

Contraente: 	Progetto: METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE -GRADO DN 800 (32"), P 75 bar		Cliente:  
	N° Contratto : N° Commessa : NR/07147		
N° documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 1 di 437	Data 30-04-08	

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

00	30-04-08	EMISSIONE	ANTOGNOLI	CECCONI	BRUZZO
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	2 di 437	00	

INDICE

INTRODUZIONE	10
SEZIONE I - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	11
1 STRUMENTI DI TUTELA TERRITORIALE ED URBANISTICA	11
1.1 Strumenti di tutela e pianificazione nazionali	11
1.1.1 Regio Decreto Legge 3267/1923	11
1.1.2 Legge n. 963/65 e D.P.R. n. 1639/68	12
1.1.3 Legge n. 898/76 e modifiche ed integrazioni di cui alla Legge n. 104/90	12
1.1.4 Legge n. 979/82	13
1.1.5 Legge n. 394/91	14
1.1.6 Legge n. 689/94	16
1.1.7 DM 3 aprile 2000	17
1.1.8 Decreto del Presidente della Repubblica n. 357/1997	17
1.1.9 Legge n. 267/1998	20
1.1.10 Decreto Legislativo n. 42/2004	20
1.1.11 Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.	22
1.1.12 Piano Strategico Nazionale della pesca (PSN)	23
1.1.13 Primo Programma Nazionale Triennale della Pesca e dell’Acquacoltura 2007-2009	26
1.2 Strumenti di tutela e pianificazione regionali e provinciali	27
1.2.1 Strumenti di tutela e pianificazione regionale	27
1.2.2 Strumenti di tutela e pianificazione provinciali	32
1.3 Strumenti di tutela e pianificazione locali	32
1.3.1 Il Porto di Trieste	32
1.3.2 Strumenti di tutela e pianificazione urbanistica	35
1.4 Interazione dell’opera con gli strumenti di tutela e di pianificazione	36
1.4.1 Interazione con gli strumenti di tutela e pianificazione regionali e nazionali	36
1.4.2 Interazione con gli strumenti di tutela e pianificazione comunali	39
1.4.3 Il Piano Regolatore Portuale di Trieste	42
1.5 Consorzio di Bonifica della Bassa Friulana	42
SEZIONE II - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	46
1 CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO	46
1.1 Criteri progettuali di base	46
1.2 Definizione del tracciato	46
1.3 Alternative di tracciato	47

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	3 di 437	00	

1.3.1	Descrizione della Rotta Sud (alternativa di tracciato)	47
1.3.2	Selezione della rotta	47
2	DESCRIZIONE DEL TRACCIATO	48
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	49
3.1	Tratto off-shore	49
3.2	Tratti on-shore	49
4	DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	54
4.1	Caratteristiche del Fluido Trasportato	54
4.2	Linea	54
4.2.1	Protezione anticorrosiva	55
4.2.2	Appesantimento in calcestruzzo (tratto off-shore)	55
4.2.3	Fascia di asservimento (tratto on-shore)	56
4.3	Impianti di linea	56
5	REALIZZAZIONE DELL'OPERA	58
5.1	Fasi di costruzione – approdi	58
5.1.1	Opere in sotterraneo	58
5.1.2	Approdo di Zaule (Trieste) e tratto terminale dell'approdo di Golameto (Grado)	59
5.1.3	TOC - Approdo di Golameto (Grado)	61
5.2	Fasi di costruzione – tratto off-shore	63
5.2.1	Posa della condotta	63
5.2.2	Controlli non distruttivi di saldatura	66
5.2.3	Operazioni di Tie-in	67
5.2.4	Interramento	67
5.2.5	Controlli e collaudi	68
5.3	Potenzialità e movimentazione del cantiere	68
6	ESERCIZIO DELL'OPERA	70
6.1	Gestione del sistema di trasporto	70
6.1.1	Organizzazione centralizzata: Dispacciamento	70
6.1.2	L'attività del Dispacciamento	70
6.1.3	Sistema di telecontrollo	71
6.2	Esercizio e manutenzione	72
6.2.1	Ispezioni e controlli	72
6.2.2	Controllo delle condotte a mezzo "pig"	72
6.3	Durata dell'opera e ipotesi di rispistino dopo la dismissione	74
7	SICUREZZA DELL'OPERA	76
7.1	Considerazioni generali	76

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	4 di 437	00	

7.2	La prevenzione degli eventi accidentali	77
7.2.1	Corrosione	78
7.2.2	Difetti nel materiale: campate libere e pressione interna eccessiva	79
7.2.3	Rischio sismico: movimenti franosi e di faglia	79
7.2.4	Interferenza esterna: ordigni militari	79
7.2.5	Interferenza esterna: affondamento di navi, ancoraggio, pesca a strascico	80
7.2.6	Conclusioni	81
7.3	Analisi qualitativa delle conseguenze	81
7.4	Gestione delle emergenze	82
7.4.1	Introduzione	82
7.4.2	Attivazione del dispositivo di emergenza	82
7.4.3	I responsabili emergenza	82
7.4.4	Procedure di emergenza	83
7.4.5	Mezzi di trasporto e comunicazione, materiali e attrezzature di emergenza	84
7.4.6	Principali azioni previste in caso di incidente	84
7.5	Conclusioni	85
8	INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E MITIGAZIONE AMBIENTALE	86
8.1	Interventi di ottimizzazione	86
8.2	Opere di mitigazione e ripristino	86
9	OPERA ULTIMATA	88
	SEZIONE III - QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	89
1	INDICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE (AMBIENTE MARINO E COSTIERO)	89
1.1	Atmosfera	91
1.1.1	Caratterizzazione climatica	91
1.2	Meteoceanografia e idrodinamismo	100
1.2.1	Clima del moto ondoso	100
1.2.2	Il regime delle correnti marine	110
1.2.3	Circolazione locale nel Golfo di Trieste	123
1.3	Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua	133
1.3.1	Descrizione della qualità delle acque per il Golfo di Trieste	134
1.3.2	Descrizione della qualità delle acque per l'area di progetto	164
1.3.3	Individuazione di di zone con elementi di criticità e/o sensibilità	167
1.4	Suolo, sottosuolo e ambiente marino	168
1.4.1	Geologia	168
1.4.2	Geomorfologia	171

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	5 di 437	00	

1.4.3	Interferenze con il PAI (approdi)	189
1.4.4	Sedimentologia	189
1.4.5	Determinazione del livello di qualità ambientale del fondale marino per il Golfo di Trieste	195
1.4.6	Geotecnica	222
1.4.7	Sismicità	230
1.4.8	Batimetria	233
1.4.9	Determinazione di eventuali aree di elevata criticità e/o sensibilità	236
1.5	Caratteristiche biologiche	236
1.5.1	Fitoplancton	239
1.5.2	Zooplancton	242
1.5.3	Fitobentos	248
1.5.4	Zoobentos	249
1.5.5	Necton	261
1.5.6	Mammiferi e rettili marini	270
1.6	Ecosistema marino	271
1.6.1	Catena trofica	272
1.7	Ecosistema costiero	272
1.7.1	Idrologia di superficie	272
1.7.2	Uso del suolo nelle aree di approdo	287
1.7.3	Vegetazione	288
1.7.4	Fauna	288
1.8	Aree protette marine e costiere	288
1.8.1	Parchi e Riserve Naturali	288
1.8.2	Zone SIC e ZPS	297
1.9	Paesaggio marino e costiero	300
1.9.1	Elementi strutturali	301
1.9.2	Elementi sovrastrutturali	302
1.9.3	Emergenze paesaggistiche	302
1.9.4	Sistemi percettivi	302
1.10	Aspetti socio-economici	303
1.10.1	Pesca	303
1.10.2	Turismo	313
1.10.3	Traffico marittimo	316
2	INTERAZIONE OPERA-AMBIENTE	320

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	6 di 437	00	

2.1	Individuazione delle azioni progettuali e dei relativi fattori di impatto	320
2.1.1	Azioni progettuali	320
2.1.2	Fattori di impatto	321
2.1.3	Componenti ambientali interessate	324
2.1.4	Interazione tra azioni di progetto e componenti ambientali	327
2.1.5	Sensibilità dell'ambiente	334
2.1.6	Incidenza del progetto	342
2.1.7	Metodologia di stima degli impatti	343
3	IMPATTO INDOTTO DALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA	345
3.1	Analisi degli impatti sull'ambiente marino (fase di costruzione)	345
3.1.1	Atmosfera	345
3.1.2	Suolo e sottosuolo	349
3.1.3	Ambiente idrico	374
3.1.4	Plancton, Bentos, Necton ed Ecosistemi	406
3.1.5	Sintesi dei fattori critici e dei relativi impatti	413
3.1.6	Socio-economia	414
3.1.7	Paesaggio	415
3.2	Analisi degli impatti sull'ambiente marino (fase di esercizio)	415
3.2.1	Suolo e sottosuolo	415
3.2.2	Bentos	415
3.3	Analisi degli impatti sull'ambiente costiero (fase di costruzione)	416
3.3.1	Atmosfera	416
3.3.2	Suolo e sottosuolo	420
3.3.3	Ambiente idrico	420
3.3.4	Vegetazione	421
3.3.5	Fauna	421
3.3.6	Paesaggio	421
3.4	Analisi degli impatti sull'ambiente costiero (fase di esercizio)	421
3.4.1	Vegetazione	422
3.4.2	Suolo e sottosuolo	422
4	BIBLIOGRAFIA	423
5	ANNESI	434
6	ALLEGATI CARTOGRAFICI	435

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 7 di 437	Rev.:	

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

- ALLEGATO 1** Strumenti di tutela e pianificazione
[08807-PPL-DW-000-011]
- ALLEGATO 2** Strumenti di pianificazione urbanistica
[08807-PPL-DW-000-010]
- ALLEGATO 3** Piano regolatore portuale di Trieste
[08807-PPL-DW-000-031]

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

- ALLEGATO 4** Tracciato di progetto – Planimetria generale (scala 1:50.000)
[08807-PPL-DW-000-001]
- ALLEGATO 5** Approdo di Trieste – Planimetria generale (scala 1:7.500)
[08807-PPL-DW-000-002]
- ALLEGATO 6** Tracciato di progetto – Planimetria degli approdi
[08807-PPL-DW-000-012]
- ALLEGATO 7** Documentazione fotografica relativa agli approdi
[08807-PPL-DW-000-013]
- ALLEGATO 8** Interferenze nel territorio – foto aeree degli approdi
[08807-ENV-DW-000-019]
- ALLEGATO 9** Alternative di tracciato
[08807-PPL-DW-000-003]
- ALLEGATO 10** Scheda della Stazione di lancio e ricevimento PIG di Zaule (TS)
[08807-ENV-DW-000-050]
- ALLEGATO 11** Disegni standard di progetto

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- ALLEGATO 12** Carta geologica
[08807-ENV-DW-000-004]
- ALLEGATO 13** Carta della qualità ambientale dei sedimenti
[08807-ENV-DW-000-006]
- ALLEGATO 14** Carta sedimentologica del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-007]

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 8 di 437	Rev.:				
		00				

- ALLEGATO 15** Carta della pericolosità idraulica
[08807-PPL-DW-000-030]
- ALLEGATO 16** Uso del suolo (approdi)
[08807-PPL-DW-000-032]
- ALLEGATO 17** Carta degli habitat (approdi)
[08807-ENV-DW-000-030]
- ALLEGATO 18** Dinamica del litorale di Grado
[08807-ENV-DW-000-011]
- ALLEGATO 19** Campo correntometrico del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-008]
- ALLEGATO 20** Rilevamenti correntometrici – Approdo di Grado
[08807-ENV-DW-000-009]
- ALLEGATO 21** Litorale di Grado – Distribuzione granulometrica e dispersione dei sedimenti
[08807-ENV-DW-000-010]
- ALLEGATO 22** Carta batimetrica del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-005]
- ALLEGATO 23** Carta delle biocenosi bentoniche
[08807-ENV-DW-000-012]
- ALLEGATO 24** Avvistamenti e spiaggiamenti dei mammiferi e dei rettili marini
[08807-ENV-DW-000-013]
- ALLEGATO 25** Carta della balneazione
[08807-ENV-DW-000-014]
- ALLEGATO 26** Aree di pesca
[08807-ENV-DW-000-015]
- ALLEGATO 27** Rotte del traffico marittimo
[08807-ENV-DW-000-016]
- ALLEGATO 28** Carta delle aree protette
[08807-ENV-DW-000-001]
- ALLEGATO 29** Stima degli impatti sull'ambiente marino (fase di costruzione)
[08807-ENV-DW-000-020]
- ALLEGATO 30** Stima degli impatti sull'ambiente marino (fase di esercizio)
[08807-ENV-DW-000-021]

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio			Rev.:				
	9	di	437	00				

ALLEGATO 31 Stima degli impatti sull'ambiente costiero (fase di costruzione)
[08807-ENV-DW-000-022]

ALLEGATO 32 Stima degli impatti sull'ambiente costiero (fase di esercizio)
[08807-ENV-DW-000-023]

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	10 di 437	00	

INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale, relativo al metanodotto denominato “Sealine Trieste - Grado DN DN 800 (32”), P 75 bar” della lunghezza complessiva di circa 27,3 km, riguarda la parte “a mare” del più articolato e complesso sistema di trasporto denominato “Metanodotto Trieste-Grado-Villesse, funzionalmente costituito da due tratti:

- condotta sottomarina, “**Sealine**” **Trieste - Grado** DN 800 (32”), tra Zaule, in area portuale di Trieste, e Golameto in comune di Grado, che include una stazione di lancio e ricevimento pig, in adiacenza all’area impiantistica dell’opera connessa “Gas Natural - Terminale di rigassificazione GNL di Zaule (Trieste)”.
- condotta “a terra”, **Tratto Grado – Villesse** DN 1050 (42”) tra Golameto in comune di Grado e l’impianto Snam Rete Gas “Nodo di Villesse”, che include una stazione di lancio e ricevimento pig in località Golameto in comune di Grado e l’ampliamento dell’Impianto di Villesse, ove è prevista l’interconnessione con la rete esistente tramite PIDI con regolazione della pressione.

In ragione di questa articolazione, gli aspetti del Quadro di riferimento programmatico, relativi al sistema di trasporto nel suo complesso e, conseguentemente, validi per ognuno dei suddetti tratti sono trattati nella relazione introduttiva (vedi vol. 1 di 5), a cui si rimanda per gli approfondimenti del caso.

Il presente volume, pertanto, essendo nello specifico dedicato al metanodotto in oggetto, illustra, relativamente al quadro di riferimento programmatico, solo le interferenze tra il gasdotto e gli strumenti di pianificazione e di tutela vigenti nel territorio interessato dall’intervento.

Lo Studio ha richiesto lo svolgimento di un’approfondita analisi delle componenti ambientali interessate dal progetto, condotta a livello interdisciplinare da tecnici esperti della Società ENERECO S.p.A. che, per tematiche specifiche (caratterizzazione dell’ambiente marino, stima degli impatti) si sono avvalsi anche della collaborazione di specialisti esterni.

Gruppo di lavoro:

Abboni Alberto	ingegnere, progettista
Antognoli Flavia	scienze ambientali, normativa e pianificazione territoriale
Bruzzo Pier Maria	ingegnere, progettista
Capriotti Giorgia	ingegnere, contatto con gli Enti e le Autorità competenti
Cecconi Giorgia	scienze ambientali, coordinatore SIA
Launaro Fabio	ingegnere, coordinatore progettazione pipeline
Montoni Michele	perito elettronico, coordinatore per elaborazione allegati
Politano Edoardo	ecologo, stima degli impatti, sedimentologia
Politano Federico	biologo marino, caratterizzazione ambientale
Stroppa Giulio	geologo, geologia, geotecnica, sismica

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	11 di 437	00	

SEZIONE I - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

1 STRUMENTI DI TUTELA TERRITORIALE ED URBANISTICA

1.1 Strumenti di tutela e pianificazione nazionali

Diverse sono le leggi a livello nazionale che comportano dei vincoli di natura ambientale e urbanistica legati alla realizzazione di un'opera e che individuano gli strumenti e le metodologie più appropriate per la loro valutazione in tali ambiti. In particolare, relativamente al progetto in esame, verranno brevemente descritte le seguenti:

- Regio Decreto Legge 30 Dicembre 1923 n. 3267 "Riordino e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani";
- Legge 14 Luglio 1965 n. 963 "Disciplina della pesca marittima" e D.P.R. 2 Ottobre 1968 n. 1639 "Regolamento per l'esecuzione della Legge 14 luglio 1965, n. 963, concernente la disciplina della pesca marittima";
- Legge 24 Dicembre 1976 n. 898 "Nuova regolamentazione delle servitù militari" e Legge 2 Maggio 1990 n. 104 "Modifiche ed integrazioni alla legge 24 Dicembre 1976, n. 898, concernente nuova regolamentazione delle servitù militari";
- Legge 31 Dicembre 1982, n. 979 "Disposizioni per la difesa del mare";
- Legge 6 Dicembre 1991 n. 394 "Legge quadro sulle aree protette";
- Legge 2 Dicembre 1994 n. 689 "Ratifica ed esecuzione della Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare, con allegati e atto finale, fatta a Montego Bay il 10 dicembre 1982, nonché dell'accordo di applicazione della parte XI della convenzione stessa, con allegati, fatto a New York il 29 luglio 1994";
- Decreto del Presidente della Repubblica 8 Settembre 1997 n. 357 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
- Legge 3 Agosto 1998, n. 267 "Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto-Legge 11 Giugno 1998 n. 180 (misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico)";
- Decreto Ministeriale 3 Aprile 2000 "Elenco dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuati ai sensi delle direttive 92/43/CEE e 79/409/CEE";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 Luglio 2002, n. 137";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" coordinato con le modifiche del D.Lgs. n. 4/2008.

1.1.1 Regio Decreto Legge 3267/1923

Da tempo è riconosciuta l'importanza che i territori coperti da boschi, ubicati in ambiti geomorfologici particolari, rivestono in relazione alle finalità della prevenzione del dissesto e della difesa del suolo. A tale proposito sin dalla produzione legislativa dell'epoca preunitaria furono predisposti diversi provvedimenti attraverso cui disciplinare il taglio dei boschi, il dissodamento dei terreni e qualsiasi altra forma di utilizzazione impropria che rechi danno pubblico e faccia perdere la stabilità del terreno o turbare il regime delle acque. In tale produzione legislativa si annovera il R.D.L. 3267 del 30 Dicembre 1923

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	12 di 437	00	

“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani” e il successivo Regolamento di applicazione (R.D.L. 1126/26) che contengono le indicazioni per l’applicazione del vincolo idrogeologico.

Il R.D.L. 3267/23 prevede il riordino della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. In particolare, esso vincola per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che possano subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque; un secondo vincolo è posto sui boschi che per loro speciale ubicazione, difendano terreni o fabbricati da caduta di valanghe, dal rotolamento dei sassi o dalla furia del vento. La presenza del vincolo idrogeologico su un determinato territorio comporta la necessità di una specifica autorizzazione per tutte le opere edilizie che presuppongono movimenti di terra. La necessità di tale autorizzazione riguarda anche gli interventi di trasformazione colturale agraria, che comportano modifiche nell’assetto morfologico dell’area o intervengono in profondità su quei terreni. Il vincolo consente l’inibizione di particolari coltivazioni sul terreno agricolo tutelato previa corresponsione di un indennizzo.

1.1.2 Legge n. 963/65 e D.P.R. n. 1639/68

La legge n. 963/65 disciplina la pesca marittima, mentre il D.P.R. n. 1639/68 dispone il relativo regolamento attuativo. Di interesse è la definizione delle zone di tutela biologica, individuate, sulla base di studi scientifici o tecnici, come aree di riproduzione e di accrescimento di specie marine di importanza economica, che risultassero impoverite da intenso sfruttamento. Quanto stabilito dal regolamento emanato con D.P.R. 1639/68, è ripreso dalla successiva Legge n. 41/82, al fine di creare aree di ripopolamento, per la riproduzione di specie ittiche, a beneficio delle aree di pesca limitrofe.

1.1.3 Legge n. 898/76 e modifiche ed integrazioni di cui alla Legge n. 104/90

La legge dispone che il diritto di proprietà può essere soggetto a limitazioni, in vicinanza delle opere ed installazioni permanenti e semipermanenti di difesa, di segnalazione e di riconoscimento costiero delle basi navali, degli aeroporti, degli impianti e delle installazioni radar e radio, degli stabilimenti nei quali sono fabbricati, manipolati o depositati materiali bellici o sostanze pericolose, dei campi di esperienze e dei poligoni di tiro.

Tali limitazioni sono stabilite, in linea generale, nella durata massima di cinque anni e debbono essere imposte nella misura direttamente e strettamente necessaria per il tipo di opere e di installazioni di difesa.

Le limitazioni possono consistere nel divieto di:

1. fare elevazioni di terra o di altro materiale;
2. costruire condotte o canali sopraelevati;
3. impiantare condotte o depositi di gas o liquidi infiammabili;
4. scavare fossi o canali di profondità superiore a 50 cm.;
5. aprire o esercitare cave di qualunque specie;
6. installare macchinari o apparati elettrici e centri trasmettenti;
7. fare piantagioni e simili che saranno determinate con regolamento apposito;
8. aprire strade;
9. fabbricare muri o edifici;
10. sopraelevare muri o edifici esistenti;
11. adoperare nelle costruzioni alcuni materiali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	13 di 437	00	

Il progetto di imposizione delle limitazioni, corredato di un preventivo di spesa relativo agli indennizzi, deve essere predisposto dall'autorità competente (comandante militare territoriale di regione, comandante di regione aerea, ecc.) e adottato mediante apposito decreto impositivo. Le zone soggette a limitazioni e le limitazioni stesse sono indicate su mappe catastali da allegare al decreto impositivo, nelle quali devono risultare individuate le singole proprietà assoggettate.

In attesa che le limitazioni diventino esecutive, l'autorità competente può ordinare la sospensione di lavori o di piantagioni che siano in contrasto con le limitazioni risultanti dal decreto impositivo.

Il comandante territoriale può, su richiesta degli interessati, autorizzare che sui fondi siano eseguite opere in deroga alle limitazioni imposte dal decreto. L'atto non è soggetto a particolari formalità.

Sono soggetti a preventiva autorizzazione da parte del comandante territoriale:

- la costruzione di strade di sviluppo superiore ai 500 metri, le edificazioni, l'uso di grotte e cavità sotterranee e i rilevamenti per qualsiasi scopo effettuati, ad eccezione di quelli catastali, ricadenti nel territorio dei comuni militarmente importanti nella Tabella A, Annesso A, alla presente legge;
- le edificazioni ed i lavori afferenti ai porti, ai porti turistici e alle opere marittime del comandante territoriale, ricadenti nei territori comunali, indicati nella Tabella B, Annesso B;
- l'uso delle grotte, gallerie e altre cavità sotterranee, entro il limite di cento metri dal demanio marittimo o dal ciglio dei terreni elevati sul mare, nelle zone costiere e nelle isole, indicate nella tabella C, Annesso C.

Per le strade, per le edificazioni e per i lavori afferenti ai porti ed ai porti turistici, l'autorizzazione del comandante territoriale non è richiesta, se tali opere sono previste dai piani urbanistici approvati nel loro complesso e su conforme parere del comandante territoriale.

Per i progetti delle opere stradali intercomunali deve essere sentita la predetta autorità militare, che dovrà esprimere il proprio parere nel termine di 90 giorni; decorso tale termine la mancata pronuncia equivale alla espressione del parere favorevole.

Inoltre, deve essere richiesto il parere del comandante territoriale per tutte le nuove realizzazioni o varianti strutturali significative interessanti grandi comunicazioni stradali (strade statali e autostrade) e ferrovie, nonché per tutti i lavori interessanti dighe di ritenuta, impianti minerari marittimi, idroelettrici, grandi stabilimenti industriali, centri termonucleari, impianti elettrici ad altissimo potenziale, grandi depositi di olii minerali, oleodotti, metanodotti, in qualsiasi parte del territorio nazionale le opere vengano compiute. Il parere deve essere espresso nel termine di novanta giorni. Qualora il comandante territoriale non si pronunci entro il predetto termine, la mancata pronuncia equivale all'espressione del parere favorevole.

