne sia superficiali che sotterranee, relativamente all'analisi dello stato attuale e della valutazione ambientale in fase di cantiere e di esercizio.

6.1. Analisi dello stato di fatto

6.1.1. Acque superficiali

Idrologia dei corpi idrici superficiali

L'altopiano carsico si raccorda con la zona flyschoidale attraverso una scarpata più o meno acclive influenzata dalla tettonica. E' in questa zona che traggono origine i corsi d'acqua del territorio del Comune di Trieste. Le rocce marnoso-arenacee del Flysch sono incise da un reticolo idrografico spiccatamente erosivo, le cui aste torrentizie, non ancora in "profilo d'equilibrio", solo nella parte inferiore presentano materassi alluvionali. Nelle zone di foce questi depositi sono coperti da sedimenti fini, trasgressivi, francamente marini. In Figura 6-1 si riporta la rete idrografica regionale.

L'intera idrografia presenta un drenaggio, relativamente alle aste di più alto grado, a grandi linee improntato da Nord Est a Sud Ovest, fatta eccezione per l'alto corso del Torrente Farneto e per il medio corso del Torrente Settefontane che si sviluppano in valli orientate Sud Est-Nord Ovest.

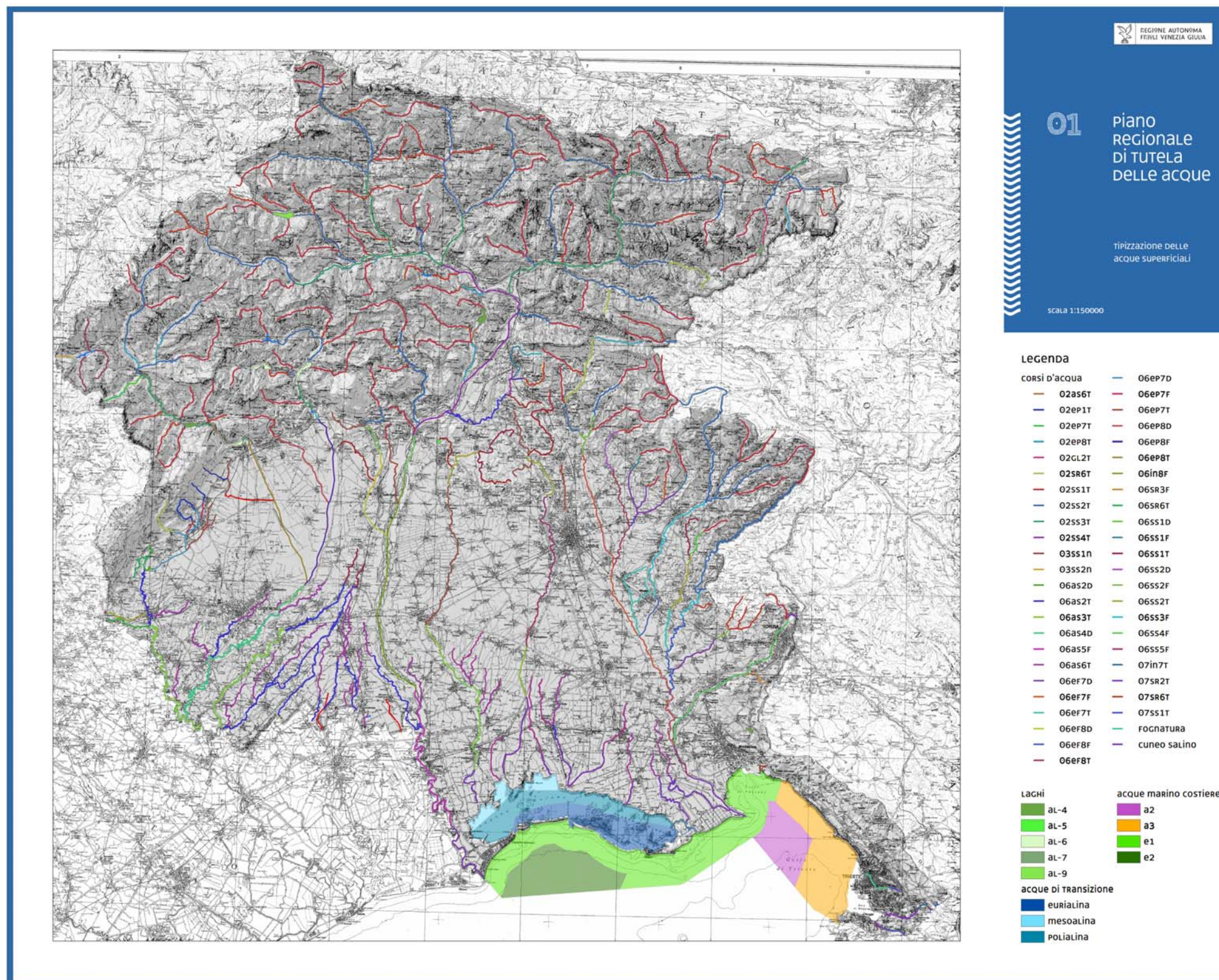


FIGURA 6-1 – RAPPRESENTAZIONE DEI CORPI D'ACQUA SUPERFICIALI (TAVOLA I ALLEGATA AL PIANO REGIONALE DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA)

Nell'arco di litorale compreso tra Barcola-Bovedo e San Rocco sfociano in mare diversi corsi d'acqua le cui foci sono pertinenti, per territorialità, al Comune di Trieste, al Comune di San Dorligo della Valle ed al Comune di Muggia.

Nel territorio del Comune di Trieste raggiungono il mare:

- tramite condotta canalizzata il Rio Martesin , il Torrente Chiave, il Rio Chiarbola, il Rio Baiamonti e il Rio Primario;
- il Torrente Posar, il Torrente Zaule e il Torrente S. Antonio sono convogliati a mare tramite condotta canalizzata e le loro acque, in portata di magra, vengono intercettate e destinate al depuratore di Zaule.

Fra il Molo I e il Molo II (Porto Vecchio) sfociava in superficie il Torrente di Roiano, drenante i versanti di Scorcola-Cologna-Gretta: quasi metà del suo percorso scorre oggi incanalato sotto il rione cittadino omonimo. Il Torrente Chiave sfocia fra il Molo III e il Molo IV (Porto Vecchio) e scorre incanalato sotto la città costituendone il reticolo fluviale più importante, generato dalla confluenza fra il Torrente Farneto (che scorreva nella Valle di San Giovanni) ed il Torrente Settefontane (che scorreva nella Valle di Rozzol). Il Torrente Farneto sfociava in mare pressappoco là dove oggi si incrociano la Via Battisti e Carducci, mentre il Torrente Settefontane sfociava in mare presso l'attuale Piazza Goldoni.

Nel territorio del Comune di S. Dorligo della Valle, il Torrente Rosandra raggiunge il mare a cielo aperto, mentre nel territorio del Comune di Muggia raggiunge il mare:

- il Rio Ospio a cielo aperto;
- il Torrente Farnei, il Torrente Fugnan e il Torrente Luna tramite canalizzazione.

Quindi solamente due corsi d'acqua, il Torrente Rosandra e il Rio Ospio, raggiungono le acque della rada portuale a cielo aperto, mentre i restanti raggiungono il mare canalizzati in galleria. La rete di corsi d'acqua superficiali è rappresentata graficamente in Figura 6-2.

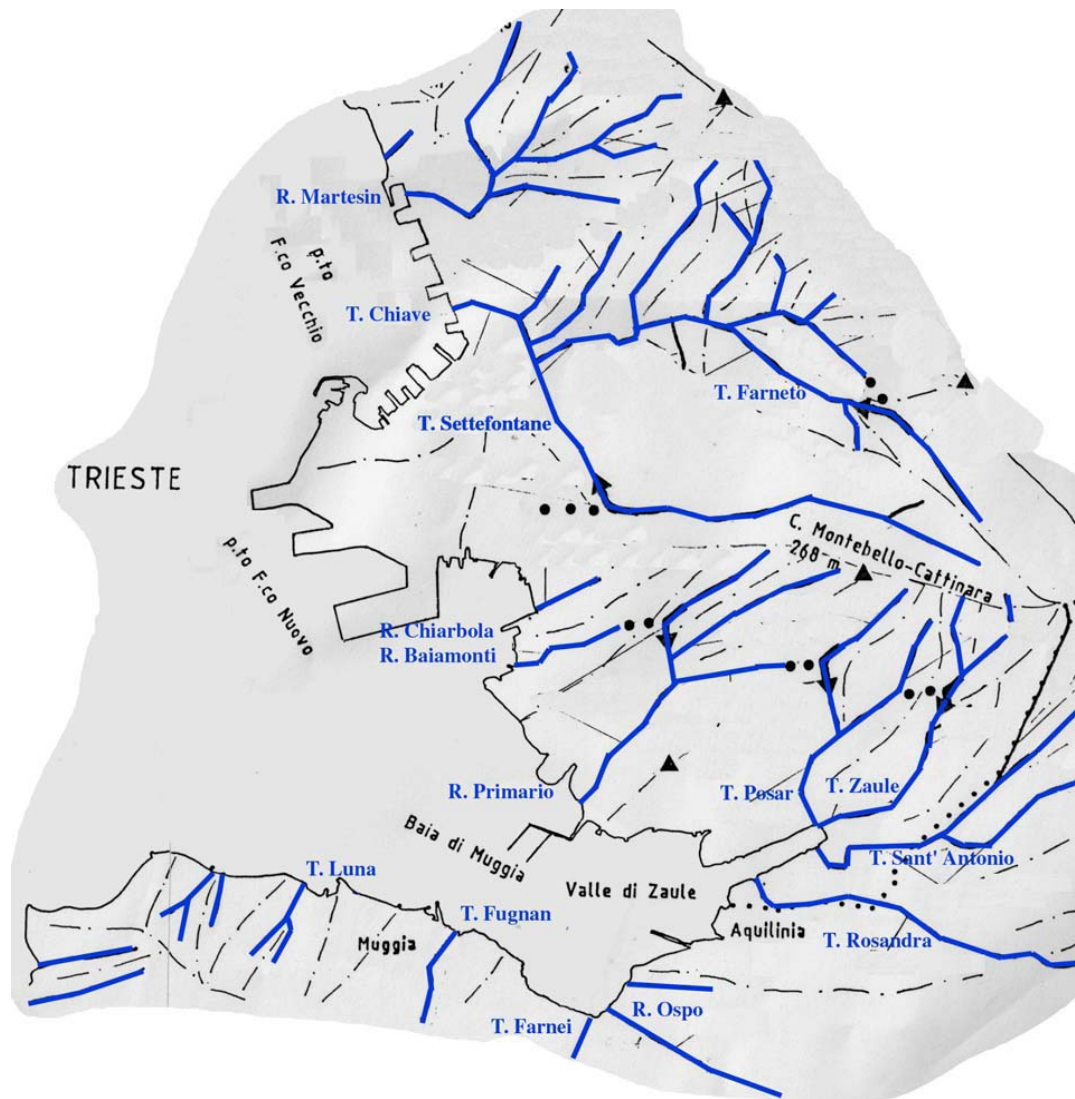


FIGURA 6-2 – RETE IDRICA SUPERFICIALE DELL'AREA TRIESTINA.

Nel seguito si riassumono le caratteristiche principali di tutti i corsi d'acqua iniziando la descrizione a partire dal limite occidentale del territorio.

Territorio del Comune di Trieste

- Bacino Rio Martesin. Martesin è il nome del corso d'acqua che riceve i sottobacini del Rio Carbonara, Rio Roiano, Rio Morari e Rio Scalze. Ad eccezione della zona superiore calcarea di Poggioreale e Conconello, il bacino interessa la litofacies prevalentemente arenacea del Flysch nella sua parte più alta, e quella marnoso-arenacea nella sua parte inferiore.

- Bacino Torrente Chiave. È la parte comune del Torrente Farneto ed il Torrente Settefontane, i due corsi d'acqua più importanti del centro urbano. In questo breve tratto, totalmente coperto, riceve in destra le acque saltuarie del Rio Scorcola e del Rio Romagna. L'alveo si sviluppa su rocce flyschoidi.
- Sottobacino Torrente Farneto. Raccoglie le acque del Rio Orsenigo, Rio Marchesetti e Rio San Cilino, Rio Prati, Rio Brandesia, Rio San Pelagio, Rio Timignano. È il corso d'acqua più esteso del Comune di Trieste, con un bacino complessivo di quasi 10 Km². Nel primo tratto fino alla Chiusa di S. Giuseppe (274 m) il corso d'acqua è racchiuso in una valle carsica. Dalla Chiusa di S. Giuseppe la valle prosegue su terreni appartenenti al complesso marnoso-arenaceo del Flysch. Il corso d'acqua entra definitivamente in galleria presso il primo tornante del Viale al Cacciatore.
- Sottobacino Torrente Settefontane. Il corso d'acqua scorre prevalentemente nei terreni di copertura alluvionale o nei terreni colluviali che ricoprono con spessore variabile il substrato litoide costituito dal Flysch marnoso-arenaceo. A quota 102 m s.l.m.m. a monte della linea ferroviaria Campo Marzio-Opicina entra definitivamente in galleria.
- Bacino Rio Chiarbola e Bacino Rio Baiamonti. Coperti fin dall'inizio delle loro linee di impluvio, sono raccoglitori di acque superficiali urbane.
- Bacino Rio Primario. Raccoglie le acque del Rio Corgnoletto e del Rio del Cimitero Cattolico. Ad eccezione di un tratto mediano è completamente canalizzato.
- Bacino Torrente Posar. Riceve i sottobacini del Rio Spinoletto e del Rio Marcese, prende il nome di Torrente Posar dopo la loro confluenza. Il substrato litoide del Torrente Posar è costituito prevalentemente da Flysch.
- Bacino Torrente Zaule: Il Torrente Zaule, nella parte alta e fino all'ingresso in galleria prende il nome di Rio Storto. Quasi tutto il bacino si sviluppa su terreni costituiti da Flysch marnoso e arenaceo dell'Eocene. I depositi alluvionali sono limitati ad alcuni tratti pianeggianti nella parte bassa del bacino.
- Bacino Torrente Sant'Antonio. Raccoglie le acque provenienti dai sottobacini di Rio del Gias, del Rio Log e del rio senza nome affluente in riva sinistra del Torrente Sant'Antonio. Si sviluppa nella parte alta su terreni calcarei, passa poi in terreno flyschoidi. Nel tratto terminale, prima dello sbocco in mare del torrente, i depositi alluvionali sono misti a sedimenti marini costituiti da limi e argille molli sature.

Territorio del comune di San Dorligo della Valle

- Bacino Torrente Rosandra: il Torrente Rosandra nasce da sorgenti perenni sgorganti dal Flysch a S e a SW di Klanec, in Slovenia e da piccole sorgenti carsiche del versante occidentale del Monte Reva. Continua poi su rocce carsiche e appena uscito dalla stretta di Bagnoli riceve, in riva sinistra, le acque provenienti dall'Antro di Bagnoli

(grotta n. 105 del catasto F.V.G.). In seguito subisce notevoli perdite di portata legate alla forte permeabilità dei depositi alluvionali. In epoca di magre il letto si presenta asciutto e le acque del Rosandra divengono così tributarie della falda della Piana di Zaule. Il tratto finale è completamente artificiale.

Territorio del Comune di Muggia

- Bacino Rio Ospio. Il Rio Ospio nasce in Slovenia. A circa 1 Km dal suo inizio riceve in riva destra le acque dell'emissario della Grotta d'Ospio. Da questo punto in poi nelle due rive sfociano corsi d'acqua che provengono esclusivamente da rilievi in Flysch. In territorio italiano il Rio Ospio presenta un corso regolarizzato e arginato dai lavori di bonifica che si sono succeduti nel corso degli anni. Il tratto terminale del Rio Ospio, è quindi completamente artificiale.
- Bacino Torrente Farnei. Scorre interamente sul Flysch. È canalizzato coperto nel suo ultimo tratto in corrispondenza dello sbocco a mare.
- Bacino Torrente Fugnan. Scorre interamente sul Flysch. Il fondovalle è costituito da depositi alluvionali, riceve il tributo di numerosi piccoli rii con portate non perenni, dotati però di potere erosivo molto elevato. Risulta canalizzato da circa metà del suo corso. Attraversa coperto l'abitato di Muggia.
- Bacino Torrente Luna. Scorre interamente sul Flysch. Canalizzato nella parte terminale.

Qualità dei corpi idrici superficiali

I corsi d'acqua presenti nell'ambito territoriale di interesse e per i quali è stato possibile reperire informazioni circa lo stato di qualità sono il Torrente Rosandra ed il Rio Ospio.

Il Torrente Rosandra nasce in Slovenia e attraversando da Est a Ovest parte del territorio del Comune di San Dorligo della Valle (cioè la Valle Rosandra), sfocia nel Canale Industriale di Trieste, a metà circa dello sviluppo della sponda Est, attraversando la piana alluvionale creata dallo stesso.

Il Rio Ospio, invece, nasce nel Comune sloveno di Capodistria e scorrendo nella piana delle Noghere, bagnando anche il biotopo naturale denominato Laghetti delle Noghere, sfocia nel vallone di Muggia, circa 800 m ad Ovest del pontile SILONE.

Le informazioni reperite sono tratte dal sito istituzionale di ARPA Friuli Venezia Giulia, dai Rapporti sullo Stato dell'Ambiente del 2012.

La Direttiva 2000/60/CE, la cosiddetta Direttiva Quadro per le Acque, prevede il raggiungimento o il mantenimento di uno stato di qualità “buono” dei corpi idrici entro il 2015, ed è stata recepita in Italia nel D.lgs.152/06 e suoi decreti attuativi (D.M. 56/09 e D.M. 260/10 del MATTM).

A tal fine, la Regione Friuli Venezia Giulia ha provveduto a classificare i corpi idrici superficiali in base al rischio di non raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla Direttiva, valutando le pressioni e gli impatti che insistono sui corpi idrici. La Regione, in collaborazione di ARPA FVG incaricata del monitoraggio biologico, chimico-fisico e idromorfologico, fornisce la classificazione dello stato ecologico di circa 450 corpi idrici superficiali interni, di cui 20 artificiali e 11 laghi. Il piano di monitoraggio si è svolto nell’arco di tre anni (2009-2011) ed è tuttora in corso.