1.1.4 Legge n. 979/82

La legge n. 979/82 individua i principi e i criteri per la protezione dell'ambiente marino e per la prevenzione degli effetti dannosi sulle risorse del mare. In particolare:

- istituisce il servizio di protezione e vigilanza del mare;

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	14 di 437	00	

- organizza il pronto intervento per la difesa del mare e delle zone costiere dagli inquinamenti causati da incidenti
- individua le norme penali per la discarica di sostanze vietate da parte del naviglio mercantile,
- individua i criteri per l'istituzione delle riserve marine, mediante apposito decreto ministeriale, su proposta della Consulta per la difesa del mare dagli inquinamenti, in seguito all'accertamento di opportuni requisiti di qualità ambientale.

Per quanto concerne le riserve marine, queste sono individuate come ambienti marini, dati dalle acque, dai fondali e dai tratti di costa prospicienti, che presentano un rilevante interesse per le caratteristiche naturali, geomorfologiche, fisiche e biochimiche, con particolare riguardo alla flora e alla fauna marine e costiere, nonché per l'importanza scientifica, ecologica, culturale, educativa ed economica. In queste aree, le attività possibili, i divieti e le limitazioni sono disciplinati da apposito regolamento, sulla base della finalità per cui la riserva è stata istituita.

L'art. 31 individua, inoltre, 20 aree su cui eseguire gli accertamenti preliminari, ai fini dell'istituzione della riserve marine: Golfo di Portofino, Cinque Terre, Secche della Meloria, Arcipelago Toscano, Isole Pontine, Isola di Ustica, Isole Eolie, Isole Egadi, Isole Ciclopi, Porto Cesareo, Torre Guaceto, Isole Tremiti, Golfo di Trieste, Tavolara - Punta Coda Cavallo, Golfo di Orosei - Capo Monte Santu, Capo Caccia - Isola Piana, Isole Pelagie, Punta Campanella, Capo Rizzuto, Penisola del Sinis - Isola di Mal di Ventre.

1.1.5 Legge n. 394/91

Tale legge detta principi fondamentali per l'istituzione e la gestione delle aree naturali protette, al fine di garantire e promuovere la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale italiano.

Costituiscono patrimonio naturale le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che hanno rilevante valore naturalistico ambientale.

I territori nei quali sono presenti questi valori, specie se vulnerabili, sono sottoposti ad uno speciale regime di tutela e di gestione allo scopo della:

- a) Conservazione di specie animali e vegetali, di associati vegetali o forestali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche, di comunità biologiche, di biotopi, di valori scenici e panoramici, di processi naturali, di equilibri idraulici e idrogeologici, di equilibri ecologici;
- b) Applicazione di metodi di gestione o di restauro ambientale idonei a realizzare una integrazione tra uomo e ambiente, anche mediante la salvaguardia dei valori antropologici, archeologici, storici e architettonici e delle attività agro-silvo-pastorali e tradizionali;
- c) Promozione delle attività di educazione, formazione e di ricerca scientifica;
- d) Difesa e ricostituzione degli equilibri idraulici e idrogeologici.

I territori sottoposti al regime di tutela e di gestione di cui ai punti a), b), c) e d) sopra indicati costituiscono aree naturali protette.

La legge in argomento classifica le aree naturali in parchi nazionali, parchi naturali regionali e riserve naturali.

I parchi nazionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine di rilievo internazionale o nazionale tali da richiedere l'intervento dello Stato ai fini della loro

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	15 di 437	00	

conservazione per le generazioni presenti e future.

I parchi naturali regionali sono costituiti da aree terrestri, fluviali, lacuali ed eventualmente da tratti di mare prospicienti la costa, di valore naturalistico e ambientale, che costituiscono, nell’ambito di una o più regioni limitrofe, un sistema omogeneo individuato da assetti naturali dei luoghi, dai valori paesaggistici ed artistici e dalle tradizioni culturali delle popolazioni locali.

Le riserve naturali sono costituite da aree terrestri, fluviali, lacuali o marine che contengono una o più specie naturalisticamente rilevanti della flora e della fauna, o presentino uno o più ecosistemi importanti per le diversità biologiche o per la conservazione delle risorse genetiche. Le riserve naturali possono essere statali o regionali in base alla rilevanza degli interessi rappresentati.

La classificazione e l’istituzione dei parchi nazionali e delle riserve naturali statali, terrestri, fluviali e lacuali sono effettuate d’intesa con le regioni.

La classificazione e l’istituzione dei parchi e delle riserve naturali di interesse regionale e locale sono effettuate dalle regioni.

In caso di necessità ed urgenza il Ministero dell’ambiente e le regioni, secondo le rispettive competenze, possono individuare aree da proteggere ai sensi della presente legge ed adottare su di esse misure di salvaguardia.

Dalla pubblicazione del programma fino all’istituzione delle singole aree protette, restano valide le misure di salvaguardia di cui all’art. 6, comma 3 della presente legge, le quali sostanzialmente prevedono il divieto, fuori dai centri edificati di cui all’art. 18 della L. 865/71 e per gravi motivi anche nei centri edificati, per l’esecuzione di nuove costruzioni e la trasformazione di quelle esistenti, ovvero qualsiasi mutamento dell’utilizzazione dei terreni con destinazione diversa da quella agricola e quant’altro possa incidere sulla morfologia del territorio, sugli equilibri ecologici, idraulici ed idrogeotermici e sulle finalità istitutive dell’area protetta.

Istituzione delle aree naturali protette nazionali.

Gli “Enti Parco” vengono istituiti con apposito provvedimento legislativo.

La gestione dell’area naturale protetta, esercitata dall’ente parco, avviene nel rispetto del “Piano del parco” predisposto dall’ente stesso, che deve disciplinare, fra gli altri, i seguenti contenuti:

- organizzazione generale del territorio e sua articolazione in aree caratterizzate da forme differenziate di uso e tutela;
- vincoli, destinazioni di uso pubblico o privato e norme di attuazione con riferimento alle varie aree o parti del piano;
- sistemi di accessibilità veicolare;

Il piano del parco suddivide il territorio in base al diverso grado di protezione prevedendo:

- a) riserve integrali nelle quali l’ambiente naturale è conservato nella sua integrità;
- b) riserve generali orientate, nelle quali è vietato costruire nuove opere edilizie, ampliare le costruzioni esistenti, eseguire opere di trasformazione del territorio. Possono essere tuttavia consentite, fra l’altro, la realizzazione di infrastrutture strettamente necessarie ed opere di manutenzione delle opere esistenti;
- c) aree di protezione nelle quali possono continuare le attività agro-silvo-pastorali;
- d) aree di promozione economica e sociale.

Il piano sostituisce ad ogni livello i piani paesistici, i piani territoriali o urbanistici e ogni altro strumento di pianificazione.

Il rilascio di concessioni o autorizzazioni relative ad interventi, impianti ed opere all’interno

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE						
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio	Rev.:				
08807-ENV-RE-000-001	16 di 437	00				

del parco è sottoposto al preventivo nulla osta dell'Ente Parco. Il nulla osta verifica la conformità tra le disposizioni del piano e del regolamento del parco.

Le riserve naturali statali sono istituite con decreto del Ministero dell'ambiente, che determina anche l'organo di gestione della riserva.

Il piano di gestione della riserva ed il relativo regolamento attuativo sono adottati dal Ministero dell'ambiente.

Aree naturali protette regionali.

La legge regionale istitutiva del parco naturale regionale, definisce la perimetrazione provvisoria e le misure di salvaguardia, individua il soggetto per la gestione del parco e indica i contenuti del piano del parco.

Il piano del parco, adottato dall'organismo di gestione del parco ed approvato dalla regione ha valore di piano paesistico e di piano urbanistico e sostituisce i piani paesistici e i piani territoriali urbanistici di qualsiasi livello.

1.1.6 Legge n. 689/94

Tale legge ratifica e rende esecutiva la “Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare”, siglata a Montego Bay il 10 Dicembre 1982, al fine di definire un ordine giuridico per i mari e per gli oceani, facilitare le comunicazioni internazionali e favorire gli usi pacifici dei mari e degli oceani, l'utilizzazione equa ed efficiente delle loro risorse, la conservazione delle specie viventi, lo studio, la protezione e la preservazione dell'ambiente marino.

La Convenzione stabilisce che la sovranità dello Stato costiero si estende, al di là del suo territorio e delle sue acque interne e, nel caso di uno Stato-arcipelago, delle sue acque arcipelagiche, ad una fascia adiacente di mare, denominata mare territoriale. La sovranità si estende anche allo spazio aereo soprastante il mare territoriale, come pure al relativo fondo marino e al suo sottosuolo.

Ogni Stato può fissare la larghezza del proprio mare territoriale fino ad un limite massimo di 12 miglia marine (circa 22 km), misurate a partire dalle linee di base, cioè dalla linea di bassa marea lungo la costa, come indicata sulle carte nautiche a grande scala, ufficialmente riconosciute dallo Stato costiero.

Inoltre, la Convenzione stabilisce che lo Stato costiero esercita la propria sovranità anche sulla piattaforma continentale allo scopo di esplorarla e sfruttarne le risorse naturali. La piattaforma continentale di uno Stato costiero comprende il fondo e il sottosuolo delle aree sottomarine che si estendono al di là del suo mare territoriale, attraverso il prolungamento naturale del suo territorio terrestre fino all'orlo esterno del margine continentale, o fino ad una distanza di 200 miglia marine (circa 370 km) dalle linee di base dalle quali si misura la larghezza del mare territoriale.

Per quanto concerne l'ambito di interesse specifico del presente studio, la legge dispone, all'art. 79, che tutti gli Stati hanno il diritto di posare cavi e condotte sottomarine sulla piattaforma continentale. Lo Stato costiero non può impedire la posa o la manutenzione di tali cavi o condotte, subordinatamente al suo diritto di adottare ragionevoli misure per l'esplorazione della piattaforma continentale, lo sfruttamento delle sue risorse naturali e la prevenzione, riduzione e controllo dell'inquinamento causato dalle condotte.

Lo Stato costiero è libero di stabilire condizioni per i cavi e le condotte che entrano nel suo territorio o mare territoriale. In occasione della posa di cavi e condotte sottomarine, gli Stati debbono tenere dovuto conto anche dei cavi e delle condotte già in posizione. In particolare, non deve essere pregiudicata la possibilità di riparare quanto già esistente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		17 di 437		00	

1.1.7 DM 3 aprile 2000

Il DM 3 aprile 2000 del Ministero dell’Ambiente ha reso pubblico l’elenco dei Siti di Importanza Comunitaria proposti, unitamente all’elenco delle Zone di Protezione Speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979, concernente la conservazione degli uccelli selvatici.

Con Decisione del 22 dicembre 2003, la Commissione delle Comunità Europee, in applicazione della Direttiva 92/43/CEE, ha approvato il primo elenco dei siti di importanza comunitaria (SIC) della regione biogeografica alpina. L’elenco riporta 959 Siti localizzati nel territorio comunitario delle Alpi (Austria, Italia, Germania e Francia), dei Pirenei (Francia e Spagna), degli Appennini (Italia) e delle montagne della Fennoscandinavia (Svezia e Finlandia).

Per quanto attiene il territorio nazionale, il Ministro dell’Ambiente e della tutela del Territorio, con proprio decreto del 25 marzo 2004, ha pubblicato la lista dei 452 Siti ricadenti In Italia e che, ai sensi dell’art. 3 del DPR 357/97, saranno designati quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC) con decreto del Ministero dell’Ambiente e della tutela del territorio entro il termine di sei anni, e, con Decreto 25 marzo 2005, ha emanato l’Elenco delle Zone di Protezione Speciale (ZPS), classificate ai sensi della direttiva 79/409/CE.

1.1.8 Decreto del Presidente della Repubblica n. 357/1997

D.P.R. 08.09.1997 n. 357 *“Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43 CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”*

modificato e integrato con

D.P.R 12.03.2003 n. 120 *“Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del presidente della repubblica 8 settembre 1997 n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche”.*

Il presente regolamento disciplina le procedure per l’adozione delle misure previste dalla direttiva 92/43/CEE “Habitat” relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, ai fini della salvaguardia delle biodiversità mediante la conservazione degli habitat elencati nell’allegato A e delle specie della flora e della fauna indicate agli allegati B, D ed E al presente regolamento.

Tra le definizioni elencate all’art 2 del D.P.R. in argomento si segnalano le seguenti:

- l) sito: un’area geograficamente definita, la cui superficie sia chiaramente delimitata;
- m) sito di importanza comunitaria: un sito che è stato inserito nella lista dei siti selezionati dalla Commissione Europea e che nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale di cui all’allegato A o di una specie di cui all’allegato B in uno stato di conservazione soddisfacente e che può, inoltre, contribuire in modo significativo alla coerenza della rete ecologica “ Natura 2000” di cui all’articolo 3, al fine di mantenere la diversità biologica nella regione biogeografia o nelle regioni biogeografiche in questione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	18 di 437	00	

- m bis) proposto sito di importanza comunitario (pSIC): un sito individuato dalle regioni e dalle province autonome di Trento e Bolzano, trasmesso dal Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio alla Commissione europea, ma non ancora inserito negli elenchi definitivi dei siti selezionati dalla Commissione europea;
- n) zona speciale di conservazione: un sito di importanza comunitario designato in base all’art 3, comma 2, in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino di uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat naturali o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato.

All’art. 3 “Zone speciali di conservazione” si stabilisce che:

1. Le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano individuano, i siti in cui si trovano i tipi di habitat elencati nell’allegato A ed habitat di specie di cui all’allegato B e ne danno comunicazione al Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio ai fini della formulazione alla Commissione europea, da parte dello stesso Ministero, dell’elenco dei proposti Siti di importanza comunitaria (pSic) per la costruzione della (modifica introdotta con D.P.R. 120/2003) rete ecologica europea coerente di Zone speciali di conservazione denominata “Natura 2000”.
2. Il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio designa con proprio decreto i siti di cui al comma 1 quali “Zone speciali di conservazione”, entro il termine massimo di sei anni dalla definizione da parte della Commissione europea dell’elenco dei siti.

Qualora le Zone speciali di conservazione ricadano all’interno delle aree naturali protette, si applicano le misure di conservazione per queste previste dalla normativa vigente. Per la porzione ricadente all’esterno del perimetro dell’area naturale protetta, la Regione o la Provincia autonoma adotta, sentiti anche gli enti locali interessati e il soggetto gestore dell’area protetta, le opportune misure di conservazione e le norme di gestione. (sostituzione dell’art. 4 comma 3, introdotta con D.P.R. 120/2003 art. 4 comma 1 lettera d))

I proponenti di interventi che possono avere incidenze significative sul sito stesso, singolarmente o congiuntamente ad altri interventi, presentano ai fini della valutazione di incidenza, uno studio volto ad individuare e valutare, secondo gli indirizzi espressi nell’allegato G, i principali effetti che detti interventi possono avere sul proposto Sito di importanza comunitaria o sulla Zona speciale di conservazione, tenuto conto degli obiettivi di conservazione dei medesimi.

Per i progetti assoggettati a procedura di valutazione di impatto ambientale, ai sensi dell’art. 6 della L. 349/1986, e del D.P.R. 12.04.1996 e s.m.i., che interessano proposti Siti di importanza comunitaria, Siti di importanza comunitaria e Zone speciali di conservazione, come definiti dal presente regolamento, la valutazione di incidenza è ricompresa nell’ambito della predetta procedura che, in tal caso, considera anche gli effetti diretti e indiretti dei progetti sugli habitat e sulle specie per i quali detti siti e zone sono stati individuati. A tal fine lo studio di impatto ambientale predisposto dal proponente deve contenere gli elementi relativi alla compatibilità del progetto con le finalità conservative previste dal presente regolamento, facendo riferimento agli indirizzi di cui all’allegato G.

La valutazione di incidenza di piani o di interventi che interessano pSIC, SIC e ZSC ricadenti, interamente o parzialmente, in un’area naturale protetta nazionale, come definita dalla L. 6/12/1991 n. 394, è effettuata sentito l’ente di gestione dell’area stessa.

L’autorità competente al rilascio dell’approvazione definitiva del piano o dell’intervento acquisisce preventivamente la valutazione di incidenza.

Qualora, nonostante le conclusioni negative della valutazione sul sito ed in mancanza di soluzioni alternative possibili, il piano o l’intervento debba essere realizzato per motivi

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	19 di 437	00	

imperanti di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale ed economica, le amministrazioni competenti adottano ogni misura compensativa necessaria per garantire la coerenza globale della rete “Natura 2000” e ne danno comunicazione al Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio (sostituzione dell’art. 5, introdotta con D.P.R. 120/2003 art. 6).

Il territorio dell’Unione Europea, in base a caratteristiche ecologiche omogenee, è stato suddiviso in 9 Regioni biogeografiche (Fig. 1.1). Esse rappresentano la schematizzazione spaziale della distribuzione degli ambienti e delle specie raggruppate per uniformità di fattori storici, biologici, geografici, geologici, climatici, in grado di condizionare la distribuzione geografica degli esseri viventi.

Le Regioni biogeografiche individuate sono: boreale, atlantica, continentale, alpina, mediterranea, macaronesica, steppica, pannonica e la Regione del Mar Nero (le ultime tre sono state aggiunte con l’ampliamento verso est dell’Unione Europea). Il territorio italiano è interessato da tre di queste regioni: quella mediterranea, quella continentale e infine quella alpina.

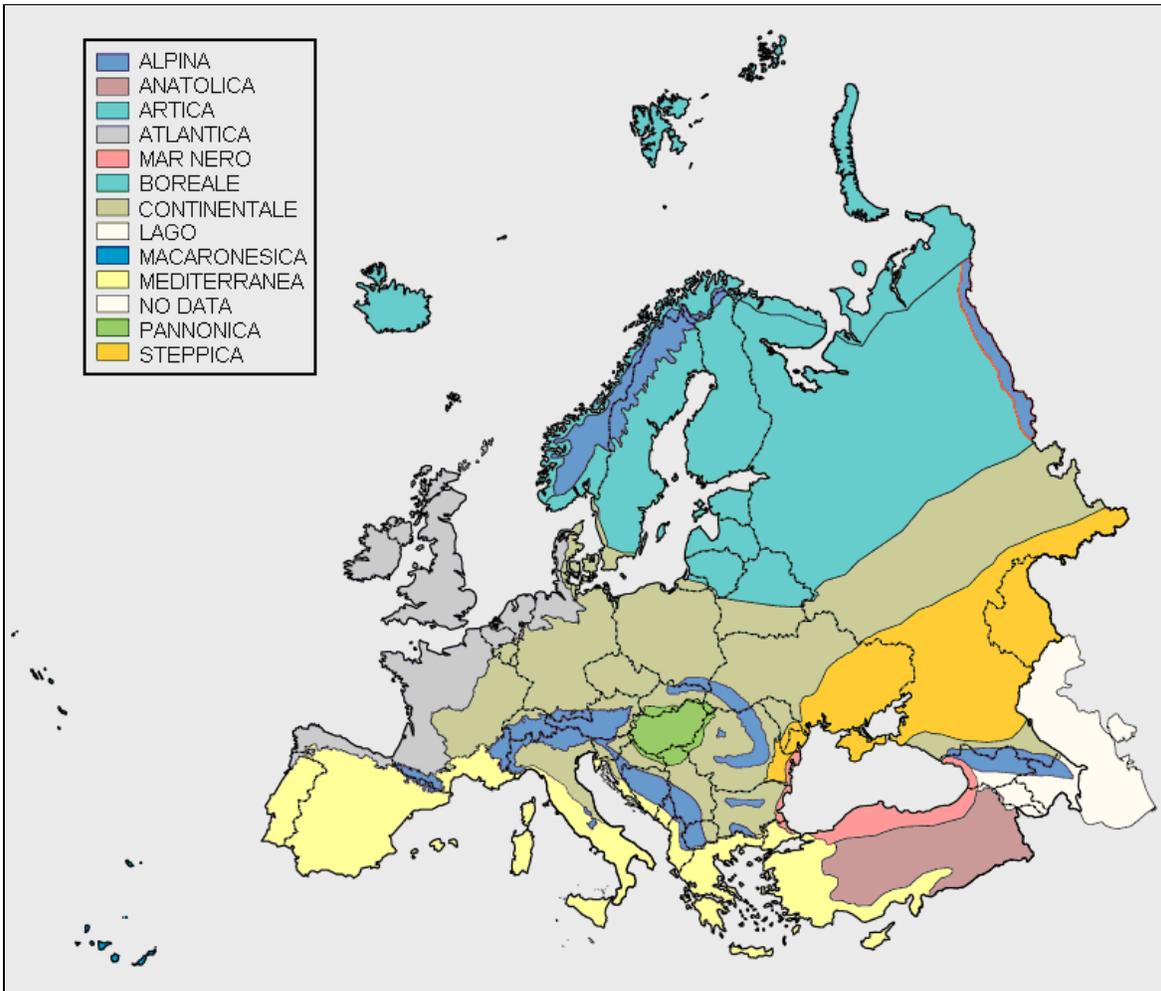


Fig. 1.1 - Carta ufficiale della distribuzione delle regioni biogeografiche nel continente europeo.

L’Italia, dal 1995 al 1997, ha individuato sul territorio nazionale le aree proponibili come SIC, attraverso il programma "Bioitaly" (cofinanziato dalla Commissione Europea

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	20 di 437	00	

nell’ambito del programma LIFE Natura 1994) stipulato tra il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio - Direzione per la conservazione della natura, e le regioni e province autonome.

La realizzazione della rete, che è avvenuta innanzitutto sulla base di informazioni scientifiche, ha permesso il primo grande sforzo di raccolta standardizzata delle conoscenze naturalistiche, finalizzato alla conservazione della biodiversità in Europa.

L’art. 4 della Direttiva "Habitat", al comma 4, stabilisce che, una volta definito l’elenco dei Siti di Importanza Comunitaria in seguito all’accordo tra la Commissione ed ognuno degli Stati membri, "lo Stato membro interessato designa tale sito come Zona Speciale di Conservazione il più rapidamente possibile e entro un termine massimo di sei anni, stabilendo le priorità in funzione dell’importanza dei siti per il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, di uno o più tipi di habitat naturali di cui all’allegato I o di una o più specie di cui all’allegato II e per la coerenza di Natura 2000, nonché alla luce dei rischi di degrado e di distruzione che incombono su detti siti."

Con decisione del 22 dicembre 2003, la Commissione delle Comunità Europee, in applicazione della Direttiva 92/43/CEE, ha approvato il primo elenco dei Siti di importanza comunitaria (SIC) della Regione biogeografica alpina. L’elenco riporta 959 siti localizzati nel territorio comunale delle Alpi, dei Pirenei, degli Appennini e delle montagne della Fennoscandinavia. Per quanto attiene il territorio nazionale, il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio, con proprio decreto del 25 marzo 2004, ha pubblicato la lista dei 452 Siti ricadenti in Italia e che, ai sensi dell’art. 3 del DPR 357/97, saranno designati quali Zone speciali di conservazione (ZCS) con decreto del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio entro il termine di sei anni.

1.1.9 Legge n. 267/1998

Con tale legge viene disposta l’adozione dei Piani Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico da parte delle autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e delle regioni per i restanti bacini, ove non si sia già provveduto.

In mancanza di detti Piani la legge prevede l’adozione delle misure di salvaguardia previste alla lettera d) comma 3 e comma 6-bis dell’articolo 17 della L. 18 maggio 1989 n. 183 (Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo).

1.1.10 Decreto Legislativo n. 42/2004

Il decreto Legislativo “Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell’articolo 10 della Legge 6 Luglio 2002, n. 137”, abrogando il D. Lgs. 490/99 ne ha recepito i contenuti sia in termini di oggetti e di beni sottoposti a tutela sia per quanto riguarda la gestione della tutela stessa.