I dati presentati nei seguenti paragrafi sono stati reperiti nel sito internet ufficiale di ARPA-FVG e alla data di redazione del presente SIA non risulta alcun aggiornamento rispetto alla precedente revisione dello studio.

Gli elementi biologici per la valutazione delle acque dolci superficiali interne sono: diatomee bentoniche e macrofite (flora acquatica), macroinvertebrati bentonici e pesci (fauna acquatica). Gli elementi biologici vengono valutati sulla base di indici e l’informazione di qualità da essi fornita viene interpretata da un Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Esso è dato dal rapporto matematico tra il valore osservato dell’indice e quello atteso in condizione di scarso/nullo impatto antropico (condizioni di riferimento). Il valore che ne consegue viene tradotto in una classe di qualità compresa tra elevato e cattivo. Seguendo un principio di precauzione, lo stato di qualità dei corpi idrici è classificato in base al più basso dei valori riscontrati durante il monitoraggio biologico e chimico-fisico.

Per la valutazione della composizione e abbondanza delle macrofite, con l’emanazione del D.M. 260/2010, ha adottato l’indice macrofitico IBMR (Indice Biologique Macrophytique en Rivière). L’Indice di stato trofico IBMR può essere considerato indice di Stato Ecologico attraverso il calcolo dell’RQE-IBMR, vale a dire il rapporto tra l’IBMR calcolato per un dato sito ed il valore teorico atteso in base alla tipologia alla quale il sito è stato assegnato.

È stata inoltre eseguita una valutazione generale dell’ambiente fluviale e perfluviale, applicando l’Indice di Funzionalità Fluviale (IFF), che fornisce una visione integrata dello

“stato di salute” di un fiume prendendo in considerazione sia la sua componente biotica che abiotica.

Il giudizio di qualità emesso da parte dell'ARPA-FVG è stato integrato da un giudizio esperto che tiene in considerazione tutti gli elementi rilevati durante il monitoraggio.

Qualità delle acque del Rio Osopo

I dati del monitoraggio svolto dal 2009 al 2011 da ARPA-FVG, indicano per il Rio Osopo un giudizio esperto “Buono” per entrambe le stazioni di monitoraggio. All'ingresso del corso d'acqua in Italia dalla Slovenia la funzionalità fluviale risulta essere buona; l'indice RQE_IBMR non è stato valutato a causa dell'assenza di una copertura significativa di macrofite; ma tutti gli altri indicatori suggeriscono uno stato ecologico da buono a elevato. Scendendo nella Valle delle Noghere, il Rio Osopo assume un valore di funzionalità fluviale mediocre, a causa della presenza di colture regionali sulla riva destra, mentre sulla sponda sinistra si osservano fenomeni erosivi anche particolarmente consistenti. Il valore di RQE_IBMR per le macrofite indicano potenziali fenomeni di eutrofizzazione, ma tale ipotesi non è supportata dai valori dei parametri chimico-fisici, i quali non evidenziano concentrazioni critiche di nutrienti nel medio e lungo periodo.

Nel complesso, l'intero corpo idrico (per quanto concerne le stazioni monitorate) è caratterizzato da disturbi di portata stagionali anche di elevata intensità, scarsa efficienza di esondazione e semplificazione degli elementi idromorfologici a causa del raddrizzamento che ha subito il corso d'acqua agli inizi '900 del secolo scorso.

Qualità delle acque del Torrente Rosandra

Per quanto concerne il torrente Rosandra, il primo tratto, subito dopo l'entrata in Italia, mostra una pressione antropica molto limitata coincidendo, di fatto, con la Riserva Naturale della Val Rosandra, istituita nel 1996. La valle è stata inserita sia nell'elenco delle zone ZPS (Zone di Protezione Speciale) che in quello dei siti SIC (Siti di Importanza Comunitaria). L'indice IFF è buono, con criticità legate alla naturale conformazione geologica. Tutti gli indici si assestano a valori da “buono” ad “elevato”: l'indice RQE_IBMR non è stato formulato a causa dell'assenza di una comunità macrofittica significativamente estesa per le condizioni naturali del tratto. Questa parte del corso d'acqua è un esempio di come alla naturalità eccellente non corrisponda un uguale grado di funzionalità, pur soddisfacente, in quanto risente di una certa “fragilità” intrinseca alla natura geomorfologica dell'ambiente (vegetazione perifluviale, condizioni idriche e

dell'alveo condizionate dalla natura calcarea del suolo). In questo tratto dunque il problema è rappresentato dal mantenimento e dalla conservazione ottimale di tale biotopo.

Continuando lungo l'alveo in direzione della foce, poco a monte dell'abitato di Bagnoli gli indici individuano una situazione ecologica da buona a elevata. Essendo entrambi i tratti monitorati in un'area protetta, nella quale le pressioni di origine antropica sono pressoché inesistenti, è ragionevole supporre che le eventuali variazioni di stato siano imputabili quasi esclusivamente a fluttuazioni naturali e, di conseguenza, il giudizio sullo stato ecologico risulta "elevato" per la prima metà del corso del torrente.

Successivamente, il torrente attraversa la zona industriale. La stazione di monitoraggio è posta a valle dei depositi petroliferi della SIOT (Società Italiana per l'Oleodotto Transalpino) e dello scarico di uno stabilimento industriale per la produzione di motori per navi (Wartsila). La valutazione complessiva tramite l'IFF è mediocre, con una situazione di degrado maggiore per la sponda destra. La maggior parte degli indici si assesta su una valutazione "sufficiente", e tale risulta essere di conseguenza anche il giudizio esperto sullo stato ecologico. La comunità macrobentonica non è particolarmente strutturata, pregiudicando un'ottimale capacità di autodepurazione del corpo idrico preso in esame. La comunità a macrofite suggerisce moderati fenomeni di eutrofizzazione. La semplificazione idromorfologica del tratto è ragionevolmente concausa dello stato ecologico riscontrato.

A valle dell'abitato di Bagnoli, la funzionalità fluviale nell'area di campionamento è ancora mediocre e gli elementi di maggiore criticità sono rappresentati da una significativa pressione antropica a carico del territorio circostante e la semplificazione degli elementi idromorfologici, a causa di recenti interventi di "rinaturalizzazione" artificiale dell'alveo. Gli indici individuano una situazione ecologica da buona a elevata tranne per le macrofite (RQE_IBMR). Queste suggeriscono fenomeni di eutrofizzazione i quali penalizzano la classificazione dello stato ecologico del corpo idrico: tuttavia, essendo l'indice RQE_IBMR ancora in fase di validazione, gli elementi considerati nell'ambito del giudizio esperto portano a classificare lo stato ecologico come buono, in attesa di ulteriori riscontri relativi alla comunità di macrofite.

Nella seguente Tabella 6-1 sono riassunti i dati commentati nei paragrafi precedenti, integrati dai dati di LIMeco (indicatore chimico che considera i parametri N-NH₄, N-NO₃, Ptot e ossigeno disciolto), STAR_ICMi (indice macrobenthos) e ICMi (indice che si basa sull'analisi della struttura della comunità di diatomee).

In Figura 6-3 la rappresentazione grafica dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali monitorati da ARPA-FVG nel triennio 2009-2011, con particolare riferimento ai due corsi d'acqua analizzati.

TABELLA 6-1 – TABELLA SINOTTICA DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO ARPA-FVG 2009-2011 PER I CORPI IDRICI SUPERFICIALI SIGNIFICATIVI CHE INTERESSANO L'AREA PORTUALE DI TRIESTE.

Fiume	Rio Osopo		Torrente Rosandra			
	Comune	Comune	Comune	Comune	Comune	Comune
Località	S.Dorligo	Muggia	S.Dorligo	S.Dorligo	S.Dorligo	S.Dorligo
Località	Caresana	Noghere	Bottazzo	ponte a monte Premuda	Siot	Bagnoli
ICMi	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO	ELEVATO
RQE_IBMR	-	SUFFICIENTE	-	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
STAR_ICMi	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	SUFFICIENTE	ELEVATO
LIMeco	BUONO	BUONO	ELEVATO	ELEVATO	BUONO	BUONO
Potenziale Ecologico	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	ELEVATO	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE
NO ₃ - (mg/l)	5,31	7,53	4,87	3,98	7,53	5,75
Ntot (mg/l)	1,6	2,1	1,4	1,1	2,1	1,6
Ptot (mg/l)	0,055	0,102	0,012	0,006	0,087	0,058
N/P	46	65	251	413	53	61
Giudizio Esperto	BUONO	BUONO	ELEVATO	ELEVATO	SUFFICIENTE	BUONO

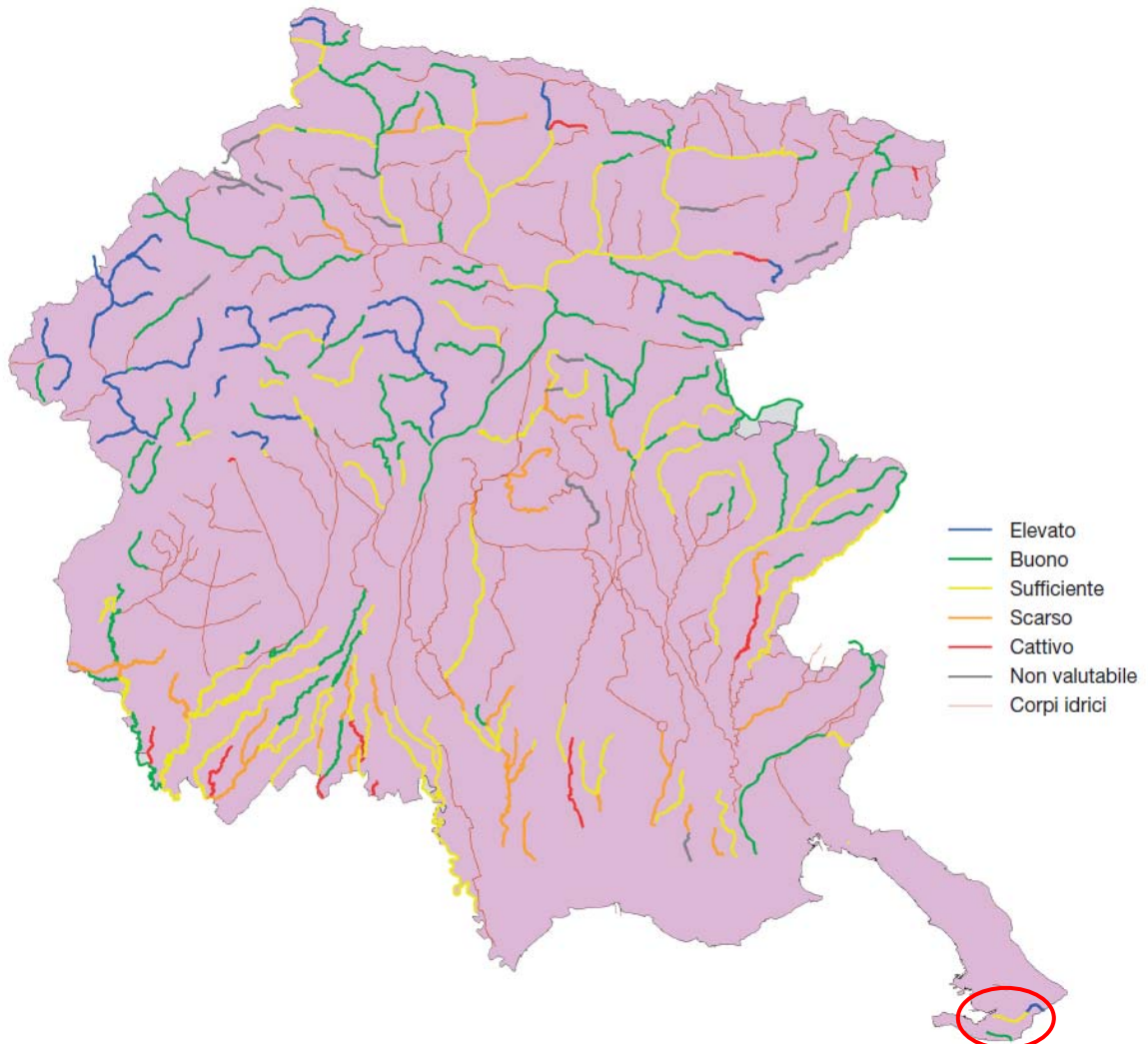


FIGURA 6-3 – STATO ECOLOGICO DEI CORPI IDRICI (MONITORAGGIO 2009-2011). NEL CERCHIO ROSSO IL TORRENTE ROSANDRA ED IL RIO OSPO.

Il Servizio di Idraulica della Regione Friuli Venezia Giulia ha classificato i corsi d'acqua monitorati anche in funzione degli impatti idromorfologici ravvisati, dipendenti generalmente dalla presenza di briglie, prese idroelettriche, derivazioni, rilasci ed escavazioni in alveo che semplificano il corso d'acqua e riducono le naturali funzioni dei fiumi. Per quanto concerne i due corpi idrici presi in particolare esame nel presente rapporto, la classificazione riportata nel Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2012 varia da uno stato di "basso" e "elevato" impatto per i tratti iniziali del Torrente Rosandra fino al grado di "forte" per i tratti terminali di entrambi i corpi idrici considerati.

6.1.2. Acque sotterranee

Idrogeologia dei corpi idrici sotterranei

I bacini idrografici principali del territorio hanno lo spartiacque nei terreni calcarei, cui può essere conferita una permeabilità elevata a causa della roccia fessurata resa beante dal progredire della dissoluzione. Il risultato è il rapido convogliamento delle acque in profondità, fino a raggiungere il “livello di base carsico”, che corrisponde, a seconda dei casi, ad un substrato impermeabile costituito da rocce non carsificabili, al livello del mare o, infine, al livello dei più prossimi fondi vallivi marnoso-arenacei non permeabili. In Figura 6-4 sono rappresentati i corpi idrici sotterranei del bacino del Levante delle Alpi Orientali.

I terreni marnoso-arenacei, pur non carsificabili, ritenuti impermeabili nei confronti delle soprastanti rocce carbonatiche con cui sono in contatto stratigrafico o tettonico, possono comunque ospitare falde idriche in seno alle facies arenacee o alla coltre di alterazione. Localmente la ricchezza d’acqua del Flysch è nota, essendo censiti oltre 700 pozzi d’acqua di profondità tra i 10 ed i 20 m che captano falde superficiali, un tempo sfruttate per uso agricolo ed ancor prima per uso potabile.

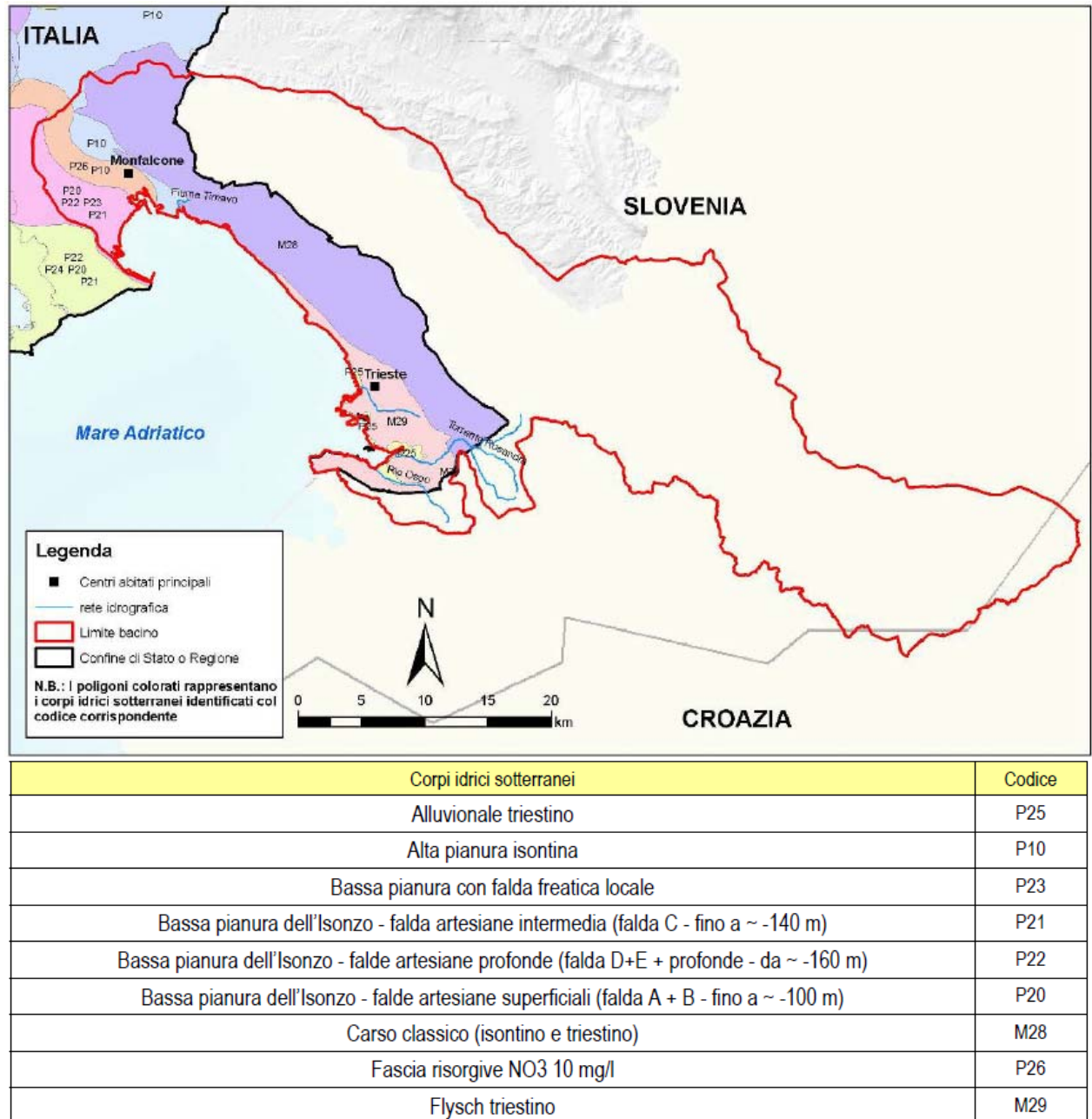


FIGURA 6-4 – RAPPRESENTAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI DEL BACINO DEL LEVANTE DELLE ALPI ORIENTALI (FONTE: PIANO DI GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI DELLE ALPI ORIENTALI)

Pur se l'intervento dell'uomo ha trasformato profondamente la morfologia e la topografia originaria del territorio per dar posto alle importanti infrastrutture portuali ed industriali, i lavori non hanno sostanzialmente interferito con le falde sotterranee che si trovano, almeno quelle sfruttabili, a monte della linea di costa.