Detto decreto è così strutturato:

- PARTE PRIMA - Disposizioni generali
- PARTE SECONDA - Beni culturali
- PARTE TERZA - Beni paesaggistici
 - TITOLO I - Tutela e valorizzazione
 - Capo I - Disposizioni generali
 - Capo II - Individuazione dei beni paesaggistici
 - Capo III - Pianificazione paesaggistica
 - Capo IV - Controllo e gestione dei beni soggetti a tutela

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	21 di 437	00	

Capo V - Disposizioni di prima applicazione e transitorie

- PARTE QUARTA - Sanzioni
 - TITOLO I - Sanzioni amministrative
 - TITOLO II - Sanzioni penali
- PARTE QUINTA - Disposizioni transitorie, abrogazioni ed entrata in vigore
 -

Sono definiti beni culturali le cose immobili e mobili appartenenti allo Stato, alle Regioni, agli altri enti pubblici territoriali, nonché ad ogni altro ente ed istituto pubblico e a persone giuridiche private senza fine di lucro, che presentano interesse artistico, storico, archeologico o etno-antropologico.

La tutela ne impedisce la demolizione, la modifica o il restauro senza l'autorizzazione del Ministero. Gli oggetti tutelati, inoltre, non possono essere adibiti ad usi non compatibili con il loro carattere storico o artistico, oppure tali da recare pregiudizio alla loro conservazione o integrità.

Il Decreto individua come beni ambientali:

- In ragione del loro notevole interesse pubblico
 - le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica;
 - le ville, i giardini ed i parchi, non tutelati a norma delle disposizioni del Titolo I, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
 - i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente un valore estetico e tradizionale;
 - le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze;
- In ragione del loro interesse paesaggistico
 - i territori costieri compresi in una fascia di profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
 - i territori adiacenti ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
 - i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
 - le montagne per la parte eccedente 1600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
 - i ghiacciai e i circhi glaciali;
 - i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
 - i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento;
 - le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
 - le zone umide incluse nell'elenco previsto dal DPR 13 marzo 1976, n. 448;
 - i vulcani;
 - le zone d'interesse archeologico.

Il Decreto assicura la protezione dei beni culturali e ambientali vietando ai proprietari, possessori o detentori a qualsiasi titolo di distruggerli o introdurvi modificazioni che

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	22 di 437	00	

rechino pregiudizio a quel loro aspetto esteriore, oggetto di protezione. Gli stessi soggetti hanno l'obbligo di sottoporre alla regione i progetti delle opere di qualunque genere che intendano eseguire, al fine di ottenerne la preventiva autorizzazione.

Nel caso di aperture di strade e di cave, nel caso di condotte per impianti industriali e di palificazione nell'ambito e in vista delle aree o degli immobili tutelati, la regione ha facoltà di prescrivere le distanze, le misure e le varianti ai progetti in corso d'esecuzione, le quali, tenendo in debito conto l'utilità economica delle opere già realizzate, valgano ad evitare pregiudizio ai beni protetti da questo. La medesima facoltà spetta al Ministero, che la esercita previa consultazione della regione.

Per le zone di interesse archeologico la regione consulta preventivamente le competenti soprintendenze.

Infine il Decreto, al fine di assicurare che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato, fa obbligo alle regioni di sottoporre a specifica normativa d'uso il territorio, approvando piani paesaggistici ovvero piani urbanistico-territoriali con specifica considerazione dei valori paesaggistici, concernenti l'intero territorio regionale.

Il piano paesaggistico definisce le trasformazioni compatibili con i valori paesaggistici, le azioni di recupero e riqualificazione degli immobili e delle aree sottoposti a tutela, nonché gli interventi di valorizzazione del paesaggio, anche in relazione alle prospettive di sviluppo sostenibile.

Con il DPCM 12.12.2005 è stata individuata la documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica ai sensi dell'art. 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.

1.1.11 Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n. 152 "Norme in materia ambientale" e s.m.i.

Il decreto legislativo 152/2006 coordinato con le modifiche del D. Lgs. n. 4/2008, in vigore dal 13 febbraio 2008, disciplina le seguenti materie:

- a) nella parte prima, le disposizioni comuni e i principi generali;
nella parte seconda, le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- b) nella parte terza, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche;
- c) nella parte quarta, la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti contaminati;
- d) nella parte quinta, la tutela dell'aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera;
- e) nella parte sesta, il risarcimento contro i danni all'ambiente.

Il decreto recepisce, per quanto concerne l'impatto ambientale, le seguenti direttive comunitarie:

- 85/337/CEE, concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, come modificata ed integrata con le direttive 97/11/CE e 2003/35/CE;
- 96/61/CE del 24 settembre 1996 recepita con il decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 in materia di prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento;
- 2001/42/CE, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	23 di 437	00	

La Parte Seconda del D.Lgs. 152/06 "Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione dell'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione integrata ambientale (IPPC)" è stata integralmente sostituita dalle disposizioni contenute nel D. Lgs. 16 gennaio 2008 n. 4, che sono in vigore dal 13 febbraio 2008.

L'articolo 6, comma 6, del Titolo I della Parte Seconda definisce come assoggettati alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale:

- a) i progetti di cui agli Allegati II e III, ovunque ubicati;
- b) i progetti di cui all'Allegato IV, relativi ad opere o interventi di nuova realizzazione, che ricadano, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette, come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394.

L'articolo 6, al comma 7, dispone, inoltre, che la Valutazione di Impatto Ambientale è necessaria anche per:

- a) i progetti elencati nell'Allegato II che servono esclusivamente o essenzialmente per lo sviluppo e il collaudo di nuovi metodi o prodotti e non sono utilizzati per più di due anni;
- b) le modifiche o estensioni dei progetti elencati nell'Allegato II;
- c) i progetti elencati nell'Allegato IV, che non ricadono in aree naturali protette, qualora in seguito a verifica di assoggettabilità (art. 20) si ritenga che possano avere impatti significativi sull'ambiente.

Per i progetti di cui agli Allegati III e IV, ricadenti all'interno di aree naturali protette, le soglie dimensionali, ove previste, sono ridotte del cinquanta per cento, ai sensi dell'art. 6, comma 8.

Gli articoli da 19 a 29 del Titolo III della Parte Seconda, invece, definiscono le modalità di svolgimento della verifica di assoggettabilità, i contenuti dello studio di impatto ambientale, la presentazione e la pubblicazione del progetto, la valutazione di impatto ambientale e gli esiti delle consultazioni, le modalità e i tempi per la decisione e per lo svolgimento del monitoraggio. Il Titolo IV disciplina, inoltre, le valutazioni ambientali interregionali e transfrontaliere.

1.1.12 Piano Strategico Nazionale della pesca (PSN)

Il Piano Strategico Nazionale della pesca italiana, è stato redatto nel Luglio 2007, ad opera del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, in accordo con l'Art. 15 del Regolamento del Consiglio sul Fondo Europeo per la Pesca (FEP).

Si tratta di un documento di riferimento che ha come scopo il perseguimento di una pesca sostenibile, dal punto di vista ecologico e socio-economico, affinché questo settore, inclusa l'acquacoltura, raggiunga elevati livelli di responsabilità verso l'ambiente e verso i consumatori, secondo i principi del Codice di condotta per la pesca responsabile del 1995. Il rapporto Stato-Regioni assume in questo quadro un significato innovativo attraverso la qualificazione del ruolo delle stesse regioni ed avvicinando in tal modo le scelte di governo della pesca alle realtà territoriali locali.

Gli obiettivi e le priorità nazionali sono definiti per ciascuna delle otto policy areas della PCP individuate dal documento della Commissione Europea:

- 1) sfruttamento sostenibile delle risorse alieutiche;

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	24 di 437	00	

- Obiettivo strategico: consentire il miglioramento dello stato degli stock ittici attraverso l’ulteriore contrazione dello sforzo di pesca nella duplice componente di capacità e di attività.
- 2) sviluppo e competitività del settore;
Obiettivo strategico: recupero della competitività delle attività di pesca in mare, nelle acque interne, dell’acquacoltura e della trasformazione di prodotti ittici e miglioramento dell’efficienza organizzativa dell’intero settore;
 - 3) struttura del settore;
Obiettivo strategico: superamento della marginalità sociale ed economica del comparto, riorganizzazione del settore e modernizzazione delle strutture e dei servizi.
 - 4) sviluppo delle aree di pesca;
Obiettivo strategico: sostenere le zone di pesca puntando su un loro sviluppo sostenibile.
 - 5) occupazione;
Obiettivo strategico: salvaguardia dell’equilibrio occupazionale di lungo periodo e mantenimento di condizioni di benessere economico della forza lavoro anche attraverso lo sviluppo di attività integrative di reddito.
 - 6) ambiente acquatico;
Obiettivo strategico: recupero degli ecosistemi degradati attraverso azioni di protezione e sviluppo della fauna e della flora e attività finalizzate ad attività di ricerca e alla formazione professionale.
 - 7) ispezione e controllo;
Obiettivo strategico: potenziamento delle misure di controllo e sorveglianza sulle strutture produttive, sulle attività di pesca e di commercializzazione.
 - 8) “good governance” della PCP.
Obiettivo strategico: rafforzamento e miglioramento della capacità di gestione ed attuazione delle azioni regionali e nazionali

L’analisi sviluppa inoltre, i legami fra gli obiettivi e gli assi strategici allo scopo di verificare la coerenza strategica dell’approccio seguito (Fig. 1.2).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

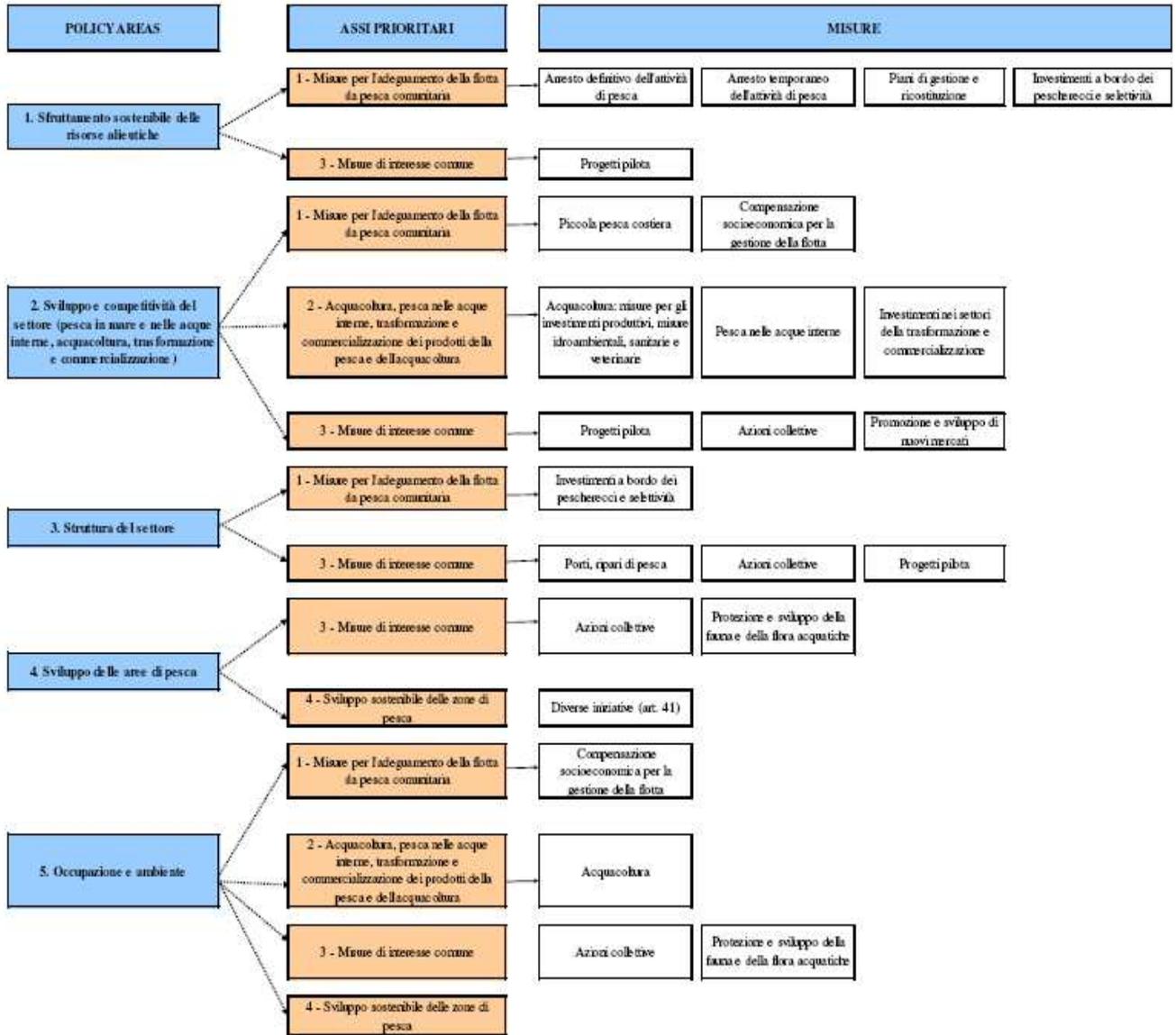
Foglio

25 di 437

Rev.:

00

PSN - Policy Areas, Assi prioritari e Misure FEP 2007-2013



METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	26 di 437	00		

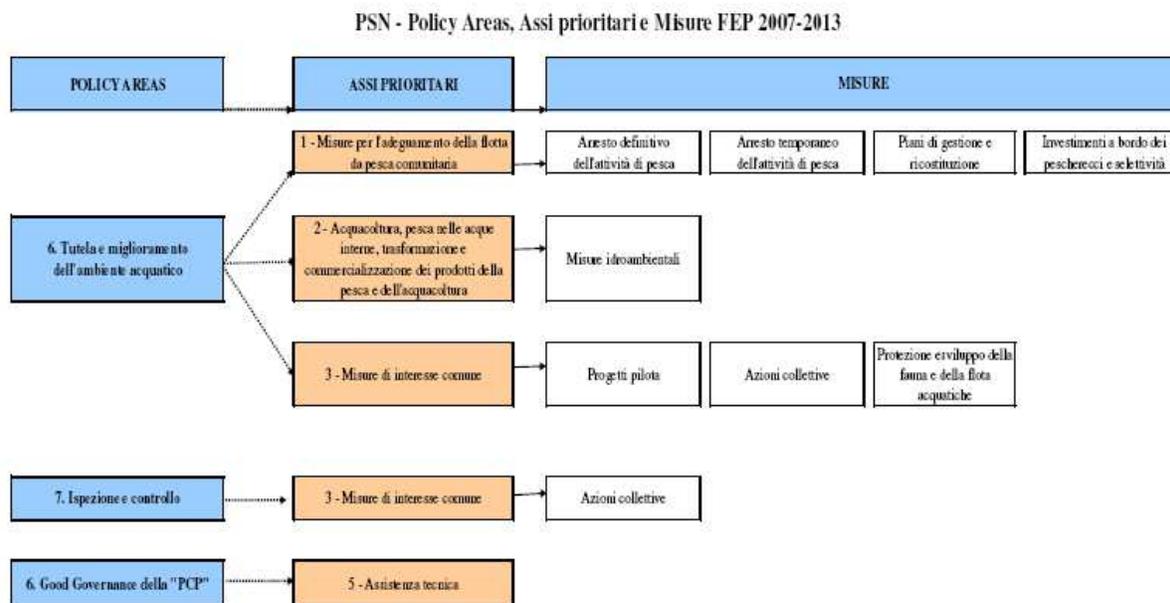


Fig. 1.2 - Assi prioritari e misure FEP 2007-2013.

1.1.13 Primo Programma Nazionale Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura 2007-2009

Il Programma Nazionale Pesca e Acquacoltura 2007-2009 ha come obiettivo principale una pesca sostenibile e competitiva, attraverso il recupero degli stock ittici e la difesa degli ecosistemi marini.

Il miglioramento delle risorse deve essere conseguito, non solo attraverso la riduzione della capacità di pesca, ma anche attraverso attività di gestione che intervengono direttamente sulla dimensione del tempo dedicato alla pesca, sulle modalità di esercizio dello sfruttamento delle risorse, sulla regolamentazione degli attrezzi da pesca, anche mediante l'introduzione di specifiche e localizzate misure tecniche di conservazione.

Per far ciò è necessario il coinvolgimento diretto degli operatori del settore in un periodo di tempo medio – lungo. Ciò significa procedere alla definizione di una strategia in grado di sfruttare le ampie sinergie fra gli strumenti disponibili nel quadro della nuova programmazione comunitaria, opportunamente integrate dalle misure assunte a livello nazionale, tenuto conto dell'evoluzione del quadro istituzionale, ed in particolare del ruolo delle amministrazioni regionali.

Gli strumenti di intervento proposti dal Programma Nazionale sono:

- durabilità e sostenibilità delle risorse ittiche;
- sviluppo delle opportunità occupazionali;
- comunicazione, tutela del consumatore e valorizzazione della qualità;
- sviluppo della ricerca scientifica;
- semplificazione delle procedure amministrative;
- aggiornamento delle professionalità del comparto;
- sostegno dell'economia ittica nelle regioni.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	27 di 437	00			

1.2 Strumenti di tutela e pianificazione regionali e provinciali

1.2.1 Strumenti di tutela e pianificazione regionale

Il DPR 24/07/1977 n. 616 (“Attuazione della delega di cui all’Art. 1 della L. 22 luglio 1975, n. 382”) ha delegato alle Regioni l’emanazione delle apposite norme di attuazione della pianificazione territoriale ed urbanistica. Nella fattispecie tale decreto demanda alle Regioni le funzioni amministrative dello Stato e degli Enti pubblici relative alla materia «urbanistica» concernenti la disciplina dell’uso del territorio comprensiva di tutti gli aspetti conoscitivi, normativi e gestionali riguardanti le operazioni di salvaguardia e di trasformazione del suolo nonché la protezione dell’ambiente.

In questo paragrafo sono elencati i principali strumenti normativi e pianificatori adottati dalla Regione Friuli Venezia Giulia, e viene fornita una breve descrizione degli atti ritenuti più significativi al fine del progetto in esame:

- Legge Regionale del 07/09/1990 n. 43: “*Ordinamento nella Regione Friuli Venezia Giulia della valutazione di impatto ambientale*”. B.U.R. n.109 del 10 settembre 1990.
- Legge Regionale del 30/09/1996 n. 42: “*Norme in materia di parchi e riserve naturali regionali*”.
- DPGR n. 0245/Pres. del 08/07/1996: “*Regolamento di esecuzione delle norme della Regione Friuli Venezia Giulia in materia di valutazione di impatto ambientale*”.
- Legge Regionale del 03/03/1998 n. 6: “*Istituzione dell’agenzia regionale per la protezione dell’ambiente (A.R.P.A.)*”.
- Legge Regionale del 09/11/1998 n. 13: “*Disposizioni in materia di ambiente, territorio, attività economiche e produttive, sanità e assistenza sociale, istruzione e cultura, pubblico impiego, patrimonio immobiliare pubblico, società finanziarie regionali, interventi a supporto dell’Iniziativa Centro Europea, trattamento dei dati personali e ricostruzione delle zone terremotate*”.
- Legge Regionale del 03/07/2002 n. 16 “*Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e di demanio idrico*”.
- Legge Regionale del 29/10/2002 n. 28 “*Norme in materia di bonifica e di ordinamento dei Consorzi di bonifica, nonché modifiche alle leggi regionali 9/1999, in materia di concessioni regionali per lo sfruttamento delle acque, 7/2000, in materia di restituzione degli incentivi, 28/2001, in materia di deflusso minimo vitale delle derivazioni d’acqua e 16/2002, in materia di gestione del demanio idrico*”.
- Legge Regionale del 13/12/2005 n. 30 “*Norme in materia di piano territoriale regionale*”.
- L.R. 23/02/2007 n. 5 “*Riforma dell’urbanistica e disciplina dell’attività edilizia e del paesaggio*”.
- L.R. 23/04/2007 n. 9 “*Norme in materia di risorse forestali*”.
- Decreto del Presidente della Regione 16/10/2007 n. 0329/Pres. “L.R. 5/2007 art. 10 Adozione Piano Territoriale Regionale”.

1.2.1.1 L.R. 30/09/1996 n. 42 “Norme in materia di parchi e riserve naturali regionali”

La Regione Friuli Venezia Giulia, in attuazione degli articoli 9 e 32 della Costituzione, anche in collaborazione con gli enti locali e coordinandone gli interventi, al fine di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	28 di 437	00	

conservare, difendere e ripristinare il paesaggio e l'ambiente, di assicurare alla collettività il corretto uso del territorio per scopi ricreativi, culturali, sociali, didattici e scientifici e per la qualificazione e valorizzazione delle economie locali, istituisce parchi e riserve naturali regionali, sostiene l'istituzione di parchi comunali e intercomunali, individua aree di rilevante interesse ambientale (ARIA), biotopi naturali e aree di reperimento, nonché promuove e partecipa alla istituzione di aree protette interregionali, nazionali e internazionali.

I parchi e le riserve sono istituiti con Legge Regionale che, in particolare, ne definisce il perimetro provvisorio e, limitatamente ai parchi, istituisce il relativo Ente gestore. La Legge istitutiva contiene inoltre le norme di salvaguardia vigenti fino all'approvazione del Piano di Conservazione e Sviluppo (PCS) alla formazione del quale provvede l'Amministrazione regionale. I Comuni il cui territorio sia in tutto o in parte compreso nel perimetro del parco o riserva partecipano alla formazione del PCS.

1.2.1.2 L.R. 23/02/2007 n. 5 “Riforma dell’urbanistica e disciplina dell’attività edilizia e del paesaggio”

Con la nuova legge regionale n. 5/2007 si riconoscono le risorse essenziali come bene comune della collettività allo scopo di preservare e valorizzare il territorio.

Gli indirizzi generali per l'utilizzo del territorio sono ispirati a criteri di riqualificazione dei sistemi insediativi e degli assetti territoriali, nonché alla prevenzione e al recupero del degrado ambientale al fine di preservare nella massima misura possibile le aree del territorio non ancora urbanizzate.

Le procedure di approvazione degli strumenti di pianificazione sono notevolmente ridotte, in particolare il piano operativo comunale (POC) e i piani attuativi comunali (PAC) non prevedono alcun intervento da parte della Regione.

Fanno capo ai Comuni importanti funzioni di pianificazione territoriale nel rispetto dei principi di adeguatezza, interesse generale e sussidiarietà; alla Regione in via esclusiva residuano le competenze in tema di tutela e impiego delle risorse essenziali di interesse regionale.

La pianificazione di area vasta prevede, a seconda della scelta del Comune, o un'ampia delega decisionale a favore di Unioni di Comuni, Comuni capoluogo, Comunità montane, Province e del nuovo ente di pianificazione intercomunale, oppure l'affidamento della predisposizione degli strumenti di pianificazione sulla base di un mandato di pianificazione, pur mantenendo la determinazione delle scelte urbanistiche in capo ai singoli Consigli comunali.

Lo strumento di individuazione delle risorse essenziali è il Piano Territoriale Regionale (PTR).

La nuova legge urbanistica attribuisce al Comune la funzione di pianificazione territoriale comunale e sovracomunale e riserva alla Regione la tutela e l'impiego delle risorse essenziali di interesse regionale.

La pianificazione comunale si articola in strutturale, operativa e attuativa. Il Piano strutturale comunale (PSC) è lo strumento con il quale il Comune definisce gli obiettivi strategici di lungo termine per la pianificazione dell'intero territorio comunale; il PSC è espressione della intesa di pianificazione tra Comune e Regione che permette di integrare le prescrizioni del Piano territoriale regionale (PTR) nella specifica realtà territoriale locale. Il Piano operativo comunale (POC) assume la funzione della specificazione e del dettaglio del territorio comunale e ha efficacia conformativa della proprietà. Il piano attuativo

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	29 di 437	00			

comunale (PAC) è lo strumento urbanistico di iniziativa pubblica o privata che disciplina l'utilizzo di definiti ambiti complessi del territorio comunale.

Alla Regione spetta un ruolo di alta programmazione che esprime con il Piano territoriale regionale (PTR). In base al principio di sussidiarietà, la Regione sarà un produttore di regole ma non ne sarà il gestore. Il Consiglio delle autonomie locali è l'istituzione di raccordo tra la Regione e i Comuni: esso permette a chi applica le regole sul territorio (Comuni) di trasmettere la propria esperienza a chi produce le regole (Regione), attribuendo un ruolo diretto agli enti locali nelle decisioni che hanno delle ricadute sui territori.