Nelle aree poste più verso costa non sono note problematiche o interferenze particolari connesse con la presenza di falde sotterranee poiché queste, quando presenti, restano confinate entro livelli profondi, poco potenti e spesso frammisti ad argilla e pertanto scarsamente produttivi.

Nelle aree di colmata non ancora ultimate o nelle discariche, laddove il terreno superficiale risulta permeabile (detriti grossolani) possono circolare delle quantità d'acqua infiltrata per piovosità diretta o per fratturazioni dell'arenaria, esigue e trascurabili.

Solamente nella piana di Zaule e nella Valle delle Noghère (Rio Ospò) sono presenti in profondità, nelle aree relativamente prossime all'attuale linea di costa, depositi fluviali ghiaiosi più grossolani (e più permeabili) interessati da circolazione idrica sotterranea.

Queste due zone di pianura, anticamente paludose e poi in parte bonificate per la creazione di saline, sono state recentemente ulteriormente bonificate per la realizzazione di opere portuali ed industriali.

Il deposito alluvionale della piana di Zaule è spesso mediamente circa 40 m. Al fondo del deposito, immediatamente sopra il Flysch, e lungo l'asse della valle (là dove scorreva prima delle divagazioni fluviali il Torrente Rosandra) i materiali sono prevalentemente costituiti da ghiaia (molto permeabile).

Il deposito alluvionale del Rio Ospò risulta di composizione più eterogenea, con ghiaie calcaree limitate alla parte più profonda e nell'alta Valle delle Noghère e con alternanze di spessi strati sabbiosi ed argillosi nella parte superficiale e nella zona più a mare. Il livello ghiaioso profondo è poco potente ed inizia ad ispessirsi solo a circa 2 Km a monte dell'attuale costa.

Entro i livelli ghiaiosi permeabili, sia più superficiali sia profondi, scorre acqua di falda con portata media, solo per la piana di Zaule, superiore ai 250 l/s. Tale acqua viene attualmente emunta da vari pozzi di insediamenti industriali posti nell'area a monte della Via Flavia; a valle di questa Via le acque sotterranee, di portata ben inferiore per il maggior spessore dei livelli impermeabili e per la minor permeabilità degli strati acquiferi, non vengono più emunte da alcuni decenni per l'instaurarsi, a causa dell'eccessivo prelievo idrico, di intrusioni d'acqua marina.

Nell'area del Canale Industriale i sedimenti sono prevalentemente d'origine marina: l'area compresa fra la Nuova Sopraelevata e la Riva Giovanni da Verrazzano (zona industriale Ovest) è stata strappata al mare e i primi 4-8 m circa (a seconda della distanza dalla costa) sono costituiti da materiale di riporto che sovrasta argille miste a limo, mentre l'area opposta al Canale Industriale (compresa fra la Riva Cadamosto e la Via Flavia) è costituita, sotto un paio di metri di terreno di riporto, da uno strato potente di argille marine (spesso 15 m verso mare, cioè verso la foce del Torrente Rosandra, e 3 m verso monte) che sovrasta un livello di 1 m circa di argille marine frammischiate a ghiaia (dove prevale la ghiaia possono scorrere limitate quantità d'acqua).

L'area attualmente occupata dal Canale Industriale prima del dragaggio era costituita per i primi 10 m circa da argilla fangosa (tranne un lieve livello di ghiaia minuta e sabbia presente verso costa a circa 5-6 m di profondità) che sovrastava un livello di circa 2 m di spessore costituito da alternanze di ghiaia, sabbia e argilla; seguiva, verso il basso argilla marina.

Nel seguito sono brevemente riassunte le principali caratteristiche idrogeologiche dell'area costiera oggetto del Piano Portuale:

- aree Barcola-Bovedo, Servola-Ferriera e San Sabba-Via Errera: sono aree di recente formazione antropica (discariche a mare di materiali inerti), i cui lati posti verso monte sono costituiti dalle pendici marnoso-arenacee. Nel caso in cui questa formazione rocciosa si presentasse ricca della componente arenacea e fosse fratturata potrebbero esistere piccole venature d'acqua e quindi esigue fuoriuscite dai versanti coperti dai materiali inerti. Non si hanno comunque dati al riguardo e se i riempimenti delle aree a mare sono stati effettuati secondo criteri tecnici e scientifici adeguati non dovrebbero sussistere problemi legati a presenza di acqua entro il materiale di riporto.
- aree Porto Franco Vecchio, Rive e Porto Nuovo: aree portuali impostate su terreni di più antica formazione antropica, poggianti su sedimenti marini in prevalenza limo-argillosi e sovrastanti il basamento roccioso. Dai diversi sondaggi reperiti per queste aree non risulta essere mai presente in profondità alcun livello permeabile contenente falde sotterranee. Nel caso in cui il materiale di riporto superficiale sia permeabile (limitatamente ad alcune zone e nelle parti più superficiali) può essere presente dell'acqua (di origine meteorica).
- area Porto Industriale - Valle Zaule: i sedimenti sono prevalentemente d'origine marina. La zona industriale Ovest (area compresa fra la Nuova Sopraelevata e la Riva Giovanni da Verrazzano) è stata strappata al mare e i primi 4-8 m sono costituiti da materiale di riporto che sovrasta argille miste a limo, mentre l'area opposta al Canale industriale (compresa fra la Riva Cadamosto e la Via Flavia) è costituita, sotto un paio

di metri di terreno di riporto, da uno strato potente di argille marine, che sovrasta un livello di argille marine frammischiate a ghiaia (in cui possono scorrere limitate quantità d'acqua).

- area ex Aquila: il terreno, a prescindere dagli interrimenti artificiali, è costituito da sedimenti fluviolacustri e marini argillosi. L'area posta più a monte, verso il promontorio di Aquilina, confina con la formazione marnoso-arenacea affiorante.
- area Valle delle Noghere: è l'unico tratto di costa dell'area del Piano Regolatore Portuale, assieme alla piana di Zaule, in cui sono presenti in profondità, nelle aree più prossime all'attuale linea di costa, depositi fluviali ghiaiosi più grossolani, più permeabili e quindi interessati da circolazione idrica sotterranea. Queste due zone di pianura, anticamente paludose e poi in parte bonificate per la creazione di saline, sono state recentemente ulteriormente bonificate per la realizzazione di opere portuali ed industriali.
- costa muggesana: è l'unico tratto di costa che è stato oggetto di trasformazioni antropiche relativamente meno imponenti, se si eccettuano i riempimenti nelle parti a mare delle due insenature principali, oggi occupate dall'abitato di Muggia e dal Porto di San Rocco. Per la prevalente componente marnosa della formazione flyschoidale presente in tutto il territorio muggesano i sedimenti alluvionali, là dove presenti, sono prevalentemente argillosi e quindi impermeabili, con scarse intercalazioni sabbiose.

Qualità delle acque sotterranee

Per quanto riguarda i corpi idrici più prossimi all'area di studio, si evidenzia una contaminazione arealmente diffusa da metalli, cui seguono gli Idrocarburi, i composti organici aromatici e gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) che, unitamente ai composti alifatici clorurati cancerogeni ed ai Fenoli, si rinvencono con frequenza minore ed in misura più limitata.

Per la contaminazione da metalli nelle acque sotterranee è comunque importante sottolineare come le concentrazioni di Ferro e Manganese generalmente al di sopra dei limiti di legge entro tutto il Sito di Interesse Nazionale (SIN) ed in tutta la Provincia di Trieste siano da ritenersi legati a valori di fondo naturale, per i quali il Dipartimento Provinciale di Trieste di ARPA ha già elaborato un primo studio, di cui ha preso atto la Conferenza di Servizi Decisoria del 26 Luglio 2007.

In collaborazione con l'Ente Industriale di Zona (EZIT) il medesimo Dipartimento sta terminando le ulteriori analisi previste dal Ministero al fine di integrare lo studio già presentato ed evidenziare come le concentrazioni dei due elementi non siano attribuibili ad attività antropogeniche.

Nel Rapporto sullo Stato dell'Ambiente 2012 di ARPA-FVG, sono indicati due acquiferi potenzialmente interessati dall'area di progetto (vedi Figura 6-4), indicati rispettivamente con codice M29 e P25 (cfr Tabella 6-2). In particolare il P25 rientra nell'area terrestre delimitata del SIN di Trieste. Per entrambi gli acquiferi l'ARPA non riporta dati specifici di caratterizzazione della qualità delle acque.

TABELLA 6-2 – CORPI IDRICI SOTTERRANEI IN PROSSIMITÀ DELL'AREA PORTUALE TRIESTINA

NOME CORPO IDRICO	CODICE	CLASSE DI RISCHIO	STATO DI QUALITÀ CHIMICO	DESCRIZIONE	TIPO DI MONITORAGGIO
Flysch triestino	M29	N.D.	N.D.	Acquifero montano con flusso prevalente per fessurazione	Non definito
Alluvionale triestino	P25	N.D.	N.D.	Area di prevalente riporto antropico con presenza di cuneo salino che si configura come fondo naturale	Non definito

Per l'area di proprietà della Sea Service, prospiciente il Canale Navigabile e che interessa l'acquifero P25, indagini della falda hanno mostrato dei superamenti per gli analiti manganese e boro, i quali si ipotizza possano essere messi in relazione con il valore di fondo naturale in accordo con i risultati dello "Studio sui livelli naturali di As, B, Fe e Mn nel suolo, sottosuolo ed acque sotterranee nelle zone comprese e limitrofe al Sito Inquinato di Interesse Nazionale di Trieste" redatto dall'A.R.P.A. Le elevate concentrazioni di cloruri e solfati mostrano ingressioni di acqua marina, mentre gli altri analiti risultano conformi ai CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) definiti dal D.Lgs 152/06.

Di seguito si riporta la sintesi dei piani di indagine eseguiti nell'area di Servola, da Servola S.p.A., interessata dalla realizzazione dell'infrastruttura stradale di collegamento del nuovo Molo III, che prevede attività di scavo, in particolare per la parte di tracciato in galleria ed in viadotto.

Piano di indagine dello stabilimento siderurgico Servola

Nel presente paragrafo vengono descritti i lavori effettuati nel corso dell'indagine di caratterizzazione ambientale delle aree demaniali in concessione a Servola S.p.A. ricadenti nel perimetro del SIN, così come previsto dal Piano Operativo di Lavoro concordato con

l'ARPA Friuli Venezia Giulia nel 2005 per l'esecuzione del Piano di Caratterizzazione del sito su cui è insediato lo Stabilimento Siderurgico Servola S.p.A. di Trieste (P.d.C. approvato dalla Conferenza di Servizi Decisoria del 19 maggio 2004). Le attività di indagine sono state effettuate nel periodo compreso tra febbraio e ottobre 2008.

Il piano ha previsto la realizzazione complessivamente di 130 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui 10 completati a piezometro. I sondaggi sono stati spinti fino alla profondità dal p.c. indicata nella seguente Tabella 6-3. I dettagli dell'indagine sono stati descritti nel Paragrafo 5.1.7, relativo alle qualità dei suoli.

TABELLA 6-3 – CARATTERISTICHE DEI PIEZOMETRI NELLO STABILIMENTO DI SERVOLA

Nome	Data Perforazione	Profondità (m da p.c.)	Chiusino	Tratto fessurato (m da p.c.)
PZ 15	07/05/2008	15	carrabile	Da -2,3 a -13,3
PZ 16	05/05/2008	24,5	carrabile	Da -2 a -22
PZ 17	09/04/2008	8	carrabile	Da -2 a -7
PZ 18	20/03/2008	10	carrabile	Da -2,15 a -9,15
PZ 19	16/04/2008	18,5	carrabile	Da -2 a -17
PZ 20	13/02/2008	10	carrabile	Da -3 a -9
PZ 21	12/03/2008	11	carrabile	Da -2,5 a -10,5
PZ 22	22/04/2008	15	fuori terra	Da -1,7 a -12,7
PZ 23	16/06/2008	19,6	carrabile	Da -2,3 a -16,3
PZ 24	17/05/2008	5	carrabile	Da -2 a -5

Nella seguente tabella vengono illustrati i livelli idrici statici della falda misurati nel corso della campagna di rilevamento freaticometrico di settembre 2008.

TABELLA 6-4 – LIVELLO IDRICO STATICO DELLA FALDA

Codice Piezometro	Area di stabilimento	Quota s.l.m.	Data campagna freaticometrica	Livello idrico statico della Falda (m dal p.c.)	Livello idrico statico della Falda (m s.l.m.)
PZ 01	Proprietà	3,5	22.09.2008	4,95	-1,45
PZ 02	Proprietà	3,8	22.09.2008	7,43	-3,63
PZ 03	Proprietà	4,2	22.09.2008	9,23	-5,03
PZ 04	Proprietà	4	22.09.2008	6,47	-2,47
PZ 06	Proprietà	3,8	22.09.2008	7,37	-3,57
PZ 07	Proprietà	4,6	22.09.2008	5,77	-1,17
PZ 08	Proprietà	4,5	22.09.2008	6,62	-2,12
PZ 09	Proprietà	5	22.09.2008	7	-2
PZ 10	Proprietà	5	22.09.2008	6,86	-1,86
PZ 11	Proprietà	4,6	22.09.2008	3,9	0,7
PZ 17	Demaniale	4,93	23.09.2008	4,77	0,16
PZ 18	Demaniale	4,66	23.09.2008	6,4	-1,74
PZ 20	Demaniale	4,37	23.09.2008	6,44	-2,07
PZ 24	Demaniale	3,72	23.09.2008	2,06	1,66

L'andamento della falda freatica, ricostruito sulla base delle misure dei livelli idrici statici nei piezometri, risulta:

- verso O e SO seguire approssimativamente la morfologia del terreno, con quote s.l.m. decrescenti da monte verso mare;
- verso E e SE approfondirsi in direzione della Val Maura.

Nella planimetria di Figura 6-5 viene illustrata la freaticometria ricostruita a seguito della campagna di misura di settembre 2008; la ricostruzione della freaticometria è stata effettuata con il software Surfer 7.0 (metodo di interpolazione kriging).

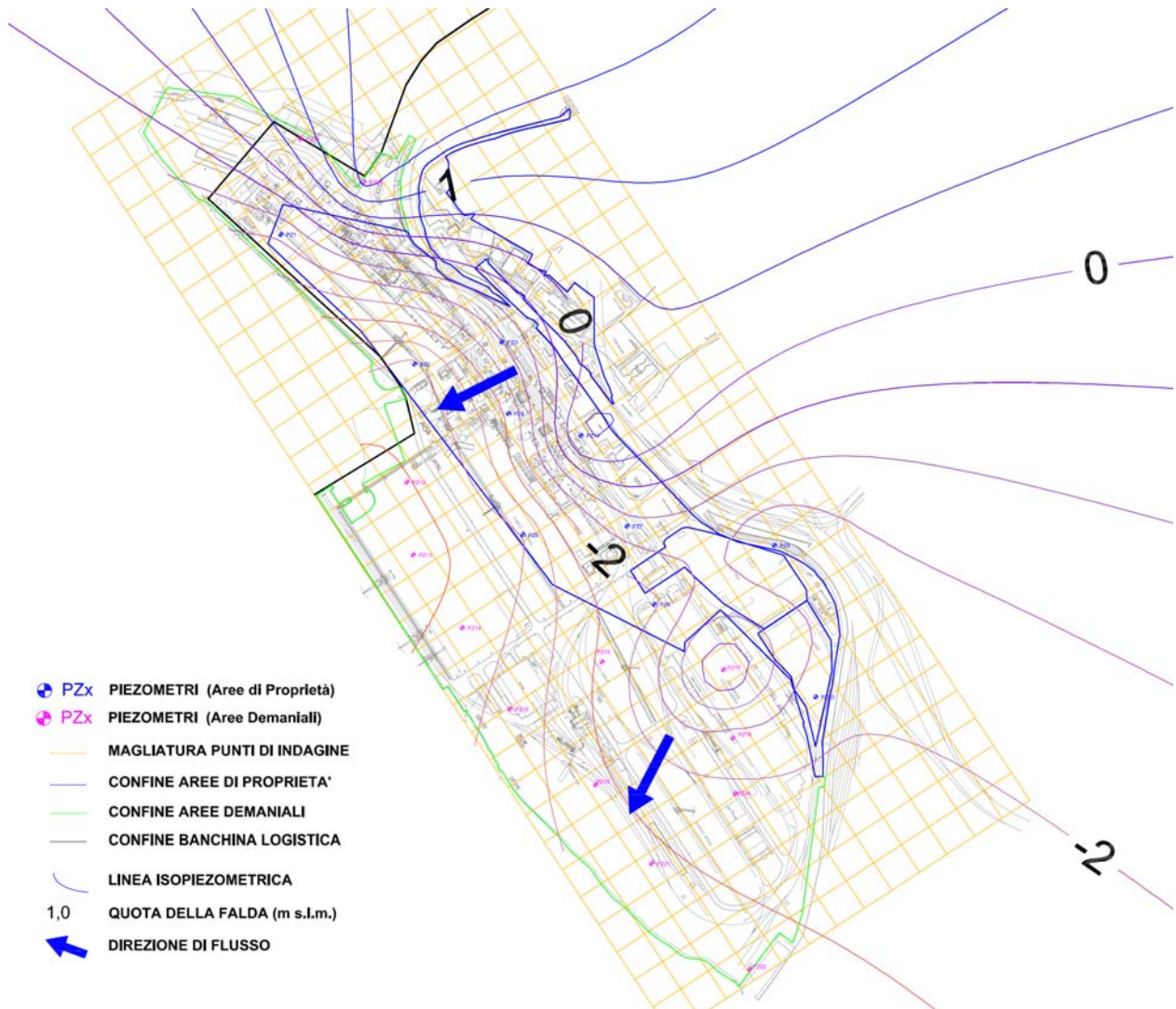


FIGURA 6-5 - ANDAMENTO DELLA SUPERFICIE FREATICA NELL'AREA DI SERVOLA

Complessivamente, dai piezometri ricadenti in aree demaniali sono stati prelevati ed analizzati 38 campioni di acque di falda, mentre dai piezometri ricadenti in aree di proprietà sono stati prelevati ed analizzati 20 campioni di acqua di falda.