Ruolo della Regione è ancora quello di favorire le forme associative nella gestione del territorio. I Comuni, sono così inseriti in una logica di contesto a beneficio di politiche di sviluppo del territorio non più frammentarie.

Il Codice del paesaggio demanda alle Regioni la facoltà di scelta tra la predisposizione di un piano paesaggistico o un piano urbanistico territoriale con specifica considerazione ai valori paesaggistici. La scelta della Regione Friuli Venezia Giulia è stata quella di elaborare il Piano territoriale regionale a valenza paesaggistica.

Per una migliore gestione del territorio sotto il profilo della tutela paesaggistica, la nuova legge urbanistica istituisce gli Ambiti territoriali ottimali per la gestione del paesaggio (AGEPA). Gli AGEPA comprendono il territorio di più Comuni e, in ragione della dimensione territoriale, consentono la migliore gestione del paesaggio.

I Comuni associati che esercitano la funzione della pianificazione sovracomunale su un territorio coincidente con l'AGEPA sono delegati al rilascio delle autorizzazioni paesaggistiche.

1.2.1.3 L.R. 23/04/2007 n. 9 “Norme in materia di risorse forestali”

La nuova legge forestale regionale costituisce il riferimento normativo unico del settore.

Al bosco in quanto tale si riconosce valore assoluto come bene che svolge molteplici funzioni: produttive, ambientali e naturalistiche, protettive, paesaggistiche e turistiche, indipendentemente da dove esso vegeti (pianura, collina o montagna), pur riconoscendo e valorizzando la diversa vocazione delle singole parti del territorio regionale.

Sono pertanto obiettivi primari della Regione:

- la manutenzione e il miglioramento delle aree forestali esistenti nelle aree montane e collinari;
- il perseguimento di un rapporto equilibrato tra superfici a bosco e a prato o pascolo nelle aree di fondovalle;
- la tutela e la conservazione delle superfici forestali esistenti nonché la creazione di nuove aree boscate e di sistemi verdi multifunzionali nelle aree di pianura.

La normativa forestale regionale, gli atti di indirizzo e regolamentari quali quelli per il sostegno e lo sviluppo della filiera foresta – legno e di orientamento per la gestione del sistema forestale regionale (DGR 3491 del 21/12/2004), quelli, per ciò che concerne il Protocollo di Kyoto, per l'attuazione del programma di governo nel settore forestale (DGR 3492 del 21/12/2004), sono infine coerenti con le fonti normative comunitarie e nazionali tra cui:

- la strategia forestale comunitaria (Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo COM (2005) 84, 10/03/2005);

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	30 di 437	00	

- gli obiettivi del Piano d'azione dell'Unione europea per le foreste (Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento europeo COM (2006) 302, 15/06/2006);
- la L. 353/2000 (Legge quadro in materia di incendi boschivi);
- il regolamento (CE) n. 2152/2003 del parlamento e del consiglio (monitoraggio delle foreste e delle interazioni ambientali nella Comunità – Forest Focus).

1.2.1.4 Piano Territoriale Regionale (PTR)

Con la legge regionale 13 dicembre 2005, n. 30 “*Norme in materia di PTR*”, poi trasfusa nella legge regionale n. 5 del 28 febbraio 2007 “*Riforma dell'urbanistica e disciplina dell'attività edilizia e del paesaggio*”, è stato avviato il riordino organico della normativa in materia di governo del territorio nella Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

La legge di riforma prevede la redazione del Piano Territoriale Regionale (PTR) in sostituzione al Piano Urbanistico Regionale Generale (PURG) del 1978 e introduce metodologie e contenuti diversi da quelli previsti dalla previgente disciplina in materia e dispone che la formazione del PTR avvenga seguendo la procedura di Valutazione ambientale strategica (VAS), nonché con le metodologie di Agenda 21.

La legge di riforma sancisce che le funzioni di *pianificazione territoriale* siano esercitate in via generale dai Comuni, mentre alla Regione compete la pianificazione territoriale nelle sole materie di esclusivo interesse regionale e oltre soglie dimensionali che ne sanciscano la scala sovralocale. La competenza esclusiva della Regione si esprime, quindi, nelle *risorse essenziali di interesse regionale* elencate nella legge di riforma come segue:

- aria, acqua, suolo ed ecosistemi;
- paesaggio;
- edifici, monumenti e siti di interesse storico e culturale;
- sistemi infrastrutturali e tecnologici;
- sistema degli insediamenti, ivi incluse le conurbazioni Udinese e Pordenonese

Il PTR ne individua le soglie e le regole d'uso. A tal fine struttura le cinque risorse essenziali di interesse regionale nei seguenti tre sistemi:

- sistema ambientale e del paesaggio;
- sistema della mobilità e infrastrutture tecnologiche ed energetiche;
- sistema degli insediamenti

Il PTR contiene inoltre alcuni importanti aspetti innovativi:

- esprime valenza paesaggistica ai sensi dell'art. 143 del "Codice dei beni culturali e del paesaggio", Decreto Legislativo 22.01.2004 n.42 e successive modificazioni ed integrazioni ;
- prevede l'applicazione della procedura di VAS nella formazione del piano;
- ha visto l'applicazione della metodologia di Agenda 21 relativa alle fasi di definizione degli obiettivi e delle azioni di piano;
- prevede la consultazione dei contenuti in ambiente WebGIS

Il PTR è uno strumento di supporto delle attività di governo territoriale della Regione che consente di mettere in coerenza la visione strategica della propria programmazione generale con il contesto fisico, ambientale ed economico rappresentando sul territorio le strategie regionali (Programma di governo regionale 2003-2008, Piano strategico 2005-2008, Studio Monitor Group, L.R. 1/2006).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	31 di 437	00	

In data 11.05.2007, con deliberazione n. 1104, la Giunta regionale ha adottato il Progetto di PTR. Attualmente l'Amministrazione regionale attende l'espressione del parere del Consiglio delle Autonomie locali per predisporre il progetto definitivo.

Secondo quanto previsto dalla LR 5/2007, Art. 10, comma 5, entro sessanta giorni dalla data di pubblicazione possono formulare osservazioni:

- gli enti e gli organismi pubblici;
- le associazioni di categoria e i soggetti portatori di interessi diffusi e collettivi;
- i soggetti nei confronti dei quali le previsioni di PTR adottato sono destinate a produrre effetti diretti.

Attualmente l'Amministrazione regionale attende l'espressione delle suddette osservazioni.

Successivamente, ai sensi dell'Art. 10, comma 6 della LR 5/2007, il PTR verrà approvato con Decreto del Presidente della Regione, previa Deliberazione della Giunta regionale, e pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione. L'avviso dell'avvenuta approvazione sarà pubblicato contestualmente sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica e su due quotidiani a diffusione regionale.

1.2.1.5 Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Isonzo

Con delibera n. 1 del 3 marzo 2004, il Comitato Istituzionale ha adottato il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta- Bacchiglione.

Tale Progetto di Piano rappresenta il recepimento delle conoscenze sulla sicurezza idraulica e geologica acquisite dalla Segreteria Tecnica dell'Autorità di Bacino e dalle Regioni Friuli Venezia Giulia e Veneto in merito all'identificazione delle zone esposte a pericolo. Esso ha individuato le aree pericolose dal punto di vista idraulico, geologico e da valanga presenti nei quattro bacini idrografici ed ha conseguentemente delimitato le corrispondenti aree pericolose ovvero a rischio sulle quali, ai sensi delle norme di attuazione, sono previste le azioni ammissibili.

Il progetto di piano è stato impostato in base agli elementi che attualmente si conoscono, risultando ancora affetto da notevoli carenze (conoscitive) sia riguardo alla localizzazione vera e propria dei fenomeni, sia riguardo alla loro possibile dinamica evolutiva; in tal senso esso rappresenta la logica evoluzione del piano straordinario (ex D.L. 180/98) approvato nel novembre del 1999 dal Comitato Istituzionale.

È importante sottolineare che il procedimento per l'adozione definitiva e la successiva approvazione del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione è attualmente ancora in corso, non essendo state convocate da parte delle Regioni le Conferenze programmatiche previste dall'art. 1-bis, comma 3 della L. 365/2000.

Il PAI è strutturato in tre fasi:

- Fase conoscitiva,
- Fase propositiva,
- Fase programmatica.

La fase conoscitiva descrive il sistema fisico, il profilo storico degli eventi di piena e le criticità.

La fase propositiva descrive le modalità con le quali il piano, sulla base degli "Atti di indirizzo e di coordinamento" di cui al D.P.C.M. 29.9.1998, ha inteso affrontare le problematiche di cui alla L. 267/1998 e della L. 365/2000.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		32 di 437		00	

La fase programmatica pianifica i programmi di intervento di mitigazione del rischio idraulico e geologico che dovranno essere predisposti accordando carattere di priorità alle azioni riferibili a situazioni di pericolosità elevata e molto elevata, nonché a quelle corrispondenti a condizioni di rischio R3 e R4, inoltre sono pianificati gli interventi a medio e lungo termine.

Maggiori dettagli circa le interferenze del tracciato con il PAI del Fiume Isonzo, sono descritte al § 1.4.3 del Quadro di Riferimento Ambientale.

1.2.2 Strumenti di tutela e pianificazione provinciali

Come già accennato, la legge regionale n. 5 del 28 febbraio 2007 “*Riforma dell’urbanistica e disciplina dell’attività edilizia e del paesaggio*”, che le funzioni di pianificazione territoriale siano esercitate in via generale dai Comuni, mentre alla Regione compete la pianificazione territoriale nelle sole materie di esclusivo interesse regionale e oltre soglie dimensionali che ne sanciscano la scala sovralocale.

A prescindere da questo la Provincia di Trieste, nell’Aprile 2006, ha emesso le “Linee guida per lo sviluppo del piano territoriale provinciale di coordinamento”, finalizzato alla condivisione dei quadri conoscitivi per una pianificazione territoriale, ambientale ed economica che consideri il territorio provinciale nel suo complesso.

Tali linee guida si compongono di tre parti:

- lo scenario socio-economico,
- il governo del territorio,
- strategie di sviluppo dell’area triestina.

1.3 Strumenti di tutela e pianificazione locali

1.3.1 Il Porto di Trieste

Il porto di Trieste, collocato nell’area centrale della baia di Muggia nel Mar Adriatico, si sviluppa su una superficie di oltre due milioni di metri quadrati, lungo 20 km di costa, le aree di aree di porto franco ammontano complessivamente in 1.765.000 m2. Esso rappresenta il punto fondamentale di penetrazione del Mediterraneo verso il Centro Europa. Tale importanza è dovuta alla particolare posizione geografica che fa del porto di Trieste il più vicino, tra i grandi porti europei, al Canale di Suez che in termini di navigazione, significa una riduzione di 2.000 miglia nelle destinazioni dirette all’Estremo oriente e al Sud Est Asiatico.

Il principale vantaggio del porto di Trieste è dovuto inoltre alla sua condizione di Porto Franco grazie alla quale le merci provenienti via mare possono essere introdotte liberamente nel porto qualunque sia la loro destinazione, provenienza e natura e non sono in tale ambito soggette a dazi o altre imposizioni.

Dal punto di vista delle infrastrutture di collegamento (viarie e ferroviarie), il porto dispone di una struttura 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 Terminali; l’efficienza della rete

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	33 di 437	00	

viaria è garantita, invece, da un raccordo diretto e da una strada sopraelevata che si immette nel sistema stradale europeo.

Per una planimetria del porto si può fare riferimento alla Fig. 1.3.

Il Porto Franco di Trieste è suddiviso in 5 punti franchi:

- - Punto Franco Vecchio;
- - Punto Franco Nuovo;
- - Scalo Legnami;
- - Punto Franco Oli Minerali;
- - Punto Franco del Canale di Zaule.

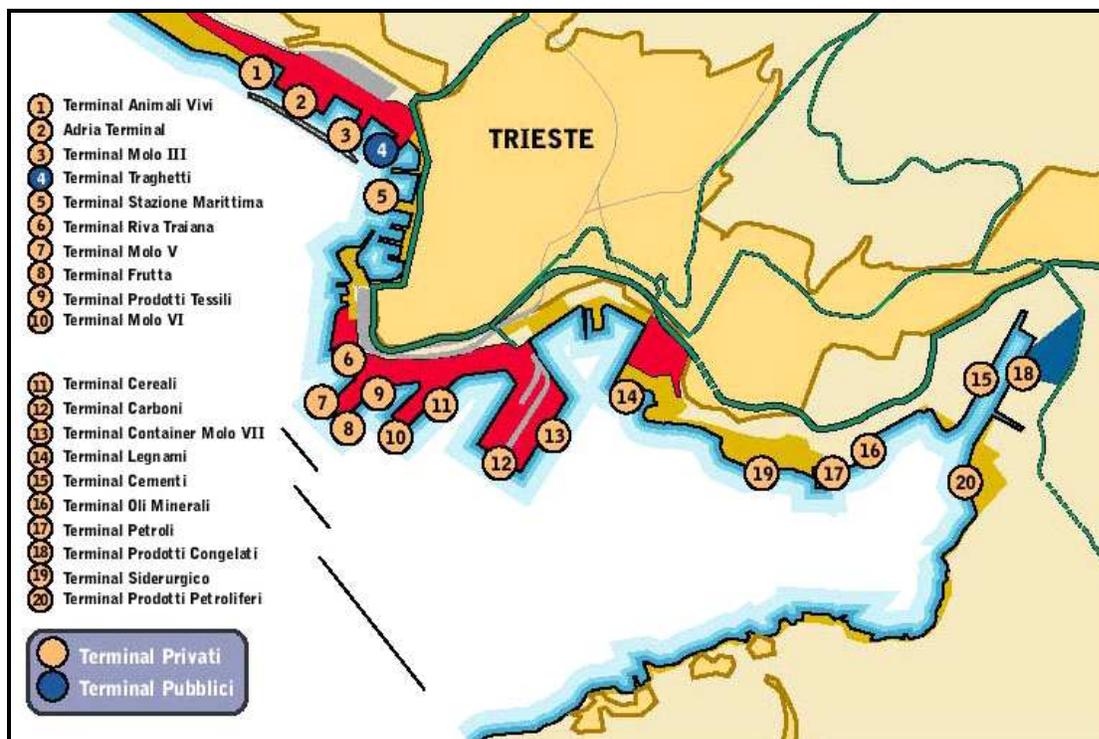


Fig. 1.3 - Planimetria schematica del Porto di Trieste.

L'attività del Porto Franco Vecchio resta sostanzialmente significativa fino alla seconda guerra mondiale.

Il Memorandum di Londra sottrae entroterra e collegamenti alla città ed al porto e la costringe all'isolamento in un enclave da cui scaturiranno i suoi attuali problemi. Nel primo dopo guerra il sostegno alle attività cantieristiche e industriali, dettato da ragioni di opportunità occupazionale, ha comportato quel processo di "irizzazione selvaggia" di cui oggi si sentano i contraccolpi, spostando decisamente gli interessi produttivi verso Muggia. Si realizza nel contempo la costruzione e la attrezzatura dei moli del Porto Franco Nuovo (V-VI- VII) ed il potenziamento dello scalo ferroviario in fregio ad esso.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	34	di 437	00	

La struttura portuale “nuova” di Trieste è dunque divenuta poderosa e si registra di conseguenza l’obsolescenza e l’abbandono del Porto Franco Vecchio, che oggi, con oltre tre chilometri di attracchi, muove solo 250 mila tonn./anno.

L’organizzazione territoriale del Porto investe ben più di 10 km di fronte mare ma è di fatto suddivisa in tre segmenti:

- il Porto Franco Vecchio, fino al Canale, che, sviluppandosi su circa 160 ettari, si situa tra città, ferrovia e mare; attualmente, pur con i lavori recentissimi di “Adriaterminal”, risulta gravemente sottoutilizzato;
- la parte centrale, dal Canale a Riva Traiana, per uno sviluppo di circa 1500 m di fronte mare, di cui di fatto la città si è riappropriata, riaffacciandosi direttamente sul golfo.

Su tale tratto esistono contenitori non più usati come in origine, quali l’idroscalo, la stazione marittima, la pescheria, la piscina, i magazzini frigoriferi; inoltre pur se fuori dal perimetro portuale, la ex stazione di Campo Marzio ed il mercato ortofrutticolo, suscettibili di possibili trasformazioni e riusi integrati con il sistema urbano;

- la parte a sud di Riva Traiana fino al Porto di Muggia che costituisce il Porto Franco Nuovo.

Esso, raggiunto dalla bretella terminale della grande viabilità triestina è servito dallo scalo ferroviario di Campo Marzio, è l’attuale vero Porto di Trieste .

Si estende su un sistema di attracchi a differente efficienza e funzionalità, che si sviluppa per oltre 5 chilometri.

Dispone di spazi di movimentazione dell’ordine di 150 ettari.

Movimenta annualmente (al netto dei petroli) oltre 7 milioni di tonnellate.

Infatti oggi i dati ufficiali danno, a fronte di un movimento di 7/8 milioni di tonn./anno, una capacità operativa del sistema portuale di circa 11,5 milioni di tonn./anno; una riserva cioè di ben 4 milioni di tonn./anno che rimanderebbe all’urgenza di iniziative sul mercato piuttosto che sulle infrastrutture.

La notevolissima estensione del fronte mare (dai 6 ai 12 km. a seconda di come se ne voglia considerare lo sviluppo) fa ben comprendere come, da questo punto di vista, le potenzialità di carico e scarico del Porto Franco Nuovo sono dunque un multiplo da 5 a 10 volte dell’attuale movimento.

Il Porto di Trieste è dotato di un Piano Regolatore Portuale, che individua essenzialmente le funzioni dell’area portuale, ossia il complesso delle attività e delle pratiche in essa svolte e il regime delle aree.

Per quanto concerne l’assetto funzionale il Piano definisce aree a:

- funzione commerciale portuale;
- funzione industriale;
- funzione petrolifera;
- funzione passeggeri;
- funzione nautica da diporto e pesca;
- funzione urbana balneazione;
- funzione mobilità stradale;
- funzione mobilità ferroviaria;
- servizi portuali;
- protezione degli specchi d’acqua;
- prive di funzioni specifiche.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		35 di 437		00	

Il Regime delle Aree, invece, distingue:

- Aree demaniali, di proprietà del Demanio Marittimo dello Stato gestite dall’Autorità Portuale di Trieste – particelle non accatastate;
- Aree doganali, a regime di punto franco;
- Aree patrimoniali, di proprietà del Autorità Portuale di Trieste o proprietà privata.

Nel 2006 è stata redatta la “Proposta di Variante Localizzativa al Piano Regolatore Portuale al fine di ampliare il polo energetico del Porto di Trieste”, in seguito alla richiesta avanzata dalla Gas Natural SDG SA all’Autorità Portuale.

L’ambito della Variante è attualmente composto da:

- punto franco oli minerali, consistente nei pontili della SIOT e nei relativi depositi di carburanti;
- area denominata “ex-Esso”, già area di raffinazione del petrolio greggio, attualmente dismessa e in stato di abbandono, caratterizzata da problemi di inquinamento tipici di aree occupate da industrie pesanti;
- area adibita a servizi ecologici;
- pontile “San Sabba”, punto di ormeggio dei rimorchiatori a servizio del porto di Trieste.

All’interno della Variante si inserisce la realizzazione di un impianto di rigassificazione di Gas Naturale Liquido con il relativo pontile di scarico, ubicato sull’area dismessa ex-Esso. La funzione caratterizzante dell’area è quella industriale, con movimentazione di prodotti petroliferi o energetici.

L’impianto ricade su aree demaniali, proprietà del Demanio Marittimo dello Stato gestite dall’Autorità Portuale e aree patrimoniali, in parte proprietà dell’Autorità Portuale e in parte proprietà privata.

Come già accennato, la presente variante interessa aree industriali dismesse, facenti parte del Sito di Interesse Nazionale di Trieste, istituito con D.M. 468/01, e soggette quindi a bonifica, secondo le disposizioni previste dalla vigente normativa in materia e secondo quanto disposto dalla Conferenza dei Sevizi del S.I.N. In particolare, è stato già approvato il Piano di Caratterizzazione Ambientale dell’area ex Esso e sono state effettuate le indagini e le analisi previste dal Piano. All’interno di tale aree sono stati in parte realizzati anche gli interventi di messa in sicurezza di emergenza della falda e dei terreni.

1.3.2 Strumenti di tutela e pianificazione urbanistica

La pianificazione urbanistica si attua, a livello comunale, attraverso il PRG, che disciplina le attività di edilizia ed urbanistica nei limiti e nei vincoli imposti dalla vigente legislazione urbanistica nazionale e regionale.

Le aree di approdo del tratto a mare della condotta, rientrano nei territori comunali di Trieste e Grado (GO). Nella fattispecie i due tratti onshore considerati nel presente SIA consistono nell’impianto di lancio e ricevimento pig adiacente al futuro terminale GNL di Gas Naturale sito nell’area portuale di Trieste, da cui il metanodotto in progetto si stacca per poi percorrere 373 m fino alla linea di costa, e, in comune di Grado dal tratto compreso tra la linea di costa e la fence dell’impianto di lancio e ricevimento pig sito in località Golameto, per una lunghezza complessiva di 360 m.

Per i due comuni sopra citati sono attualmente disponibili i seguenti strumenti di pianificazione urbanistica:

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	36 di 437	00	

- Comune di Trieste: Variante Generale n. 66. Revisione e adeguamento al PURG approvata con D.C. n. 37 dd. 15/04/1997, DPGR 0300/Pres. dd. 23/09/1997;
- Comune di Grado: Piano Regolatore Generale Comunale, adottato con Deliberazione Consiliare n. 11 del 20 Marzo 2002, approvato con Deliberazione Consiliare n. 9 del 8 Marzo 2004.

1.4 Interazione dell’opera con gli strumenti di tutela e di pianificazione

L’esame delle interazioni tra il metanodotto in progetto e gli strumenti di pianificazione nel territorio interessato è stato effettuato prendendo in considerazione quanto disposto dagli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica e di tutela elencati nei precedenti paragrafi.

Nel dettaglio sono stati considerati i seguenti strumenti di pianificazione:

- Piano Territoriale Regionale Generale della Regione Friuli Venezia Giulia (PTR);
- Piani Regolatori Generali dei Comuni interessati dal tracciato dal passaggio del metanodotto.

Le interazioni con le aree di dissesto e rischio idrogeologico verranno discusse nel seguito del presente studio in un apposito capitolo (§ 1.4.3 del Quadro di Riferimento Ambientale – SEZ. III).

1.4.1 Interazione con gli strumenti di tutela e pianificazione regionali e nazionali

Negli allegati grafici (dis. 08807-PPL-D-0-011 – Allegato 1) si riportano le interferenze del tracciato con i vincoli ambientali e territoriali vigenti sul territorio, in particolare si è fatto riferimento alla normativa nazionale e regionale elencata di seguito:

Normativa nazionale	Vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23	Dis. n. 08807-PPL-DW-000-011 (Allegato 1 Volume 3 di 5)
	Aree vincolate ai sensi del D.Lgs 42/2004 (ex legge 490/99)	
	Aree protette così come definite dalla legge quadro 394/91	
	Direttiva Habitat 92/43/CEE e Direttiva Uccelli 79/409/CEE per quanto concerne l’individuazione di SIC e ZPS (D.P.R. 357/97 e L.157/92)	
	Siti contaminati (D.Lgs. 152/06 e successive modifiche e integrazioni)	Figura 1.4 “Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Trieste”
Normativa regionale	Piano Territoriale Regionale (PTR)	Vincoli recepiti e già compresi nella cartografia nazionale

Il vincolo idrogeologico si rivolge ad aree delicate dal punto di vista della morfologia e della natura del terreno ed è finalizzato essenzialmente ad assicurare che le trasformazioni operate su tali aree (modificazioni delle pendenze, non oculato utilizzo e regimazione delle acque meteoriche o di falda, ecc.) non producano dissesti o distruggano gli equilibri raggiunti e consolidati.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	37 di 437	00	

Tuttavia il vincolo non è preclusivo della edificabilità o di nuove forme di utilizzazione dei terreni (come d'altronde delineato per i boschi) a condizione che sia dimostrata la mancata pericolosità dell'opera o dell'intervento che si intende attuare, o che siano definiti contemporaneamente provvedimenti atti alla salvaguardia del territorio per un intorno conveniente.