Le analisi dei campioni di acqua di falda sono state eseguiti ancora in regime di DM 471/99.

Nella planimetria di Figura 6 è riportata una carta tematica che evidenzia la localizzazione dei piezometri (ricadenti in aree demaniali e di proprietà) in cui sono stati registrati superamenti delle Concentrazioni Limite Accettabili ex Tabella 3 (Acque sotterranee) dell'Allegato 1 al D.M. 471/99 per le principali famiglie di inquinanti, così suddivise:

- Metalli;
- Altri inquinanti inorganici;
- Solventi aromatici (BTEX);
- IPA.

In tale elaborato sono stati considerati come “superamenti” i casi in cui un determinato analita è risultato eccedere i pertinenti limiti di legge almeno in 3 delle 4 campagne di analisi. In Figura 6-7 sono invece riportati i “sospetti superamenti” delle CLA, intendendo con questo termine i casi in cui un determinato analita è risultato eccedere i limiti di legge soltanto in una/due campagne di analisi sulle 4 effettuate.

Le analisi chimiche effettuate nel corso delle 4 campagne di campionamento mostrano un impatto sulle acque sotterranee dovuto principalmente ad alcuni metalli, in particolare il manganese, e a certi inquinanti organici, come benzene ed IPA.

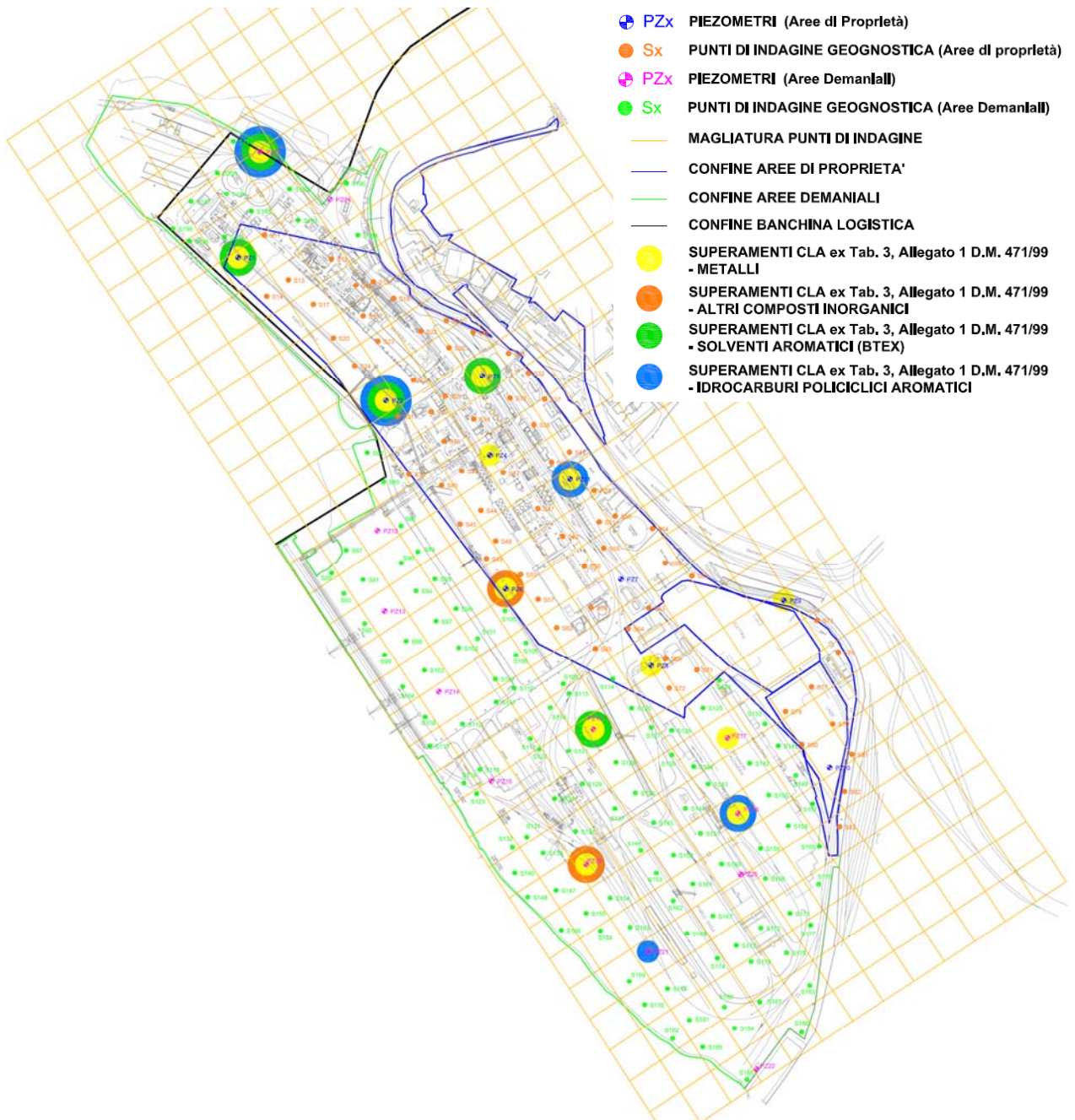


FIGURA 6-6 - SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 3, ALLEGATO 1, D.M. 471/99



FIGURA 6-7 – SOSPETTI SUPERAMENTI CLA EX TABELLA 3, ALLEGATO 1, D.M. 471/99

6.2. Identificazione degli impatti potenziali

Per le acque interne, considerando lo stato attuale e gli scenari di cantiere e di esercizio previsti (Paragrafi 2.1 e 2.2), possono essere identificati i seguenti impatti potenziali diretti:

- variazione del regime idrologico dei corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale;
- alterazione dello stato chimico delle acque superficiali;
- variazione dello stato di qualità ecologico delle acque superficiali e della funzionalità fluviale;
- variazione dello stato di qualità delle acque sotterranee;
- variazione dell'assetto piezometrico rispetto alle condizioni attuali.

Impatti indiretti possono essere connessi, nel caso di variazioni in positivo del regime idrologico, al potenziale incremento di nutrienti che i corsi d'acqua recapitano nella rada portuale o al maggiore carico di solidi sospesi totali, che può ridurre la trasparenza delle acque in rada, e al potenziale rilascio di contaminanti nella colonna d'acqua.

Acque superficiali

Dall'analisi delle interferenze tra le fasi di esecuzione delle opere e la loro operatività e i corpi idrici superficiali non emerge alcuna criticità: le opere non interferiscono con i corpi identificati né con le loro caratteristiche idrologiche. I corsi d'acqua non vengono deviati, né le foci subiscono alcuna interferenza dalla presenza delle nuove banchine o dal prolungamento delle esistenti, per cui non è ravvisabile nessun impatto di tipo diretto, né positivo né negativo, sia in fase di cantiere che di esercizio. Dalle attività individuate e dagli impatti riscontrati per le altre componenti, non sono ipotizzabili neanche impatti di tipo indiretto per entrambe le fasi, considerando sia le opere previste per lo scenario di Breve Periodo che quelle per lo scenario di Lungo Periodo.

Acque sotterranee (falda superficiale)

Gli interventi che prevedono interazione con la falda superficiale sono rappresentati dalle infrastrutture stradali che si sviluppano parzialmente in galleria e in viadotto.

Tali azioni richiederanno la realizzazione di opportuni sistemi di regolazione del livello piezometrico, cioè captazione ed invio a trattamento, come da indicazioni fornite dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, contribuendo nel contempo al processo di disinquinamento della falda.

Essendo le aree di interesse ubicate all'interno del Sito di Interesse Nazionale, in via propedeutica alla realizzazione delle opere a terra, qualora non fossero disponibili, dovranno essere condotti adeguati piani di caratterizzazione finalizzati all'identificazione quali-quantitativa dell'entità locale dell'inquinamento.

Ciò premesso, dall'analisi degli impatti potenziali emerge quindi che gli effetti rilevanti sulle acque interne sono la variazione dei livelli piezometrici e della qualità delle acque sotterranee. Gli indicatori applicati per quantificare l'intensità degli impatti sono: la contaminazione della falda e il livello della falda. La valutazione complessiva dell'impatto è stata stimata applicando la metodologia descritta nel dettaglio nel Capitolo **2.4**.

6.3. Analisi degli impatti in fase di cantiere

Come specificato nel paragrafo precedente, la realizzazione delle opere di Piano non interferiscono in alcun modo con i corpi idrici superficiali, non determinando di conseguenza alcun impatto, né di tipo positivo né negativo. Di seguito si descrivono gli impatti della fase di cantiere sulle acque sotterranee, l'analisi funzionale per la valutazione degli impatti è stata eseguita per i due scenari di breve e lungo periodo, così come descritto nel Paragrafo **2.2**.