Per il metanodotto in progetto non sussistono interferenze con il vincolo idrogeologico.

Per quanto riguarda le aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004, il tracciato del metanodotto interferisce con:

- i territori costieri (rif. Lettera “a”, comma 1 dell’art. 142 D.Lgs. 42/2004), per una lunghezza totale di circa 0,678 km (Tab. 1.1), a cui si può togliere il tratto in sotterraneo che interessa l’area di approdo in comune di Grado, pari a 0,223 km, per cui la percorrenza si riduce a 0,455 km, pari a circa l’1,66% dello sviluppo lineare complessivo del gasdotto in progetto.
L’impianto di lancio e ricevimento pig di Trieste ricade completamente nel vincolo dei territori costieri.

Tab. 1.1 - Interferenza del tracciato con i territori costieri (D.Lgs. 42/2004 art. 142, c. 1, lett. a).

COMUNE	PERCORRENZA IN AREA VINCOLATA (m)
Trieste	373
Grado	305
Totale	678

La compatibilità dell’opera con quanto disposto dal vincolo risiede nella particolare tipologia della stessa; il metanodotto è infatti un’opera che, per la quasi totalità del suo sviluppo lineare, risulta interrata, non prevede cambiamenti di destinazioni d’uso del suolo ma unicamente una servitù volta ad impedire l’edificazione su di una fascia larga 40 m a cavallo dell’asse della tubazione per l’intera lunghezza dell’opera.

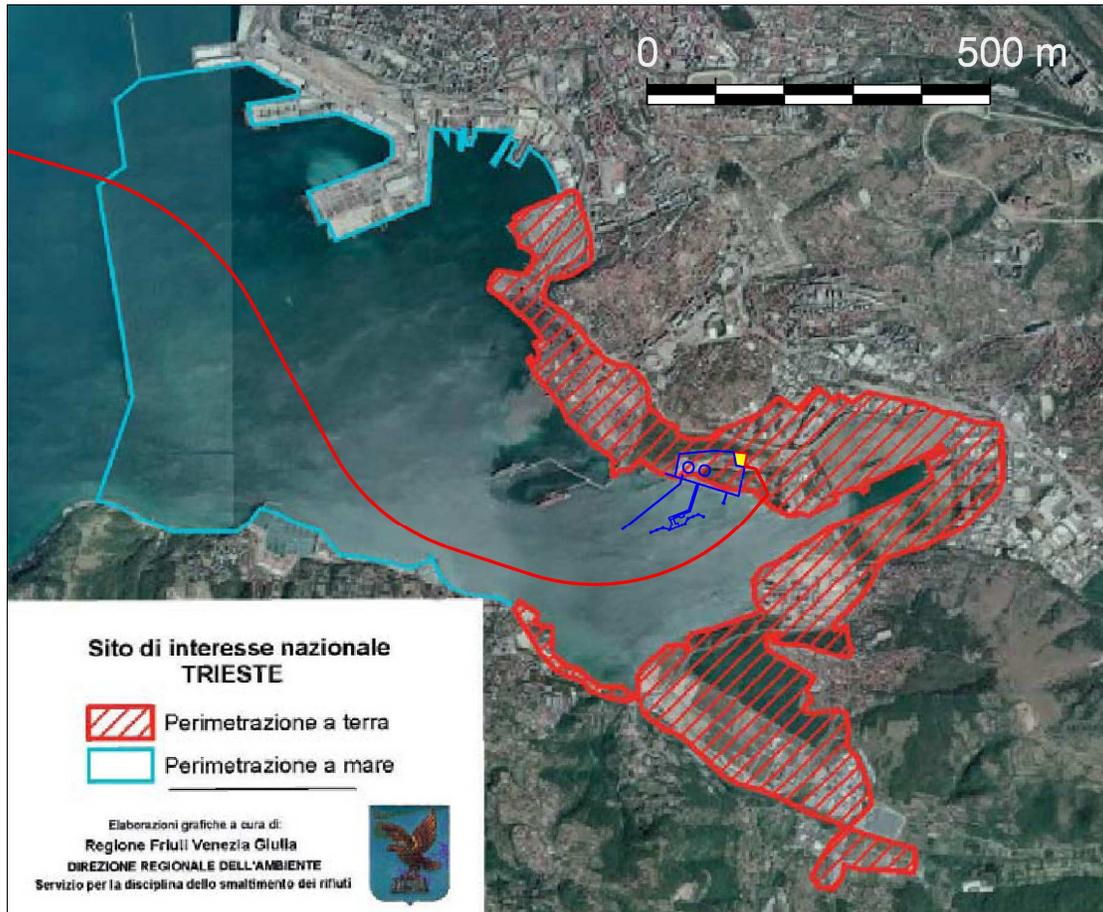
Per quanto riguarda il comune di Grado, inoltre, l’intera fascia vincolata non sarà direttamente interessata dalle operazioni di cantiere, giacchè per questo tratto è prevista la realizzazione di una TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) lunga circa 1300 m (vedi paragrafo 5.1.1 Sezione II).

Ai sensi dell’articolo 242 del decreto legislativo 4 aprile 2006, n. 152, la procedura di bonifica dei siti di interesse nazionale è attribuita alla competenza del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio sentito il Ministero delle Attività Produttive. Il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio potrà avvalersi dell’APAT, delle Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente e dell’Istituto Superiore di Sanità, nonché di altri soggetti qualificati pubblici e/o privati. Nel settore delle bonifiche la Regione Friuli si era dotata già nel 1996 di un Piano di bonifica che è in fase di adeguamento a quanto previsto dal decreto legislativo 4 aprile 2006, n.152.

La sealine in progetto per i primi 6,670 km circa del suo sviluppo (24,3% dell’intero tracciato), compresa l’area di lancio e ricevimento pig, interferisce con il sito inquinato di interesse nazionale di Trieste (Fig. 1.4). Il sito di Trieste è stato istituito con D.M. 18 Settembre 2001, n. 468 “Programma Nazionale di bonifica e ripristino ambientale” e con D.M. Ambiente 24 Febbraio 2003 (G.U. 27/05/03) è stata definita la perimetrazione. In

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	38 di 437	00	

ottemperanza alla normativa vigente per tale sito sarà predisposto un Piano della Caratterizzazione e la relativa esecuzione.



— Tracciato metanodotto in progetto

Fig. 1.4 - Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Trieste.

Il tracciato attraversa un'area caratterizzata dalla presenza di alcuni Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) senza interferirle direttamente. In particolare i siti più vicini alla condotta in progetto sono i seguenti (Tab. 1.2) (dis. n. 08807-PPL-DW-000-011, Allegato 1 Volume 3 di 5):

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 39 di 437		Rev.:	

Tab. 1.2 - Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS) presenti nelle vicinanze del tracciato.

Codice sito	Tipo di sito	Denominazione	Distanza dall'asse (km)
IT 3330005	SIC – ZPS	Foce dell'Isonzo - Isola della Cona	0,350
IT 3330006	SIC - ZPS	Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	1,995

Per un descrizione più dettagliata dei potenziali impatti derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del metanodotto su tali aree si rimanda comunque alla SEZIONE III Quadro di riferimento ambientale, Cap. 3.

Tab. 1.3 - Interferenza diretta del tracciato con gli strumenti di pianificazione nazionale e regionale.

COMUNI	NORMATIVA di RIFERIMENTO					
	Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23)	Siti contaminati (D.Lgs 152/06)	Direttiva habitat SIC/ZPS (D.P.R. 357/97)	Beni culturali ed ambientali (D.Lgs. 42/2004)	Aree naturali protette (L. 394/91)	
Trieste						
Grado						

Legenda D.Lgs. 42/2004

- Territori costieri (lett. a, Art. 142)
- Fascia di rispetto di fiumi, torrenti e corsi d'acqua (lett. c, Art. 142)

Legenda Direttiva Habitat 92/43/CEE

- Siti di Interesse Comunitario (SIC)
- Zone a Protezione Speciale (ZPS)

Aree naturali protette (L. 394/91)

- Riserva Naturale Regionale Foce dell'Isonzo – Isola della Cona
- Riserva Naturale della Valle Cavanata

Siti contaminati (D.Lgs. 152/06)

- Sito di Interesse Nazionale di Trieste

1.4.2 Interazione con gli strumenti di tutela e pianificazione comunali

Le destinazioni d'uso dei territori dal punto di vista urbanistico sono riportate nel Dis. n. 07205-PPL-D-0-010 (Allegato 2 Volume 3 di 5), e sintetizzate nella tabella seguente (Fig. 1.1). L'esame delle interferenze esistenti tra il tracciato e i suddetti Piani permette di valutare e verificare la compatibilità dell'opera con gli strumenti di pianificazione comunali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		40 di 437		00	

Per la tipologia di progetto in esame è stato possibile valutare esclusivamente le prescrizioni dei PRG nelle due aree di approdo.

Nel tentativo di omogeneizzare i dati provenienti dai vari PRG Comunali, si è operata una zonizzazione raggruppando le indicazioni degli elaborati cartografici comunali a disposizione.

L'analisi dei PRG ha anche coinvolto alcuni dei vincoli paesaggistici sovraordinati, giacché, gli strumenti di pianificazione comunale rappresentano quanto di più aggiornato disponibile in relazione alla pianificazione paesaggistica in Friuli Venezia Giulia.

Le classi estrapolate nella cartografia allegata (Allegato 2) sono le seguenti:

- Aree residenziali (centri storici, zone di completamento, zone di espansione)
- Aree produttive (zone industriali, portuali, artigianali e commerciali)
- Aree per attrezzature pubbliche (aree verdi attrezzate, parcheggi, zone turistiche)
- Aree di rispetto (cimiteri, ospedali, strade, corpi idrici)
- Aree a destinazione agricola
- Vincolo paesaggistico
- Ambiti boschivi
- Ambiti agricoli – paesaggistici
- Ambiti di prevalente interesse agricolo
- Aree per impianti di depurazione/tecnologici.

Fig. 1.5 - Strumenti di tutela e pianificazione a livello locale lungo il tracciato del metanodotto.

COMUNE	ZONIZZAZIONE						
Trieste					C	P	
Grado					C		

Legenda PRG Comunali:

	Zone agricole
	Ambiti di prevalente interesse agricolo
	Ambiti agricoli – paesaggistici
	Ambiti boschivi
	Vincoli paesaggistici
	C - Territori costieri
	F – Fascia di rispetto fluviale
	Zone per attività produttive
	P – Zone industriali – portuali
	C – Zone commerciali
	A – Zone artigianali
	Aree residenziali
	Aree di rispetto

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		41 di 437		00	

1.4.2.1 Comune di Trieste

Il tracciato interessa il territorio di questo comune per 0,373 km, interferendo con:

- Aree per attività portuali per una lunghezza pari a 373 m;
- Aree soggette a vincolo paesaggistico per 373 m, che si sovrappongono totalmente a quelli delle aree per attività portuali.

L'intero impianto di lancio e ricevimento pig interessa entrambi i vincoli sopra citati.

Nelle Norme Tecniche di Attuazione si evince che in tali zone sono consentite le attività economiche produttive ed industriali preesistenti collegate alle attività portuali ma con caratteristiche industriali trasformative.

Sono inoltre consentite attività portuali o ad esse assimilabili di movimentazione e/o stoccaggio merci.

Il metanodotto in progetto costituirà opera di pubblica utilità, e sarà connesso, nonché a servizio, del terminale GNL Gas Natural in progetto, divenendo quindi un'opera collegata a future attività portuali.

Per quanto riguarda l'interferenza con la fascia di 300 m dalla linea di costa, vincolo oggi sancito dal D. Lgs. 42/04 e D.M. 152/06 (e successive modifiche ed integrazioni), la compatibilità dell'opera con quanto disposto dal vincolo stesso risiede nella particolare tipologia della stessa; il metanodotto è infatti, per la quasi totalità del suo sviluppo lineare, interrato, e non prevede cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo ma unicamente una servitù volta ad impedire l'edificazione su di una fascia larga 40 m a cavallo dell'asse della tubazione per i tratti a terra.

L'impianto di lancio e ricevimento pig, che sarà realizzato nell'angolo Nord orientale del Terminale GNL in progetto, potrà essere opportunamente mascherato con interventi di piantumazione ambientale e paesaggistica atti a minimizzare gli impatti sulle componenti ambientali interessate. Nel caso specifico appare chiaro che il paesaggio in cui tale impianto andrà ad inserirsi, risulterà connotato dalla presenza del terminale stesso, e delle altre strutture portuali/industriali già presenti nelle immediate vicinanze.

1.4.2.2 Comune di Grado

Il metanodotto attraversa il territorio del comune di Grado per una lunghezza pari a 0,360 km, interferendo con:

- Aree soggette a vincolo paesaggistico per 243 m, di cui 223 m interferiti in sotterraneo; tale vincolo viene interferito anche dal tratto a mare per una lunghezza pari a 62 m, tutti in sotterraneo;
- Ambito boschivo (E2) per una lunghezza pari a 18 m, interamente sovrapposti alle aree a vincolo paesaggistico;
- Aree a destinazione agricola (E6) per 117 m.

Le aree appartenenti alla Zona omogenea E2 sono assoggettate a tutela integrale con divieto di qualsivoglia intervento di modifica dei luoghi, di manomissione della vegetazione, di trasformazione, di costruzione e di svolgimento di attività dalle quali possa derivare pregiudizio per la conservazione della vegetazione esistente.

Questa Sottozona deve essere mantenuta efficiente secondo le buone regole forestali, con reintegrazione del patrimonio arboreo e naturalistico che, per qualsivoglia motivo, avesse a essere manomesso o alienato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	42 di 437	00	

Le specie vegetazionali, erbacee, arbustive, di alto fusto sono protette. Tali aree saranno attraversate mediante tecnologia trenchless, non saranno quindi interessate da operazioni di scavo, taglio piante o movimentazione di terra in genere.

Entro i limiti di della zona E6 sono permesse le seguenti destinazioni d'uso:

- 1 - abitazioni funzionali alla conduzione del fondo
- 2 - stalle per allevamenti zootecnici
- 3 - serre per coltivazioni intensive forzate
- 4 - edifici per il ricovero degli attrezzi e delle macchine agricole
- 5 - edifici per la raccolta, la lavorazione, la conservazione dei prodotti agricoli (granai, cantine, frigoriferi, magazzini e simili).

Sono inoltre consentiti:

- Interventi di tipo A - nuova costruzione
- Intervento di tipo B – ampliamento
- Intervento di tipo C - ristrutturazione urbanistica
- Intervento di tipo D di ristrutturazione edilizia
- Interventi di tipo E di restauro, conservazione tipologica e di risanamento conservativo
- Intervento di tipo F di manutenzione straordinaria
- Intervento di tipo G di manutenzione ordinaria.

In tali zone non sussistono quindi particolari vincoli alla realizzazione del metanodotto.

Per quanto attiene al vincolo paesaggistico presente in zona, relativo alla fascia costiera, valgono le medesime prescrizioni già descritte per il comune di Trieste, per il comune di Grado, è comunque opportuno segnalare che tale vincolo sarà evitato tramite la realizzazione del metanodotto con metodologia trenchless.

1.4.3 Il Piano Regolatore Portuale di Trieste

Le interferenze del tracciato con quanto disposto dal Piano Regolatore Portuale di Trieste sono riportate nel Dis. n. 08807-PPL-DW-000-031, in Allegato 3 (Volume 3 di 5).

Il metanodotto, attraversando l'area portuale di Trieste, interferisce con:

- Area servizi portuali - servizi ecologici (SE) per 335 m;
- Aree demaniali per una lunghezza pari a 340 m, di cui 335 m sovrapposti all'area servizi portuali.

L'area di lancio e ricevimento pig, invece, per quanto concerne l'assetto funzionale, individuato dal Piano, ricade all'interno dell'Area servizi portuali – servizi ecologici (SE) per circa un quinto della sua superficie (1.560 m²) e in Area priva di funzione specifica – Area dismessa (D.1) per la restante parte (6.260 m²).

Mentre, secondo la suddivisione disposta dai Regimi delle aree, un quinto dell'area trappola si trova in Area demaniale e il resto in Area patrimoniale.

1.5 Consorzio di Bonifica della Bassa Friulana

Nella regione Friuli Venezia Giulia, che si estende su un'area di 785.648 ettari, ben 339.436 ettari, pari al 43,20% dell'intera superficie, sono classificati in Comprensori di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	43 di 437	00	

bonifica. La popolazione regionale, di circa 1.207.870 unità (dati Anagrafe Regionale al 31/12/2004), risiede per l'80% nelle aree di pianura e collinari, ove trovano ubicazione la maggior parte degli insediamenti abitativi ed industriali, mentre nelle zone di pianura si sviluppa buona parte delle attività agricole.

I comprensori di bonifica nella Regione Friuli Venezia Giulia sono classificati come segue:

- Comprensorio Bassa Friulana;
- Comprensorio Cellina Meduna;
- Comprensorio Ledra Tagliamento;
- Comprensorio Pianura Isontina.

Come si evince dalla Fig. 1.5, il territorio interessato dal passaggio del metanodotto in progetto, risulta essere ricompreso, per quanto riguarda il solo approdo di Grado, nel Consorzio di Bonifica della Bassa Friulana, in particolare nella zona denominata “Bonifica della Vittoria”.

Il Consorzio di bonifica della Bassa Friulana è stato istituito in data 31 luglio 1989 con il Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 419, mediante fusione dei Consorzi Isola Morosini e Rotta Primero con l'esistente Consorzio per la bonifica e lo sviluppo agricolo della Bassa Friulana, che già a sua volta, con D.P.G.R. n. 112 del 1 settembre 1966, era nato dalla fusione di otto enti di bonifica elementari.

Il comprensorio del Consorzio è individuato dallo Statuto Consortile, adottato con delibera del Consiglio n. 3 del 30 gennaio 2003 e approvato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 1081 del 17 aprile 2003.

Il comprensorio consortile ha un'area di 78.277 ettari ed è compreso nelle province di Udine e Gorizia.

Dal punto di vista legislativo, le funzioni ambientali dei Consorzi di bonifica, ampiamente riconosciute in ambito nazionale, sono espressamente individuate dalla Regione Friuli Venezia Giulia mediante la legge regionale n. 28 del 29 ottobre 2002 “Norme in materia di bonifica e di ordinamento dei Consorzi di bonifica, nonché modifiche alle leggi regionali 9/1999, in materia di concessioni regionali per lo sfruttamento delle acque, 7/2000, in materia di restituzione degli incentivi, 28/2001, in materia di deflusso minimo vitale delle derivazioni d'acqua e 16/2002, in materia di gestione del demanio idrico”. Tale legge all'articolo 1 specifica che “L'attività di bonifica e irrigazione è riconosciuta dall'Amministrazione regionale quale strumento indispensabile alla difesa e conservazione del suolo, alla tutela delle risorse idriche, alla regolazione delle acque, alla salvaguardia dell'ambiente, del territorio agricolo e del paesaggio rurale, nonché alla tutela e valorizzazione delle produzioni agricole e dei territori agricoli”.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	44 di 437	00	

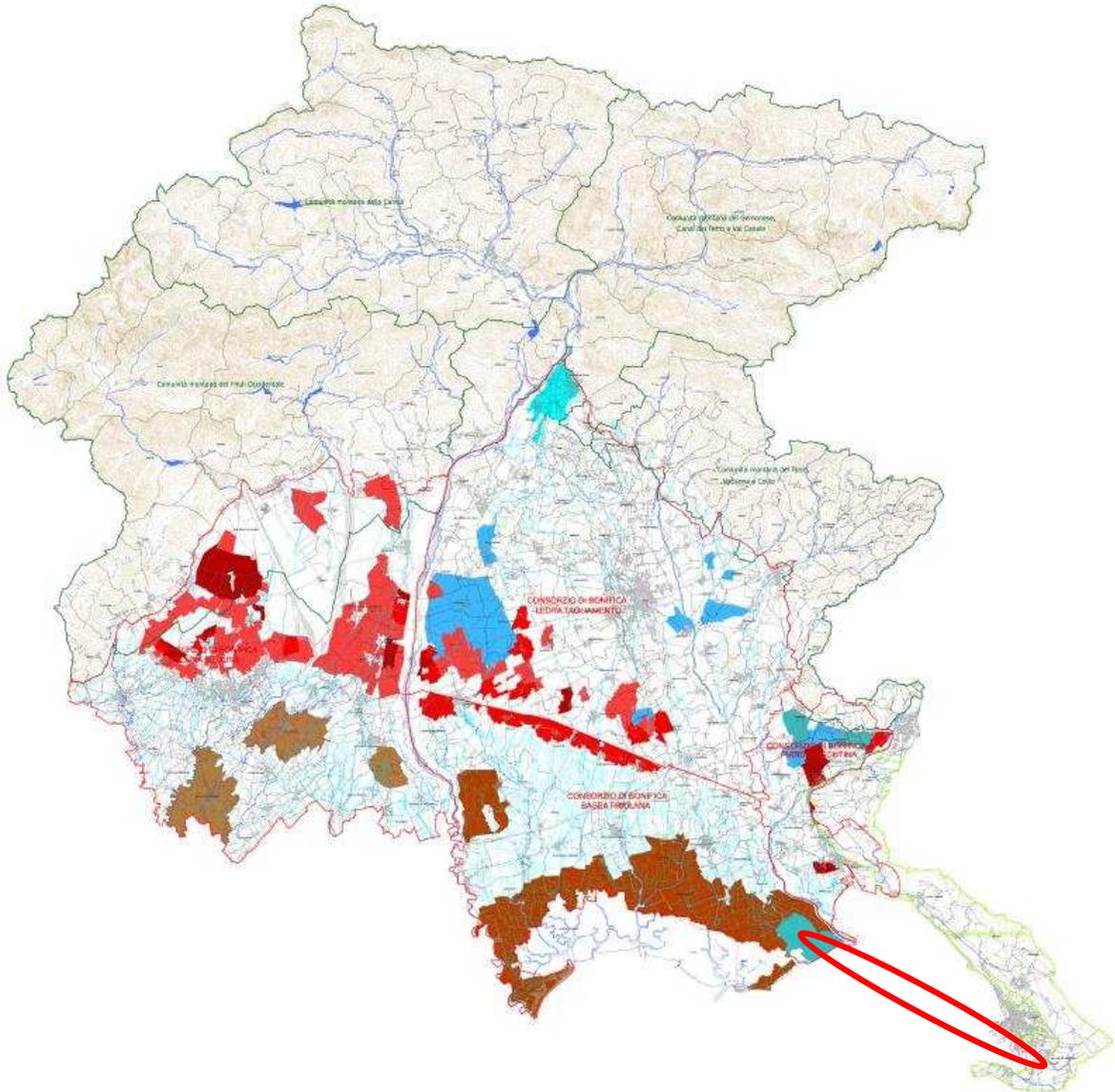


Fig. 1.6 - Delimitazione dei consorzi di bonifica della Regione Friuli Venezia Giulia: Cellina-Meduna (1), Ledra-Tagliamento (2), Pianura Isontina (3) e Bassa Friulana (4).

 Area di pertinenza del metanodotto in progetto

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	45 di 437	00	

L'impianto idrovoro consortile sito in Bonifica della Vittoria (Fig. 1.6), scarica le acque nel fiume Isonzato, che affluisce nell'Isonzo poco prima della foce.