6.3.1. Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Breve Periodo

Il cantiere di Breve Periodo riguarderà la realizzazione delle seguenti opere, divise in due stadi di costruzione che prevedono l'esecuzione contemporanea delle seguenti opere, come descritto nel Paragrafo 2.2:

Stadio 1:

- prolungamento del Molo VII;
- prolungamento del Molo V;
- prolungamento del Molo VI;
- Molo VI-Molo VII – banchinamento (cassa colmata);
- prolungamento del Molo Bersaglieri;
- dragaggio del Canale Industriale;
- dragaggio del canale di accesso al terminal Ro-Ro di Noghere;

Stadio 2:

- ampliamento delle banchine del Canale Industriale;
- banchinamento parziale del terminal Ro-Ro Noghere.

Complessivamente la realizzazione delle opere di breve periodo non prevede fasi costruttive che interferiscono con la componente acque interne sotterranee (vedi Paragrafo 7.10 del Quadro di Riferimento Progettuale sulla cantierizzazione delle opere), pertanto l'impatto è da ritenersi assente.

6.3.2. Impatti del cantiere per la realizzazione delle opere di piano di Lungo Periodo

Il cantiere di lungo periodo riguarderà la realizzazione delle seguenti opere, divise in tre stadi esecutivi che prevedono l'esecuzione contemporanea delle seguenti opere, come descritto nel Paragrafo 2.2:

Stadio 1:

- banchinamento tra il Molo V ed il Molo VI;
- completamento del Molo VII;
- demolizione del pontile Silone;
- realizzazione del Centro Operativo Servizi;
- ampliamento dell'Arsenale San Marco;
- realizzazione di Porto Lido;
- sistemazione di Darsena Sant'Andrea,
- risistemazione della SP.14 (costa Muggia)

Stadio 2:

- completamento del banchinamento del terminal Noghère e viabilità di collegamento;

Stadio 3:

- realizzazione del Molo VIII e viabilità di collegamento.

Le attività di cantiere che coinvolgono le acque sotterranee sono limitate al terzo stadio di esecuzione delle opere di lungo periodo.

Relativamente alla viabilità interna del Molo VIII, parte del tracciato di progetto si sviluppa in galleria e in viadotto attraverso la ferriera di Servola, l'andamento della falda in quest'area è stato ricostruito in Figura 6-5 sulla base delle campagne condotte nel 2008.

Le opere a terra necessarie alla realizzazione del viadotto prevedono la fabbricazione di plinti di fondazione su pali. Le fondazioni, vista la natura limo-argillosa del terreno, dovranno essere profonde nel terreno e andranno quindi a interessare la zona satura. Si prevedono quindi delle opere provvisorie per il sostegno degli scavi, che dovranno essere dotate di un sistema di drenaggio e controllo delle pressioni.

Il tracciato in galleria è realizzato con il metodo Milano, ovvero effettuando lo scavo a cielo aperto fino al livello di imposta della copertura, realizzando diaframmi in calcestruzzo armato e tamponi in jet grouting a profondità di volta in volta variabili secondo la localizzazione. L'adozione di questo metodo prevede quindi la realizzazione di opere accessorie atte a garantire sia la stabilità strutturale dell'opera sotto le azioni di carico del terreno e delle acque di falda, sia l'esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza.

In particolare, i diaframmi dovranno essere infissi a profondità tali da poter garantire la stabilità delle pareti di scavo sotto le spinte esercitate da terreno e acqua posti a tergo. Orientativamente, in corrispondenza della ferriera Servola, i diaframmi avranno una profondità pari a circa 20-25 metri al fine di raggiungere gli strati impermeabili del Cappellaccio e del Flysch. Soprattutto nel caso in cui si volesse ridurre la profondità d'infissione dei diaframmi, ovvero non si dovessero raggiungere strati impermeabili, si procederà alla realizzazione di un tampone in jet grouting (spessore circa 4-5 m) alla profondità prevista dalla relativa quota di progetto. I tamponi in jet grouting hanno quindi la doppia funzione di impermeabilizzare e stabilizzare il fondo di scavo.

Terminata la realizzazione dei diaframmi ed il relativo solaio di copertura, saranno quindi condotte le operazioni di scavo a foro cieco ed evacuazione delle acque di falda fino al raggiungimento delle profondità di progetto, variabili al variare della progressiva.

Riguardo agli effetti sulla qualità delle acque di falda, dalle indagini disponibili nella Ferriera di Servola (vedi Paragrafo 6.1.2), risulta una contaminazione nei piezometri delle aree demaniali PZ16, PZ19 e PZ21, dovuta a metalli (arsenico, manganese) e alcuni inquinanti organici, come benzene ed IPA. Le acque di falda emunte durante le fasi di cantiere saranno quindi gestite come rifiuti e caratterizzate ai fini dell'invio ad idoneo impianto di trattamento. Le attività di emungimento porteranno di riflesso ad una condizione di miglioramento dello stato di qualità attuale, contribuendo nel contempo al processo di disinquinamento della falda. Dal momento che tale impatto è complessivamente non quantificabile in modo preciso, l'intensità associata è considerata non superiore ad I2, con effetto locale e limitato ad una specifica lavorazione di cantiere; il giudizio sintetico d'impatto risulta significativo.

Le attività di scavo finora illustrate dovranno essere dotate di un sistema di controllo delle pressioni neutre; le operazioni di emungimento/drenaggio, se non regolate, possono infatti causare un abbassamento del livello di falda fuori dallo scavo con potenziali cedimenti su strutture ed edifici esistenti. Per monitorare questi effetti si prevederà un sistema di controllo dei livelli di falda mediante rete piezometrica, atto a ristabilire le dinamiche di

flusso presenti nella situazione ante operam. Inoltre si terrà sotto controllo la statica degli edifici prossimi al cantiere mediante monitoraggio dei potenziali movimenti delle strutture (livellazione topografica di precisione periodica, assestimetri, inclinometri, ecc.). Sulla base di queste considerazioni si stima che gli effetti sugli assetti piezometrici locali possono ritenersi trascurabili.

La valutazione complessiva degli impatti nella fase di cantiere di lungo periodo è riassunta nella tabelle seguenti, così come definito nel Capitolo 2.4.1.

TABELLA 6-5 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI LUNGO PERIODO – QUALITÀ DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Positivo	I2	T2	D1	E1	8	Significativo lieve

TABELLA 6-6 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI CANTIERE DI LUNGO PERIODO – ASSETTO PIEZOMETRICO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Negativo	I0	T2	D1	E1	0	Trascurabile

6.4. Analisi degli impatti in fase di esercizio

Come specificato nell'analisi degli impatti potenziali, le opere di Piano nel loro complesso non determinano interazione con i corsi d'acqua che sfociano nella rada portuale (Torrente Rosandra e Rio Ospò), non interessandone né l'alveo né la zona di foce. L'impatto può dunque essere complessivamente definito come assente, non esistendo ripercussioni su portata, qualità, biodiversità, ecc.

Di seguito si descrivono gli impatti della fase di esercizio per gli scenari di breve e lungo periodo sulle acque sotterranee. L'analisi funzionale per la valutazione degli impatti è stata eseguita per i due scenari di breve e lungo periodo, così come descritto nel Paragrafo 2.1.

6.4.1. Impatti delle opere di piano nello scenario di Breve Periodo

Le opere di breve periodo in fase operativa non interferiscono con la componente acque sotterranee, pertanto l'impatto è da ritenersi assente.

Nell'area portuale è prevista la pavimentazione di tutte le aree di stoccaggio e parcheggio e di quelle destinate ad uffici, magazzini e capannoni. Un sistema di collettamento impedirà l'infiltrazione in falda delle acque meteoriche e reflue (vedi Paragrafo 7.7 del Quadro di Riferimento Progettuale), che verranno raccolte ed opportunamente gestite. Per tali motivi, si ritiene trascurabile anche l'intensità dell'impatto indiretto dovuto a fenomeni di inquinamento da parte delle acque di infiltrazione.

6.4.2. Impatti delle opere di piano nello scenario di Lungo Periodo

L'intervento di lungo periodo che interferisce con la componente acque sotterranee è il tratto stradale in galleria della viabilità del Molo VIII, che costituisce una barriera fisica al naturale deflusso a mare dell'acqua di falda. Questa problematica viene superata mediante la messa in opera di un sistema di drenaggio delle acque sotterranee, inevitabilmente intercettate, e di controllo dei livelli piezometrici, atto a ristabilire le dinamiche di flusso presenti nella situazione ante operam; di conseguenza gli effetti sugli assetti piezometrici locali possono ritenersi trascurabili.

Per quanto riguarda la qualità delle acque sotterranee rimangono valide le considerazioni già riportate nel capitolo precedente sui sistemi di collettamento delle acque meteoriche e reflue, pertanto l'impatto è da ritenersi assente.

La valutazione complessiva degli impatti nella fase di esercizio di lungo periodo è riassunta nella tabella seguente, così come definito nel Capitolo 2.4.1.

TABELLA 6-7 – SINTESI DEGLI IMPATTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DI LUNGO PERIODO –
ASSETTO PIEZOMETRICO

Qualità	Intensità	Tipo	Durata	Estensione	Valutazione Impatto	Giudizio Sintetico
Negativo	I0	T2	D4	E1	0	Assente