Per questo impianto sono programmati i seguenti interventi di manutenzione:

- Installazione di una nuova pompa da 3.000 l/s
- sostituzione di due vetuste pompe
- sostituzione delle tubazioni di scarico delle pompe esistenti
- installazione di un gruppo elettrogeno
- espurgo, ricalibratura e consolidamento delle scarpate del Canale Collettore Principale

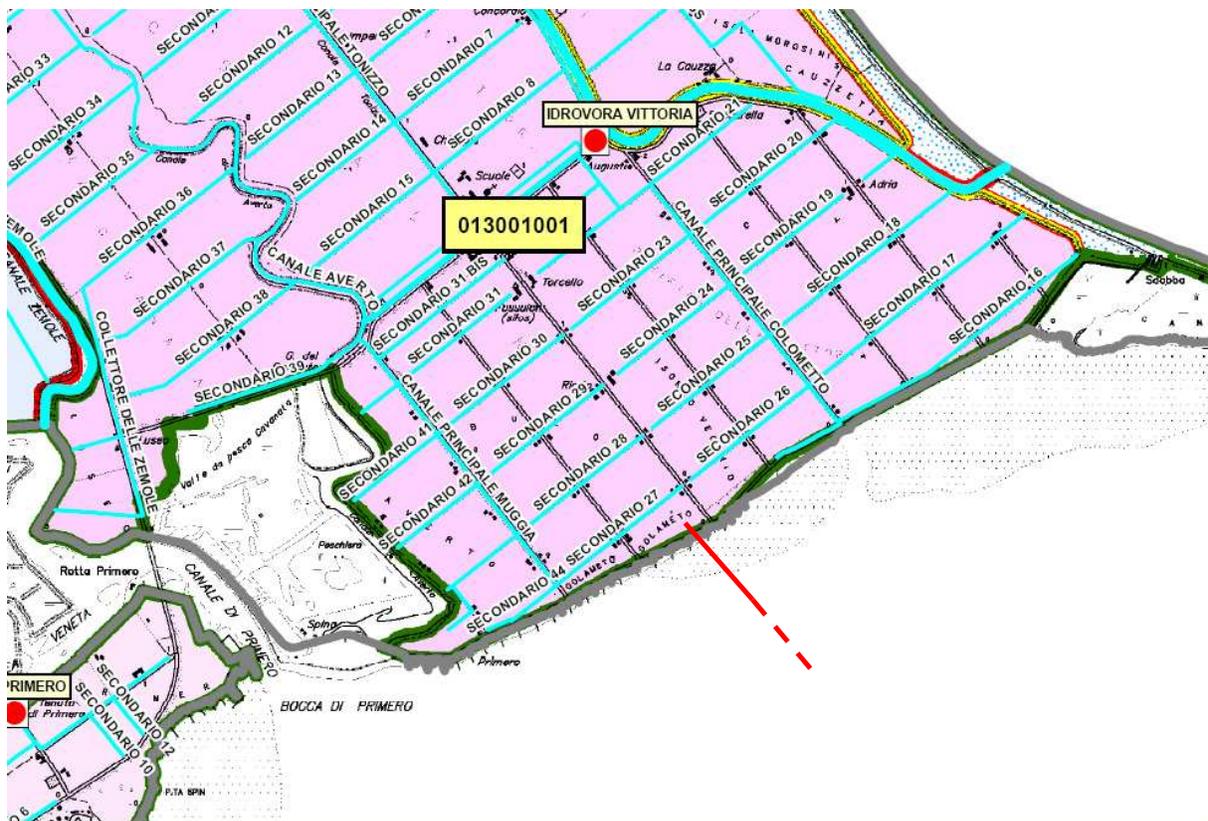


Fig. 1.7 - Posizione dell'impianto idrovoro "Vittoria".

Non sono evidenziate situazioni di interferenza per quanto riguarda il tratto di metanodotto compreso tra l'arginatura a mare e l'impianto di lancio e ricevimento pig sito in località Golameto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	46 di 437	00	

SEZIONE II - QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

1 CRITERI DI SCELTA DEL TRACCIATO

1.1 Criteri progettuali di base

Nell'ambito della direttrice di base individuata, l'intero tracciato di progetto è stato definito nel rispetto della legislazione vigente (norme di attuazione dei PRG e vincoli paesaggistici, ambientali, archeologici, ecc.), della normativa tecnica relativa alla progettazione di queste opere. In particolare sono stati considerati i seguenti vincoli ambientali e antropici presenti sul territorio:

- Impianto di incenerimento di Trieste;
- Moli di attracco del terminale GNL Gas Natural;
- Condotte di scarico a mare ACEGAS;
- Cavi elettrici;
- Dighe foranee del porto di Trieste;
- Boe e fari;
- Zone Nord e Sud di ancoraggio per imbarcazioni alla fonda;
- Corridoio Sud per ingresso/uscita petroliere;
- Confini di acque territoriali slovene;
- Area di scarico fanghi;
- Area terminale GNL Alpi Adriatico;
- Prateria di fanerogame in prossimità dell'approdo di Golameto (Grado);
- Presenza di aree protette marine e terrestri.

I criteri di base per la scelta del tracciato sono i seguenti:

- Minimizzare la lunghezza della rotta;
- Garantire un minimo raggio di curvatura stabile sul fondo
- Evitare o ridurre il numero di incroci con cavi e condotte preesistenti
- Minimizzare il numero di curve
- Garantire le distanze minime dalle aree interdette
- Minimizzare la lunghezza dell'intersezione della rotta con il Corridoio Sud
- Minimizzare la lunghezza dell'attraversamento del sito inquinato di interesse nazionale (area portuale di Trieste).

1.2 Definizione del tracciato

Il processo di definizione del tracciato ha comportato una rigorosa e attenta operazione di verifica progettuale, attraverso l'analisi di tutte le particolari criticità legate alla realizzazione e alla successiva gestione dell'opera ma anche all'ambiente in cui l'opera stessa si inserisce. Sulla base dei dati cartografici e di tutte le informazioni raccolte sul territorio durante le varie attività di ricognizione, si è giunti a definire una direttrice di tracciato in grado di garantire il rispetto dei dati e dei criteri progettuali elencati nel precedente paragrafo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	47 di 437	00			

1.3 Alternative di tracciato

Tra i possibili tracciati individuati in modo da rispettare i vincoli ed i criteri sopra esposti sono state selezionate due rotte, denominate Nord e Sud, (Allegato 9 Volume 3 di 5), che passano rispettivamente a Nord e a Sud del tratto meridionale della diga foranea “Luigi Rizzo”.

La descrizione puntuale della rotta Sud è riportata nei paragrafi seguenti, mentre la rotta Nord, essendo quella prescelta, sarà descritta nel successivo Capitolo 2 (Sezione II).

1.3.1 Descrizione della Rotta Sud (alternativa di tracciato)

I vincoli progettuali della rotta a mare, descritti nella sezione precedente, e in particolare la necessità di adottare un raggio minimo di curvatura sul fondo per garantirne la stabilità hanno vincolato la scelta del punto di arrivo all’approdo di Zaule (Trieste). L’approdo di Zaule è quindi comune all’alternativa, Rotta Sud, e al tracciato prescelto (Allegato 9 Volume 3 di 5).

Dopo l’approdo vero e proprio, si prevede quindi una sezione curva con raggio di curvatura di 1500 m da km 0,500 a km 2,300 circa.

La Rotta Sud prevede, dopo l’uscita dalla curva a km 2,300, un tratto rettilineo fino a km 7,200 che corre quasi parallelamente a Sud del corridoio di ingresso/uscita delle navi cisterna e ne intercetta un breve tratto nella zona ovest fra km 5,000 e km 5,600.

Dopo l’attraversamento della diga foranea la rotta prosegue dapprima con una curva con raggio di curvatura pari a 5000 m e poi con un tratto rettilineo di 1900 m in un corridoio delimitato a nord dalla zona di ancoraggio riservata alle navi cisterna e a sud dal confine della acque territoriali slovene.

Questa zona è intensamente trafficata dalle navi cisterna in arrivo e in partenza dall’area portuale. La rotta prevede il passaggio ad una distanza di circa 100 m dalla “Zona Sud” riservata all’ancoraggio di navi cisterne, in corrispondenza del vertice sud-occidentale della stessa e il passaggio ad una distanza minima di circa 200 m dalle acque territoriali slovene.

Il tracciato prosegue poi senza incontrare particolari difficoltà fino alla zona dell’approdo di Golameto (Grado) passando a Sud di un’area adibita a scarico fanghi.

1.3.2 Selezione della rotta

Sulla base dei vincoli presenti nella zona oggetto dell’intervento, si è optato per l’esclusione della rotta Sud, in considerazione dei seguenti punti:

- vicinanza della Rotta Sud al confine delle acque territoriali Slovene
- attraversamento in senso longitudinale del canale Sud di ingresso delle petroliere.

La Rotta Nord, sfrutta la presenza di un corridoio tecnologico tracciato dalla presenza della condotta di scarico acque di proprietà Acegas.

La rotta Nord, a fronte delle precedenti osservazioni, risulta quindi la migliore alternativa percorribile.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	48 di 437	00	

2 DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

Il tracciato inizia dall'impianto di lancio e ricevimento pig, di nuova realizzazione, adiacente al Terminale GNL Gas Natural in progetto. Tale impianto occuperà un'area di circa 7.820 m², il cui accesso sarà garantito dall'adeguamento di una strada esistente lunga circa 355 m. Il tracciato si stacca dal lato orientale dell'impianto proseguendo per un breve tratto, circa 80 m, in direzione Est. A questo punto esso devia verso Sud-Est proseguendo in tale direzione per circa 200 m, ed infine si dirige verso la linea di costa, assumendo la direzione Sud-Ovest, e raggiungendola al km 0,370 circa.

Il primo tratto in uscita dall'approdo di Zaule (Trieste) ha richiesto particolari accorgimenti a causa della conformazione del Vallone di Muggia, stretto e lungo, e alla presenza di diversi vincoli fisici quali moli sulle coste Nord e Sud e una condotta di scarico acque nella riva Sud.

La rotta prevede dopo l'uscita dalla prima curva a km 2,300 un breve tratto rettilineo lungo circa 600 m ed una seconda curva con raggio di curvatura pari a 1500 m da km 2,900 al km 4,000 circa. Questo secondo tratto in curva attraversa il corridoio di ingresso/uscita delle navi cisterna.

Dopo un tratto rettilineo di circa 1200 m la rotta si avvia a passare attraverso la diga foranea con raggio di curvatura di 2000 m.

Il passaggio della diga foranea avviene al km 6,700 tra la testata Nord del tratto meridionale e la testata Sud del settore mediano della diga foranea "Luigi Rizzo". La presenza a Nord del passaggio di una condotta di scarico acque ACEGAS vincola la rotta al passaggio in un corridoio di larghezza di circa 100 m.

Si è rilevata inoltre la presenza di un cavo elettrico per l'alimentazione dei fanali di segnalazione che insistono sulle testate della diga foranea.

Successivamente la rotta assume andamento rettilineo correndo lungo un corridoio di circa 5 km con larghezza variabile dai 100 m all'altezza della diga fino ai 300 m, vincolato a Nord dalla condotta ACEGAS e a Sud dalla "Zona Sud" riservata all'ancoraggio di navi cisterna.

Al km 11,700 circa la rotta affronta una curva con raggio di curvatura di 5000 m e prosegue verso l'approdo di Golameto (Grado) per altri 13 km senza particolari difficoltà passando a Nord di una area di scarico fanghi.

All'approdo di Golameto (Grado) si realizzerà una T.O.C. che si svilupperà da terra verso mare per un tratto di circa 1300 m, dove il fondale presenta una profondità media di circa -5m.

Ciò permetterà di evitare lo scavo a cielo aperto a ridosso e in prossimità della spiaggia. Il tracciato di progetto è riportato negli allegati 4, 5 e 6.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	49 di 437	00	

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione, la costruzione e l'esercizio del metanodotto è disciplinata essenzialmente dalla seguente normativa generale:

- DM 24.11.84 Ministero dell'Interno "Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".
- DM 16.11.99 Ministero dell'Interno Modificazione al decreto ministeriale 24 novembre 1984 recante "Norme di Sicurezza per il Trasporto, la distribuzione, l'accumulo, l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8".

3.1 Tratto off-shore

- ISO 3183-2007 Petroleum and natural gas industries -- Steel pipe for pipeline transportation systems
- ISO 13847 Petroleum and Natural Gas Industries – Welding of Pipelines” (2000)
- DNV OS-F101 Submarine Pipeline Systems – Edition 2000
- DNV 1981 Rules for Submarine Pipeline Systems
- DNV 1976 Rules for Design, Construction and Inspection of Submarine Pipeline and Pipeline Risers
- DNV 1977 Rules for Design, Construction and Inspection of Offshore Structures
- DNV RP-B401 Cathodic Protection Design – Recommended Practice
- DNV RP-E305 On-bottom Stability Design of Submarine Pipelines – Recommended Practice - 1988
- DNV RP-F103 Cathodic Protection of Submarine Pipelines by Galvanic Anodes - 2003
- DNV RP-F105 Free Spanning Pipelines – Recommended Practice - 2002
- DNV CN-30.5 Environmental Condition and Environmental Loads, 2000
- DNV Guideline 13 Interference between Trawl Gear and Pipelines, 1997

- ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems
- ASME B16.5/1988+A.92 Pipe flanges and flanged fittings
- ASME B16.47/1990+A.91 Large Diameters Steel Flanges

MSS SP44/1990 Steel Pipeline Flanges

3.2 Tratti on-shore

DPR 327/01 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità.

RD 1775/33 – Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici.

DM 23.02.71 del Ministero dei Trasporti – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	50 di 437	00	

Circolare 09.05.72, n. 216/173 dell'Azienda Autonoma FF.SS. – Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie.

DPR 753/80 – Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie.

DM 03.08.91 del Ministero dei Trasporti – Distanza minima da osservarsi nelle costruzioni di edifici o manufatti nei confronti delle officine e degli impianti delle FFSS.

Circolare 04.07.90 n. 1282 dell'Ente FF.SS. – Condizioni generali tecnico/amministrative regolanti i rapporti tra l'ente Ferrovie dello Stato e la SNAM in materia di attraversamenti e parallelismi di linee ferroviarie e relative pertinenze mediante oleodotti, gasdotti, metanodotti ed altre condutture ad essi assimilabili.

RD 1740/33 – Tutela delle strade.

DLgs 285/92 e 360/93 – Nuovo Codice della strada.

DPR 495/92 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della strada.

RD 368/04 – Testo unico delle leggi sulla bonifica.

RD 523/04 – Polizia delle acque pubbliche.

L 64/74 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

Ordinanza PCM 3274/03 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

L 426/98 – Nuovi interventi in campo ambientale.

L 198/58 e DPR 128/59 – Cave e miniere.

L 898/76 – Zone militari.

DPR 720/79 – Regolamento per l'esecuzione della L 898/76.

DLgs 626/94 – Attuazione delle Direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 494 - Attuazione della direttiva 92/57 CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.

Decreto Legislativo 19 novembre 1999, n. 528 – Modifiche ed integrazioni al DLgs 14/08/1996 n.494 recante attuazione della direttiva 92/57 CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 51 di 437	Rev.:	
		00	

L 186/68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.

DM 22.01.08 n. 37 del Ministero dello sviluppo economico - Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della Legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

DPR 06.06.2001 n. 380 - Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.

DM 14.01.08 del Ministero delle Infrastrutture - Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

DM 11.03.88 del Ministero dei Lavori Pubblici - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, criteri generali e prescrizioni per progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle fondazioni.

L'opera è stata, perciò, progettata e sarà realizzata in conformità alle suddette Leggi ed in conformità alla normalizzazione interna SNAM gasdotti, che recepisce i contenuti i contenuti delle seguenti specifiche tecniche nazionali ed internazionali:

Materiali

UNI - DIN - ASTM Caratteristiche dei materiali da costruzione

Strumentazione e sistemi di controllo

API RP-520 Part. 1/1993 Dimensionamento delle valvole di sicurezza
API RP-520 Part. 2/1988 Dimensionamento delle valvole di sicurezza

Sistemi elettrici

CEI 64-8/1992 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V
CEI 64-2 (Fasc.1431)/1990 Impianti elettrici utilizzatori nei luoghi con pericolo di esplosione
CEI 81-1 (Fasc.1439)/1990 Protezione di strutture contro i fulmini

Impiantistica e Tubazioni

ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems (solo per applicazioni specifiche es. fornitura trappole bidirezionali)
ASME B1.1/1989 Unified inch Screw Threads
ASME B1.20.1/1992 Pipe threads, general purpose (inch)
ASME B16.5/1988+ADD.92 Pipe flanges and flanged fittings
ASME B16.9/1993 Factory-made Wrought Steel Buttwelding Fittings
ASME B16.10/1986 Face-to-face and end-to-end dimensions valves
ASME B16.21/1992 Non metallic flat gaskets for pipe flanges
ASME B16.25/1968 Buttwelding ends

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 52 di 437	Rev.:			
		00			

ASME B16.34/1988	Valves-flanged, and welding end..
ASME B16.47/1990+Add.91	Large Diameters Steel Flanges
ASME B18.21/1991+Add.91	Square and Hex Bolts and screws inch Series
ASME B18.22/1987	Square and Hex Nuts
MSS SP44/1990	Steel Pipeline Flanges
MSS SP75/1988	Specification for High Test Wrought Buttwelding Fittings
MSS SP6/1990	Standard finishes contact faces of pipe flanges
API Spc. 1104	Welding of pipeline and related facilities
API 5L/1992	Specification for line pipe
EN 10208-2/1996	Steel pipes for pipelines for combustible fluids
API 6D/1994	Specification for pipeline valves, and closures, connectors and swivels
ASTM A 193	Alloy steel and stainless steel-bolting materials
ASTM A 194	Carbon and alloy steel nuts for bolts for high pressure
ASTM A 105	Standard specification for "forging, carbon steel for piping components"
ASTM A 216	Standard specification for "carbon steel casting suitable for fusion welding for high temperature service"
ASTM A 234	Piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevate temperatures
ASTM A 370	Standard methods and definitions for "mechanical testing of steel products"
ASTM A 694	Standard specification for "forging, carbon and alloy steel, for pipe flanges, fitting, valves, and parts for high pressure transmission service"
ASTM E 3	Preparation of metallographic specimens
ASTM E 23	Standard methods for notched bar impact testing of metallic materials
ASTM E 92	Standard test method for vickers hardness of metallic materials
ASTM E 94	Standards practice for radiographic testing
ASTM E 112	Determining average grain size
ASTM E 138	Standards test method for Wet Magnetic Particle
ASTM E 384	Standards test method for microhardness of materials
ISO 898/1	Mechanical properties for fasteners - part 1 - bolts, screws and studs
ISO 2632/2	Roughness comparison specimens - part 2: sparkeroded, shot blasted and grit blasted, polished
ISO 6892	Metallic materials - tensile testing
ASME Sect. V	Non-destructive examination
ASME Sect. VIII	Boiler and pressure vessel code
ASME Sect. IX	Boiler construction code-welding and brazing qualification
CEI 15-10	Norme per "Lastre di materiali isolanti stratificati a base di resine termoindurenti"
ASTM D 624	Standard method of tests for tear resistance of vulcanized rubber
ASTM E 165	Standard practice for liquid penetrant inspection method

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 53 di 437	Rev.:			
		00			

ASTM E 446 Standard reference radiographs for steel castings up to 2" in thickness

ASTM E 709 Standard recommended practice for magnetic particle examination

Sistema di Protezione Anticorrosiva

ISO 8501-1/1988 Preparazione delle superfici di acciaio prima di applicare vernici e prodotti affini.
Valutazione visiva del grado di pulizia della superficie - parte 1: gradi di arrugginimento e gradi di preparazione di superfici di acciaio non trattate e superfici di acciaio dalle quali è stato rimosso un rivestimento precedente

UNI 5744-66/1986 Rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo (rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso)

UNI 9782/1990 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - criteri generali per la misurazione, la progettazione e l'attuazione

UNI 9783/1990 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - interferenze elettriche tra strutture metalliche interrato

UNI 10166/1993 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - posti di misura

UNI 10167/1993 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - dispositivi e posti di misura

UNI CEI 5/1992 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - misure di corrente

UNI CEI 6/1992 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - misure di potenziale

UNI CEI 7/1992 Protezione catodica di strutture metalliche interrato - misure di resistenza elettrica

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 54 di 437	Rev.:	
		00	

4 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA

4.1 Caratteristiche del Fluido Trasportato

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche del gas trasportato dalla condotta. Il gas verrà introdotto in rete dal terminale GNL di Zaule in progetto.

Caratteristiche del Gas Trasportato ⁽¹⁾		
Parametro	Unità di Misura	Valore
Metano	[%mol]	86.06
Etano	[%mol]	7.43
Propano	[%mol]	1.61
Butano	[%mol]	0.53
Pentano	[%mol]	0.18
Esano	[%mol]	0.07
Azoto	[%mol]	3.73
CO ₂	[%mol]	0.39
Densità	[kg/Sm ³]	0.78 ⁽²⁾
Viscosità cinematica	[m ² /s]	2.1·10 ⁻⁷ ⁽²⁾
Conduttività termica	[W/mK]	0.031 ⁽²⁾

Note:

- 1) Caratteristiche considerate per la progettazione delle condotte
- 2) Valore riferito al gas in condizioni standard (T=15°C, p=1.013 bar_a)

4.2 Linea

Il metanodotto per il trasporto di gas naturale, ottenuto dalla rigassificazione del gas naturale liquefatto nel terminale di Zaule (TS), è costituito per il tratto offshore da una condotta in acciaio, che rappresenta l'elemento principale del sistema di trasporto in progetto e da una serie di impianti a terra che, oltre a garantire l'operatività della struttura, realizzano l'intercettazione della condotta in accordo alla normativa vigente.

La pressione massima di esercizio è di 75 bar.

Il metanodotto lungo circa 27,380 km sarà interrato per tutta la sua lunghezza con un ricoprimento minimo di 1 m al di sopra del tubo, ciò per evitare e minimizzare le interferenze con le attività di pesca.

Per il dimensionamento della condotta sono state seguite le indicazioni della normativa Italiana contenute nel D.M. Int. Del 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione di gas naturale con densità non superiore a 0,8" e successive modificazioni.

Per gli aspetti tecnici non coperti da tale Decreto, sono state utilizzate le normative internazionali DNV OS-F 101 "Submarine pipeline systems", utilizzate normalmente per il progetto di condotte sottomarine da installare nel Mare del Nord.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	55 di 437	00	

Per la realizzazione della nuova condotta il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni con diametro DN 32" (812,8mm). I tubi avranno una lunghezza media di 12 m, saranno smussati e calibrati alle estremità per permettere la saldatura elettrica di testa.

Nella seguente tabella sono riportate le caratteristiche principali del materiale:

Caratteristiche del Materiale delle Condotte	
Processo di fabbricazione	Tubo con saldatura ad arco longitudinale
Standard del tubo	ISO 3183
Grado	ENL450
	Alternativa: ENL360
Spessore tubazione	22,2 mm
Modulo di elasticità [MPa]	$207 \cdot 10^3$
Densità [kg/m^3]	7,850
Coefficiente di Poisson	0.3
Coefficiente di espansione lineare [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	$1.17 \cdot 10^{-5}$

4.2.1 Protezione anticorrosiva

La condotta sarà dotata di:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità, applicato in fabbrica, dello spessore di 3 mm , ed un rivestimento interno in vernice epossidica con spessore 50-100 μ . I giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva costituita da anodi sacrificali in lega di zinco distribuiti lungo la condotta.

4.2.2 Appesantimento in calcestruzzo (tratto off-shore)

Prima dell'interramento finale la condotta sarà posata sul fondo marino e per la stabilità alle correnti e onde (periodo di ritorno: un anno) i tubi saranno appesantiti con un rivestimento in calcestruzzo, le cui caratteristiche sono riportate nella seguente tabella.

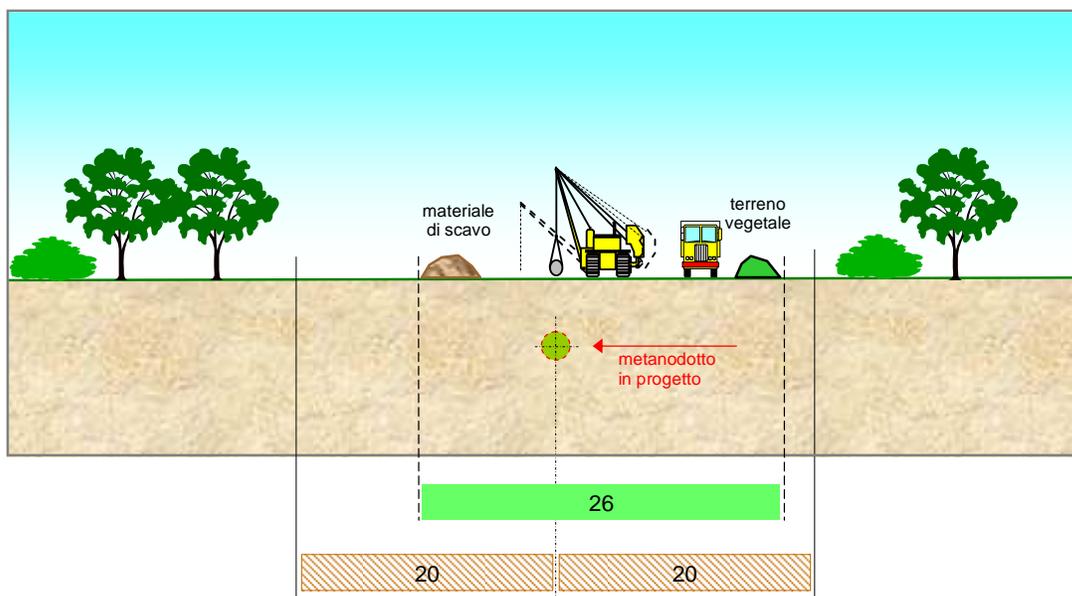
Caratteristiche del Rivestimento Esterno in Calcestruzzo	
Spessore minimo applicabile [mm]	40
Densità [kg/m^3]	2,400 - 3040
Lunghezza del cut back [mm]	370 +/- 20
Assorbimento acqua da parte della gunite	2% - 5% (% in peso della gunite)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	56 di 437	00	

4.2.3 Fascia di asservimento (tratto on-shore)

La costruzione ed il mantenimento di un metanodotto sui fondi altrui sono legittimati da una servitù il cui esercizio, lasciate inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo di questi fondi, limita la fabbricazione nell'ambito di una fascia di asservimento a cavallo della condotta (servitù non aedificandi).

L'ampiezza di tale fascia varia in rapporto al diametro, alla pressione di esercizio del metanodotto, alle condizioni di posa ed al coefficiente di sicurezza minimo adottato per il calcolo dello spessore delle tubazioni in accordo alle vigenti normative di legge. Nel caso del metanodotto in oggetto è prevista una fascia di asservimento per ogni lato della tubazione pari a 20,00 m per la tubazione libera in terreno permeabile (Fig. 4.1).



- Area di passaggio = 26 m
- Fascia di servitù coincidente con vincolo preordinato all'esproprio (v.p.e.) = 40 m (20 m + 20 m)

Fig. 4.1 - Fascia di servitù e area di passaggio per un metanodotto DN 800 (32"), P 75 bar.

4.3 Impianti di linea

Al punto di stacco del metanodotto in progetto è prevista la realizzazione di una stazione di lancio e ricevimento pig, comprensiva di PIL (punto di intercettazione di linea) in adiacenza all'impianto GNL in progetto, situato nel comune di Trieste (km 0+000), in località Zaule.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	57	di 437	00		

Il punto di lancio e ricevimento dei "pig", è costituito essenzialmente da un corpo cilindrico, denominato "trappola", di diametro superiore a quello della linea per agevolare il recupero del pig.

La "trappola", gli accessori per il carico e lo scarico del pig e la tubazione di scarico della linea sono installati fuori terra, mentre le tubazioni di collegamento e di by-pass all'impianto esistente vengono interrate, come i relativi basamenti in c.a. di sostegno.

L'impianto sopra descritto sarà recintato in modo analogo al terminale GNL Gas Natural.

L'ubicazione dell'impianto è indicata sull'allegata planimetria in scala 1:10.000 "Tracciato di progetto – Planimetria degli approdi" (Allegato 6 Volume 3 di 5), mentre i dettagli tecnici sono riportati in Allegato 10 (Volume 3 di 5).

L'impianto occuperà un'area di circa 7.820 m², e sarà accessibile attraverso una strada di accesso lunga 355 m, la quale collegherà anche il terminale GNL di Gas Natural. Tale strada è esistente ed andrà adeguata.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	58 di 437	00	

5 REALIZZAZIONE DELL'OPERA

Il gasdotto in progetto, la cui lunghezza complessiva è di circa 27,380 km, sarà per circa il 98% del suo sviluppo sottomarino, le due aree di approdo infatti, riguardano dei tratti di tubazione di circa 370 m a Trieste, e 360 m in località Golameto nel comune di Grado, nel comune di Grado.

Il programma lavori per la installazione della condotta prevede le seguenti fasi:

1. Realizzazione degli approdi;
2. Posa della condotta a mare;
3. Operazioni di collegamento finali (Tie-in);
4. Interramento;
5. Controlli e Collaudi.

5.1 Fasi di costruzione – approdi

5.1.1 Opere in sotterraneo

Per superare taluni punti del tracciato di particolare rilevanza ambientale, salti morfologici, ovvero configurazioni idrografiche complesse, il progetto prevede l'adozione di "Tecnologie Trenchless" per la posa in sotterraneo della condotta senza interferire con l'ambiente circostante e con le eventuali opere d'arte presenti nel soprasuolo.

Le tecnologie trenchless normalmente utilizzate per questo tipo di opere in sotterraneo sono:

- Microtunnel a sezione monocentrica con diametro interno compreso fra 1,6 e 2,4 m, realizzati con l'ausilio di una fresa scudata il cui sistema di guida è di norma posto all'esterno del tunnel. La stabilizzazione del fronte di scavo è garantita da una contropressione idraulica in grado di bilanciare il battente idrico soprastante mentre la stabilizzazione delle pareti del foro è assicurata dalla messa in opera di tubi o conci in c.a. o acciaio contestualmente all'avanzamento dello scavo. L'installazione della condotta all'interno del microtunnel avviene direttamente sulla generatrice inferiore del tunnel stesso mediante l'ausilio di slitte di varo isolanti. A causa dei ridotti spazi disponibili la condotta viene assiemata e precollaudata all'esterno del tunnel. Il pre-montaggio avviene pertanto in aree adiacenti all'imbocco del tunnel, appositamente attrezzate per tutte le attività connesse con saldatura delle barre di condotta. I singoli tronconi predisposti vengono inseriti nel tunnel tramite idonei dispositivi di traino (argani a fune) opportunamente dimensionati ed installati all'estremità opposta del tunnel. Ad operazioni di infilaggio-varo della condotta concluse si provvede a intasare l'intercapedine fra la condotta di linea e la parete interna del tunnel con apposita miscela cementizia e a ripristinare gli imbocchi e le aree di lavoro nelle condizioni esistenti prima dei lavori. Il materiale di scavo proveniente dalla realizzazione del microtunnel viene impiegato per l'intasamento del tunnel stesso e per la costituzione del letto di posa per la condotta di linea; le eventuali eccedenze verranno trasportate a discarica nel rispetto della vigente normativa in merito alla gestione dei rifiuti.
- Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), realizzata mediante un'asta di perforazione con trivella, montata su un RIG di perforazione a inclinazione variabile. La stabilizzazione del fronte di scavo e delle pareti del foro è garantita dall'ausilio di fluidi di perforazione completamente biodegradabili. In questo caso il foro di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		59 di 437		00	

perforazione viene realizzato mediante una trivella di perforazione installata su di un'asta di piccolo diametro azionata direttamente dal Rig di perforazione; con passaggi successivi tale foro viene allargato fino raggiungere la dimensione necessaria all'accoglimento della condotta. Successivamente nel foro viene infilata la condotta preventivamente assiemata e precollaudata all'esterno del tunnel. Il pre-montaggio avviene pertanto in aree adiacenti all'imbocco della perforazione, generalmente predisposte sull'asse di progetto al fine di minimizzare l'occupazione temporanea del territorio, appositamente attrezzate per tutte le attività connesse con la saldatura delle barre di condotta. L'infilaggio-varo della condotta avviene tramite la stessa asta di perforazione utilizzata per la trivella alla quale si aggancia la condotta e la si traina nel sottosuolo direttamente per mezzo del Rig di perforazione. Ad operazioni di infilaggio-varo della condotta concluse si provvede a ripristinare le aree di lavoro nelle condizioni esistenti prima dei lavori. Il materiale di scavo proveniente dalla realizzazione del microtunnel e i fluidi di perforazione di risulta verranno trasportate a discarica nel rispetto della vigente normativa in merito alla gestione dei rifiuti.

La scelta fra l'impiego della tecnologia più idonea è condizionata dalle caratteristiche geotecniche e geomorfologiche della perforazione da realizzare e dalle caratteristiche meccaniche della condotta da posare.

5.1.2 Approdo di Zaule (Trieste) e tratto terminale dell'approdo di Golameto (Grado)

Nella zona dell'approdo di Trieste e nel tratto terminale dell'approdo di Golameto (Grado) è prevista la realizzazione di uno scavo a cielo aperto (trincea pre-scavata) allo scopo di alloggiare la condotta nella fase di installazione; il successivo ricoprimento finale proteggerà meccanicamente la condotta da eventuali impatti esterni e da agenti meteomarinari quali onde e correnti.

Per il tratto strettamente terrestre si opererà nel rispetto delle fasi di lavoro elencate di seguito:

- Realizzazione delle infrastrutture provvisorie ovvero delle le piazzole di stoccaggio per l'accatastamento delle tubazioni, della raccorderia, ecc.. Le piazzole saranno realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle tubazioni e contigue alla fascia di lavoro. La realizzazione delle stesse, previo accatastamento dell'humus superficiale, consiste nel livellamento del terreno.
- Apertura della fascia di lavoro: Le operazioni di scavo della trincea e di montaggio della condotta richiederanno l'apertura di un'area di passaggio denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere il più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio e di soccorso.

La fascia di lavoro normale avrà una larghezza complessiva pari a 26 m (11 m+15 m), mentre la fascia di lavoro ristretta avrà una larghezza complessiva pari a 22 m (9 m+13 m) (disegni n. 08807-PPL-DW-000-300, Allegato 11 Volume 3 di 5). Prima dell'apertura della fascia di lavoro sarà eseguito, ove necessario, l'accantonamento dello strato umico superficiale a margine della fascia di lavoro per riutilizzarlo in fase di ripristino. In questa fase verranno realizzate le opere provvisorie, come tombini, guadi o quanto altro serve per garantire il deflusso naturale delle acque.

In corrispondenza degli attraversamenti di infrastrutture (strade, metanodotti in esercizio, ecc.), di aree particolari (impianti di linea), e per la realizzazione della TOC

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	60 di 437	00	

all'approdo di Golameto, in comune di Grado, l'ampiezza della fascia di lavoro sarà superiore a 26 m per esigenze di carattere esecutivo ed operativo, in particolare:

- o Dimensioni ampliamento in località Golameto (Grado) per la realizzazione delle TOC = 4000 m²;
- o Dimensioni ampliamento località Zaule (Trieste) per la realizzazione dell'impianto di lancio e ricevimento PIG = 7000 m².

I mezzi utilizzati saranno in prevalenza cingolati: ruspe, escavatori e pale cariatrici. L'accessibilità alla fascia di lavoro sarà normalmente assicurata dalla viabilità ordinaria, che, durante l'esecuzione dell'opera, subirà unicamente un aumento del traffico dovuto ai soli mezzi dei servizi logistici. I mezzi adibiti alla costruzione invece utilizzeranno la fascia di lavoro messa a disposizione per la realizzazione dell'opera.

- Sfilamento delle tubazioni lungo la fascia di lavoro. L'attività consiste nel trasporto dei tubi dalle piazzole di stoccaggio e al loro posizionamento lungo la fascia di lavoro, predisponendoli testa a testa per la successiva fase di saldatura.
- Saldatura di linea. I tubi saranno collegati mediante saldatura ad arco elettrico. L'accoppiamento sarà eseguito mediante accostamento di testa di due tubi, in modo da formare, ripetendo l'operazione più volte, un tratto di condotta.

I tratti di tubazioni saldati saranno temporaneamente disposti parallelamente alla traccia dello scavo, appoggiandoli su appositi sostegni in legno per evitare il danneggiamento del rivestimento esterno.

I mezzi utilizzati in questa fase saranno essenzialmente trattori posatubi, motosaldatrici e compressori ad aria.

- Controlli non distruttivi delle saldature. Le saldature saranno tutte sottoposte ad accurati controlli non distruttivi. Le singole saldature saranno accettate se rispondenti ai parametri imposti dalla normativa vigente.
- Scavo della trincea. Prima dell'apertura della trincea sarà eseguito ove possibile, l'accantonamento dello stato humico superficiale a margine della fascia di lavoro o in depositi di stoccaggio temporanei. In base ai risultati della caratterizzazione dell'area, la quale rientra all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Trieste, il materiale di risulta dello scavo potrà essere depositato lateralmente allo scavo stesso, lungo la fascia di lavoro, per essere riutilizzato in fase di rinterro della condotta, nel caso in cui questo risulti idoneo per il suo riutilizzo, altrimenti, allo scopo di ripristinare l'approdo a terra alle condizioni precedenti lo scavo, sarà utilizzato altro materiale con le stesse caratteristiche fisiche di quello asportato, ma proveniente da siti non inquinati.

Le dimensioni standard della trincea sono riportate nei disegni tipologici di progetto (disegno n. 08807-PPL-DW-000-302, Allegato 11 Volume 3 di 5).

La trincea verrà realizzata con una draga a cucchiaio ed interesserà l'area dell'approdo di Trieste per una lunghezza di circa 400 m di cui presumibilmente 2/3 a mare e 1/3 a terra.

- Rivestimento dei giunti: al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti.

Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di una apposita apparecchiatura a scintillio (*holiday detector*) e se necessario, saranno eseguite le riparazioni con l'applicazione di mastice e pezzi protettivi.

È previsto l'utilizzo di trattori posatubi per il sollevamento della colonna.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	61 di 437	00	

- Posa della condotta. Ultimata la verifica della perfetta integrità del rivestimento, la colonna saldata sarà sollevata e posata nello scavo con l'impiego di trattori posatubi (sideboom).
Nel caso in cui il fondo dello scavo presenti asperità tali da poter compromettere l'integrità del rivestimento, sarà realizzato un letto di posa con materiale inerte (sabbia, ecc.).
Le colonne posate saranno successivamente saldate una con l'altra.
- Rinterro della condotta. La condotta posata sarà ricoperta con il materiale di risulta accantonato lungo la fascia di lavoro all'atto dello scavo della trincea, nel caso in cui questo risulti idoneo per il riutilizzo a seguito della caratterizzazione dell'area. Le operazioni saranno condotte in due fasi per consentire, a rinterro parziale, la posa dei cavi di telecontrollo e del nastro di avvertimento, utile per segnalare la presenza della condotta in gas. A conclusione delle operazioni di rinterro si provvederà a ridistribuire sulla superficie il terreno vegetale accantonato.
- Esecuzione dei ripristini. In questa fase saranno eseguite tutte le operazioni necessarie a riportare l'ambiente allo stato preesistente i lavori. Per il metanodotto in progetto, ed in particolare per i due approdi, saranno eseguiti esclusivamente ripristini vegetazionali. Essi tendono alla ricostituzione, nel più breve tempo possibile, del manto vegetale preesistente i lavori nelle zone con vegetazione naturale. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità. Non sono previsti ripristini geomorfologici in quanto mirati alla sistemazione dei tratti di maggiore acclività, alla sistemazione e protezione delle sponde dei corsi d'acqua attraversati e al ripristino di strade e servizi incontrati dal tracciato.
- Realizzazione degli impianti. La realizzazione degli impianti di linea consiste nel montaggio delle valvole, dei relativi bypass e dei diversi apparati che li compongono (attuatori, apparecchiature di controllo, ecc.). Le valvole sono quindi messe in opera completamente interrate, ad esclusione dello stelo di manovra (apertura e chiusura della valvola). Al termine dei lavori si procede al collaudo ed al collegamento dei sistemi alla linea.

5.1.3 TOC - Approdo di Golameto (Grado)

Per la realizzazione dell'approdo in località Golameto, nel Comune di Grado, considerate le condizioni morfologiche, geotecniche ed ambientali ivi presenti, riteniamo necessario sottopassare con perforazione la diga arginale e il primo tratto di mare adiacente alla costa. Per questa realizzazione è stato scelto l'utilizzo della T.O.C. (trivellazione orizzontale controllata).

Vista la particolarità dell'opera la stessa avrà caratteristiche realizzative diverse dal consueto ma già ampiamente testate per lavori in genere.

La TOC si svilupperà da terra verso mare per un tratto di circa 1300 m dove il fondale presenta una profondità media di circa – 5 m.

Preliminarmente alle operazioni di TOC verrà realizzata la stringa, lunga circa 1000 m che sarà tirata all'interno del foro pilota.

La stringa sarà realizzata saldando barre di tubo di 12 m su una rampa di varo a terra (Fig. 5.1)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	62 di 437	00	



Fig. 5.1 - Costruzione di una stringa di condotta a terra.

In questo caso il Rig di perforazione verrà installato sulla terraferma, in asse al tracciato di perforazione. Da questo punto di inizio perforazione verrà quindi realizzato il foro pilota entro il quale alloggiare la condotta. La trivellazione avverrà mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste la prima delle quali collegata ad una testa orientabile che permette di essere guidata, l'asportazione del terreno in eccesso avverrà per mezzo di fanghi bentonitici che, passando attraverso le aste di perforazione e fuoriuscendo dalla testa, asportano il terreno facendolo defluire sotto forma di fango a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza.

Il controllo della testa di trivellazione generalmente avviene ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che alloggiata all'interno della testa è in grado di fornire in ogni istante:

- profondità
- Inclinazione
- direzione sul piano orizzontale.

Il diametro del foro sarà indicativamente del 20-30% più grande del tubo da posare.

Alle spalle del Rig di perforazione, in posizione leggermente disassata dall'asse di progetto e con una leggera curvatura (contenuta all'interno del raggio elastico della condotta stessa) viene assiemata la condotta di linea (sfilamento, accoppiamento, saldatura, ripristino dei giunti e pre-collauda idraulico) pronta per essere infilata nel foro di varo.

La testa della stringa di tubo viene agganciata dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante ad evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso e viene trainato a ritroso fino al punto di partenza) (Fig. 5.2).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	63 di 437	00	

In mare aperto, in corrispondenza del punto di uscita della trivella di perforazione, verrà installata una piattaforma di lavoro provvisoria, ancorata al fondo con idonei ancoraggi (pali in acciaio). Su questa area di lavoro artificiale verrà installato un ulteriore Rig di perforazione che servirà per l'installazione di un casing (tubo guida per l'asta di tiro e recupero dei fluidi di perforazione in eccedenza) e una volta completati gli alesaggi, provvederà al tiro-posa della condotta di linea all'interno del foro di perforazione (Fig. 5.3). Fra la piattaforma galleggiante e terraferma verrà posata, adagiata sul fondo, una condotta ausiliaria di piccolo diametro (indicativamente 150 mm) per il ricircolo e la raccolta dei fluidi di perforazione onde evitare eventuali sversamenti dalla piattaforma. Tale condotta verrà rimossa ad operazioni di varo ultimate.

Questo sistema consentirà di effettuare la maggior parte delle attività connesse con la realizzazione dell'opera sulla terraferma, riducendo al minimo le attività da realizzarsi a mare.

Una volta completato il varo l'estremità della condotta a mare, opportunamente dotata di testa di tiro, verrà abbandonata sul fondo per poter poi essere recuperata e connessa, attraverso l'operazione di Tie-in, all'altra estremità della condotta del tratto off-shore.

A terra la condotta posata verrà rinterrata e per ripristinare l'area sarà sufficiente la rimozione delle attrezzature utilizzate ed il rinterro completo dei punti di inizio e fine perforazione.

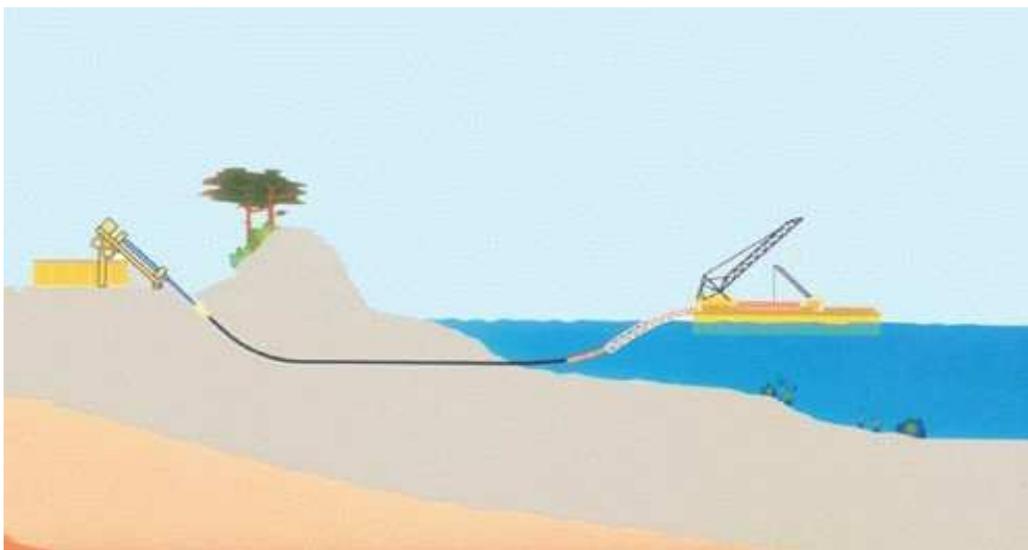


Fig. 5.2 - Tiro della condotta

5.2 Fasi di costruzione – tratto off-shore

5.2.1 Posa della condotta

Il varo della condotta verrà effettuato partendo dall'approdo di Trieste verso Grado e verrà eseguito da una nave posa tubi appositamente attrezzata (Fig. 5.3). Le ancore di posizionamento e tiro della nave posatubi saranno movimentate da rimorchiatori.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	64 di 437	00	

La nave posatubi sarà rifornita delle barre di tubo tramite bettoline per trasporto tubi. Le barre di tubo dotate di rivestimento anticorrosivo e gunite di appesantimento per la stabilità hanno una lunghezza di 12 m circa.

La posa della condotta avviene in due fasi successive:

- Tiro da mare
- Varo convenzionale

I lavori preparatori al tiro da mare della condotta prevedono la preparazione della trincea pre-scavata e l'installazione di una pastecca di rinvio a terra per il passaggio del cavo del verricello che, dalla nave di posa, verrà portato a terra, fatto passare nella pastecca di rinvio e riportato a bordo e infine collegato alla testa di tiro della condotta (Fig. 5.4).

A questo punto le barre di tubo vengono saldate una alla volta sulla linea di varo e si inizia il tiro da mare.

La condotta sarà alleggerita tramite boe e tirata sul fondo della trincea pre-scavata (metodo del tiro) con la nave posizionata a circa 200m dalla linea di costa (in funzione del pescaggio della nave).



Fig. 5.3 - Particolare della Rampa di Varo di un Tipico Mezzo Posatubi

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 65 di 437	Rev.: 00	

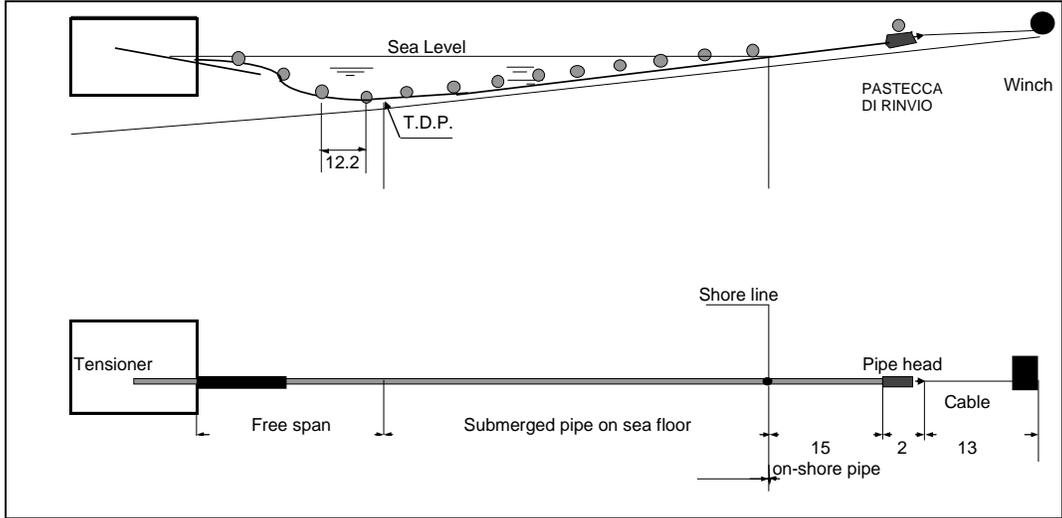


Fig. 5.4 - Schema operativo di tiro da mare

La condotta viene tirata dal mezzo navale fino a che la testa di tiro non raggiunge la “on-shore target area”. Le boe daranno un peso in acqua residuo del tubo vuoto di circa 20/30Kg/m per evitare un eccessivo attrito sul fondo trincea (Fig. 5.5).



Fig. 5.5 - Stringa tirata da mare con ancora le boe applicate.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	66 di 437	00	

Una volta completate le operazioni di tiro, rimosse le boe di galleggiamento dai sommozzatori e assicurata la testa di tiro a terra il mezzo navale si sposta e inizia la fase di varo convenzionale mediante il sistema di varo ad "S" come riportato nella schema in Fig. 5.6.

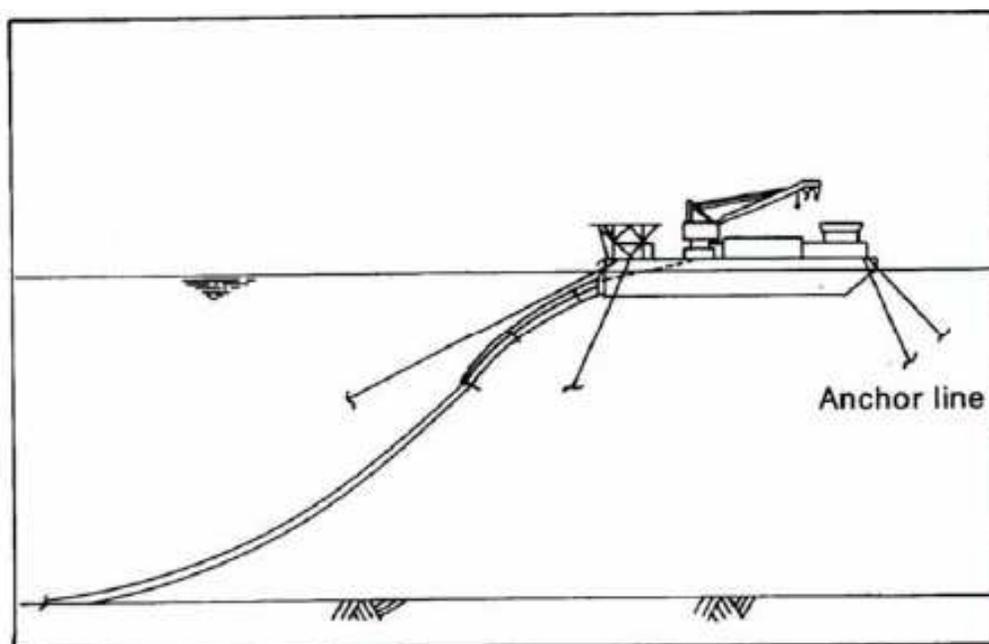


Fig. 5.6 - Varo convenzionale a "S"

In prossimità dell'approdo di Grado la condotta, opportunamente dotata di testa di tiro, verrà abbandonata sul fondo per poter poi essere recuperata e connessa, attraverso l'operazione di Tie-in alla estremità a mare del superamento dell'approdo realizzato con TOC.

5.2.2 Controlli non distruttivi di saldatura

Le saldature effettuate durante le fasi di varo saranno tutte sottoposte ad accurati controlli non distruttivi in accordo alle specifiche di progetto. Le singole saldature saranno accettate se rispondenti ai parametri imposti dalla normativa vigente.

Al fine di realizzare la continuità del rivestimento in polietilene, costituente la protezione catodica passiva della condotta, si procederà a rivestire i giunti di saldatura con apposite fasce termorestringenti.

Il rivestimento della condotta sarà quindi interamente controllato con l'utilizzo di una apposita apparecchiatura a scintillio (holiday detector) e se necessario, saranno eseguite le riparazioni.

Una volta ripristinato il rivestimento in polietilene verrà ripristinata anche la continuità del calcestruzzo di appesantimento.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	67 di 437	00	

5.2.3 Operazioni di Tie-in

Dopo aver effettuato le operazioni di varo della condotta da Trieste a Grado e la posa della stringa all’approdo di Grado, le due teste di tiro abbandonate sul fondo dovranno essere recuperate e connesse tra di loro attraverso un’operazione chiamata “Tie-in” (Fig. 5.7).

Le operazioni di tie-in saranno le seguenti:

1. Posizionamento delle boe sulle due stringhe
2. Recupero delle estremità della stringhe
3. Allineamento delle due estremità
4. Taglio delle teste di tiro
5. Saldatura delle estremità delle stringhe
6. Ripristino del field Joint
7. Abbandono della condotta



Fig. 5.7 - Saldatura di Tie-in

5.2.4 Interramento

Dopo l'esecuzione di tutte le operazioni di varo e collegamento finale, per la protezione meccanica della condotta dalle azioni dovute ad agenti meteomarinari e attività nautico/commerciali presenti nel golfo di Trieste, è previsto l'interramento della condotta attraverso la tecnica del post-trenching realizzata attraverso un'apposita macchina che

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	68 di 437	00	

opera senza asportare il materiale da sotto la condotta, ma semplicemente facendo affondare la condotta stessa all'interno dello strato di sedimenti.

La macchina di utilizzata è costituita da una struttura semovente che viene collocata sulla tubazione, già posata sul fondale, dalla gru del pontone di supporto ed è collegata a questo attraverso un cavo ombelicale che garantisce la fornitura di energia elettrica e la trasmissione dei dati dello scavo al pannello di controllo a bordo.

La macchina è dotata di sistemi di galleggiamento che controllano il peso dell'apparecchiatura e riducono fino quasi ad annullare la pressione esercitata sulla condotta. Il dispositivo di interrimento è dotato di due frese idrauliche subacquee, pompe di aspirazione e un sistema di push-and-pull che ne assicura la traslazione lungo la condotta.

La macchina viene calata sulla tubazione preventivamente posata sul fondo marino e il terreno sottostante viene inciso per mezzo di frese rotanti e contemporaneamente aspirato e riposizionato.

La condotta avrà un ricoprimento finale di 1 metro misurato sulla generatrice superiore del tubo. Considerando il sistema di interrimento descritto, la movimentazione di sedimenti è minima in quanto la tubazione viene interrata dopo la sua posa in opera. L'operazione di post-trenching non richiede l'esecuzione di operazioni di riempimento meccanico. La corretta esecuzione delle operazioni di interrimento ed in particolare il posizionamento delle frese subacquee da cui dipende la profondità della trincea, viene costantemente monitorata. Sia la macchina di post-trenching che il pontone di supporto si muovono di concerto lungo l'intera estensione della tubazione.

Il materiale di scavo verrà in parte utilizzato dalla macchina di interrimento per un primo ricoprimento parziale della tubazione ed in parte depositato ai lati della trincea; il ricoprimento finale avverrà naturalmente per effetto delle correnti marine.

5.2.5 Controlli e collaudi

La verifica della condotta verrà eseguita ad ultimazione della sua installazione mediante collaudo idraulico realizzato con acqua di mare filtrata ad una pressione di 1,2 volte la pressione massima di esercizio per una durata di 48ore.

La linea verrà pressurizzata tramite il pompaggio d'acqua di mare e la pressione sarà monitorata utilizzando appositi strumenti di misura.

Le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico sono eseguite utilizzando idonei dispositivi, comunemente denominati "pig", che vengono impiegati anche per operazioni di pulizia e messa in esercizio della condotta.

5.3 Potenzialità e movimentazione del cantiere

Durante la realizzazione del metanodotto in oggetto è previsto l'impiego delle seguenti tipologie di mezzi di lavoro:

- Side-boom, escavatori, ruspe;
- Pipewelder;
- Autocarri, bilici e pianali;
- Automezzi per trasporto promiscuo;
- Nave posatubi;

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 69 di 437	Rev.:				
		00				

- Piattaforma provvisoria a mare,
- Pompe e gruppi elettrogeni per il collaudo della condotta;
- Compressori e riscaldatori ad aria per l'essiccamento della condotta.

Il numero dei mezzi impiegati e la lunghezza massima del fronte complessivo dei cantieri possono variare in funzione della potenzialità operativa dell'impresa appaltatrice e del programma lavori.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		70 di 437		00	

6 ESERCIZIO DELL'OPERA

6.1 Gestione del sistema di trasporto

6.1.1 Organizzazione centralizzata: Dispacciamento

L'attività del Dispacciamento si svolge nella sede operativa di San Donato Milanese (MI) ed è presidiata da personale specializzato, che si avvicenda in turni che coprono le 24 ore, per tutti i giorni dell'anno.

In appoggio al personale di sala, agisce il personale di assistenza tecnica che assicura lo sviluppo dei programmi di simulazione, di previsione della domanda e di ottimizzazione del trasporto, la gestione del sistema informatico di telecontrollo (per l'acquisizione dei dati di telemisura e l'operatività dei telecomandi), la programmazione a medio ed a breve termine del trasporto e della manutenzione sugli impianti.

I principali strumenti di controllo del Dispacciamento sono la sala operativa, il sistema di elaborazione ed il sistema di telecomunicazioni.

6.1.2 L'attività del Dispacciamento

Il Dispacciamento è l'unità operativa che gestisce le risorse di gas naturale programmando, su base giornaliera, l'esercizio della rete di trasporto e determinando le condizioni di funzionamento dei suoi impianti. Esso valuta tempestivamente la disponibilità di gas dalle diverse fonti di approvvigionamento, le previsioni del fabbisogno dell'utenza, la situazione della rete, le caratteristiche funzionali degli impianti ed i criteri di utilizzazione.

Il Dispacciamento provvede al monitoraggio ed al controllo a distanza dell'esercizio della rete di trasporto, ricevendo dati da circa 3.000 impianti, di cui oltre 1.500 telecomandati. Nello svolgimento di queste attività sono utilizzati sistemi informativi che, sulla base di dati storici di consumo e delle previste condizioni climatiche, sono in grado di formulare previsioni a breve termine della domanda di trasporto e di simulare ed ottimizzare i flussi di gas sulla rete.

Il sistema di telecontrollo, strumento operativo del Dispacciamento, svolge le funzioni di telemisura e di telecomando. Con la telemisura vengono acquisiti i dati rilevanti per l'esercizio: pressioni, portata, temperatura, qualità del gas, stati delle valvole e dei compressori. Con il telecomando si modifica l'assetto degli impianti in relazione alle esigenze operative. Di particolare importanza è il telecomando delle centrali di compressione che vengono gestite direttamente dal Dispacciamento.

La prioritaria funzione del Dispacciamento in termine di sicurezza è di assicurare l'intervento tempestivo, in ogni punto della rete, sia con il telecomando degli impianti, sia attraverso l'utilizzo del personale specializzato presente nei centri operativi distribuiti su tutto il territorio nazionale prontamente attivati poiché reperibili 24 ore su 24.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		71 di 437		00	

6.1.3 Sistema di telecontrollo

L'evoluzione della tecnologia nel campo della strumentazione e della trasmissione dati ha consentito la realizzazione di sistemi di telecontrollo e di sistemi di comando a distanza su impianti industriali.

Lo sviluppo contestuale di sistemi di controllo atti a segnalare a distanza qualsiasi grandezza misurata e di sistemi di comando che consentono l'azionamento a distanza di apparecchiature, permette oggi la realizzazione di sistemi di telecontrollo altamente affidabili e, quindi, la gestione a distanza di impianti non presidiati.

In particolare:

- i sistemi di controllo a distanza sono stati adottati al fine di disporre dei valori istantanei delle variabili relative ai gasdotti ed altri impianti da essi derivati e, conseguentemente, di avere informazioni in tempo reale, sulle eventuali variazioni dei parametri di esercizio dell'intero sistema di trasporto gas;
- i sistemi di comando sono stati adottati al fine di effettuare sia variazioni di grandezze controllate sia l'isolamento di tronchi di gasdotti e/o l'intercettazione parziale o totale di impianti.

Al fine di gestire, in modo ottimale, una realtà complessa ed in continua evoluzione quale la rete gasdotti, la Snam Rete Gas ha realizzato un sistema di telecontrollo in grado di assolvere la duplice funzione di garantire la sicurezza e di consentire l'esercizio degli impianti.

In particolare la Snam Rete Gas ha sviluppato:

- telecontrolli di sicurezza, che consentono il sezionamento in tronchi dei gasdotti;
- telecontrolli di esercizio, che consentono di ottimizzare il trasporto e la distribuzione del gas in funzione delle importazioni e della produzione nazionale.

Come già detto, il Dispacciamento provvede alla gestione della rete gasdotti direttamente da S. Donato Milanese.

Sulla base dei valori delle variabili in arrivo dagli impianti, esso è in grado di controllare e modificare le condizioni di trasporto e distribuzione del gas nella rete e/o di intervenire, mettendo in sicurezza la rete, a fronte di valori anomali delle variabili in arrivo.

Il controllo viene effettuato da sistemi informatici che provvedono:

- all'acquisizione dei valori delle variabili e della condizione di stato delle valvole di intercettazione proveniente da ogni impianto telecontrollato;
- alla segnalazione e stampa di eventuali valori anomali rispetto a quelli di riferimento.

Sul quadro sinottico sono visualizzati per gli impianti più significativi:

- i valori delle variabili (pressione e portata);
- le segnalazioni relative allo stato delle valvole (aperta - chiusa - in movimento);
- le segnalazioni relative allo stato delle unità delle centrali di compressione (unità in moto – ferma disponibile – ferma indisponibile);
- gli allarmi per le situazioni anomale.

Ogni operatore, tramite terminale, è in grado di effettuare:

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	72 di 437	00			

- telecomandi per l’apertura e chiusura di valvole di linea e dei nodi di smistamento gas;
- telecomandi per la variazione della pressione e portata di impianti di riduzione della pressione.

Il collegamento tra il Dispacciamento e gli impianti è realizzato mediante una rete di trasmissione ponti radio e cavo posato con il gasdotto, consentendo in tal modo una doppia via di trasmissione.

6.2 Esercizio e manutenzione

6.2.1 Ispezioni e controlli

Terminata la fase di collaudo della condotta in mare ed effettuati i collegamenti con i tratti a terra (condotte e impianti), il metanodotto viene esso in esercizio.

Nel corso della vita operativa del sealine saranno eseguiti i seguenti controlli:

- monitoraggio continuo delle pressioni e delle portate in partenza ed in arrivo, in modo da rilevare in tempo reale situazioni anomale e intervenire immediatamente di conseguenza, ad esempio con l’intercettazione della condotta;
- ispezione periodica visiva e strumentale lungo tutta la condotta sottomarina, effettuata mediante sommergibili controllati dalla superficie (“ROV”) o sommozzatori, al fine di verificare le condizioni di interrimento, la presenza di relitti o altri oggetti in prossimità della condotta, lo stato degli anodi, la presenza di eventuali affioramenti della condotta o di erosione di materiale al di sotto del tubo (campate),
- controllo della funzionalità del sistema di protezione catodica lungo la linea, mediante misure di potenziale della condotta e degli anodi oppure misure dell’intensità del campo elettrico;
- misure degli spessori e delle condizioni della tubazione, mediante apparecchiature ad impulsi elettrici o ultrasuoni (“intelligent pig) che vengono fatte scorrere all’interno della condotta sfruttando la spinta dello stesso gas naturale trasportato.

6.2.2 Controllo delle condotte a mezzo “pig”

Un “pig” è un’apparecchiatura che dall’interno della condotta consente di eseguire attività di manutenzione o di controllo dello stato della condotta.

A seconda della funzione per cui sono utilizzati, i pig possono essere suddivisi in due categorie principali:

- pig convenzionali, che realizzano funzioni operative e/o di manutenzione della condotta;
- pig intelligenti o strumentali, che forniscono informazioni sulle condizioni della condotta.

Pig convenzionali

Sono generalmente composti da un affusto metallico e da coppelle in poliuretano che sotto la spinta del prodotto trasportato (liquido e/o gassoso), permettono lo scorrimento del pig stesso all’interno della condotta (vedi Fig. 6.1).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	73 di 437	00	

Questi pig vengono impiegati durante le fasi di riempimento e svuotamento dell'acqua del collaudo idraulico, per operazioni di pulizia, messa in esercizio e per la calibrazione della sezione della condotta stessa mediante l'installazione di dischi in alluminio.



Fig. 6.1 - Pig convenzionale impiegato nelle operazioni di collaudo idraulico e di pulizia della condotta.

Pig intelligenti o strumentati

Molto simili nella costruzione ai pig convenzionali, vengono definiti intelligenti o strumentati perché sono equipaggiati con particolari dispositivi atti a rilevare una serie di informazioni, localizzabili, su caratteristiche o difetti della condotta. I pig intelligenti attualmente più utilizzati sono quelli relativi al controllo della geometria della condotta ed allo spessore della condotta stessa (vedi Fig. 6.2).

La conoscenza delle condizioni di integrità delle condotte è di notevole importanza nella gestione di una rete di trasporto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	74 di 437	00	

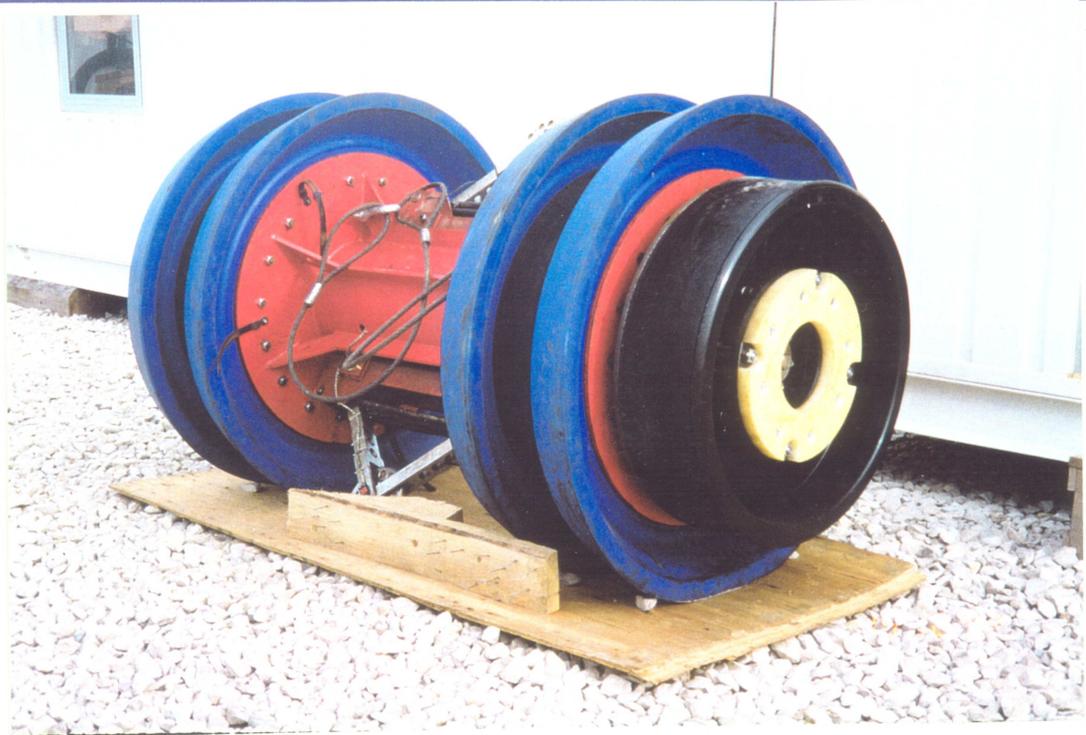


Fig. 6.2 - Pig strumentale per il controllo della geometria e dello spessore della condotta.

L'ispezione periodica visiva, l'effettuazione di una metodica manutenzione, la conoscenza dello stato di protezione catodica o del rivestimento della condotta costituiscono già di per se stesso idonee garanzie di sicurezza, tanto più se combinate con le ispezioni effettuate con pig intelligenti che, come abbiamo già detto, sono in grado di evidenziare e localizzare tutta una serie di informazioni sulle caratteristiche o difetti della condotta.

Viene generalmente eseguita un'ispezione iniziale per l'acquisizione dei dati di base, subito dopo la messa in esercizio della condotta (stato zero); i dati ottenuti potranno così essere confrontati con le successive periodiche ispezioni.

Eventuali difetti vengono pertanto rilevati e controllati fino ad arrivare alla loro eliminazione mediante interventi di riparazione o di sostituzione puntuale.

6.3 Durata dell'opera e ipotesi di rispistino dopo la dismissione

La durata di un gasdotto è in funzione del sussistere dei requisiti tecnici e strategici che ne hanno motivato la realizzazione.

I parametri tecnici sono continuamente tenuti sotto controllo tramite l'effettuazione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (vedi paragrafo 6.2), le quali garantiscono che il trasporto del gas avvenga in condizioni di sicurezza.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		75 di 437		00	

Qualora invece Snam Rete Gas valuti non più utilizzabili tubazione e relativi impianti per il trasporto del metano, alle condizioni di esercizio prefissate, gli stessi vengono messi fuori esercizio.

Tale procedura potrà essere svolta con modalità diverse, da valutare caso per caso, in funzione delle condizioni fisico-ambientali dell'area in cui si dovrà operare. A riguardo, si possono prefigurare interventi di rimozione totale o parziale della condotta o interventi di inertizzazione della stessa, qualora venga lasciata nel fondale opportunamente protetta e controllata.

In questo caso, la messa fuori esercizio consiste nel mettere in atto tutte le operazioni necessarie per porre in sicurezza la condotta prima del suo scollegamento finale da impianti di terra ad essa collegati.

Le operazioni prevedono per prima cosa la pulizia e la bonifica della condotta tramite passaggio di una batteria di pig all'interno della stessa, il cui avanzamento è realizzato tramite riempimento di acqua di mare filtrata in pressione.

Dopo le operazioni di bonifica verranno saldate sui tronconi terminali, ormai sezionati dal resto dell'impianto, le "teste di abbandono" dotate di valvole per consentire il riempimento con acqua di mare filtrata.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio	Rev.:				
08807-ENV-RE-000-001	76 di 437	00				

7 SICUREZZA DELL'OPERA

7.1 Considerazioni generali

La sicurezza e la salute delle persone, la tutela ambientale e la continuità del servizio sono obiettivi di primaria e costante importanza per SNAM RETE GAS, che si impegna per il loro miglioramento continuo, consapevole di svolgere un'attività di pubblico interesse (DLgs n° 164/2000).

SNAM RETE GAS in materia di salute, sicurezza ed ambiente opera secondo due direttrici tra loro strettamente collegate:

- **la prevenzione** degli scenari incidentali che possono compromettere l'integrità delle tubazioni tramite l'adozione di adeguate misure progettuali, costruttive e di esercizio.
- **la gestione** di eventuali situazioni anomale e di emergenza attraverso un controllo continuo della rete ed una struttura per l'intervento adeguata.

Queste direttrici si articolano in conformità ai principi della politica di SNAM RETE GAS, relativa alla protezione dell'ambiente ed alla salvaguardia della sicurezza dei lavoratori e delle popolazioni.

La gestione della salute, della sicurezza e dell'ambiente di SNAM RETE GAS è quindi strutturata:

- su disposizioni organizzative e ordini di servizio interni, che stabiliscono le responsabilità e le procedure da adottare nelle fasi di progettazione, realizzazione, esercizio per tutte le attività della società, in modo da assicurare il rispetto delle leggi e delle normative interne in materia di salute sicurezza e ambiente;
- sulla predisposizione di idonee ed adeguate dotazioni di attrezzature e materiali e risorse interne e su contratti con imprese esterne per la gestione delle condizioni di normale funzionamento e di emergenza sulla propria rete di trasporto.

Nell'ambito di detta organizzazione, Snam Rete Gas dispone, inoltre, come dettagliatamente descritto nel capitolo 6, di un sistema centralizzato di acquisizione, gestione e controllo dei parametri di processo per il servizio di trasporto gas, tra cui pressioni, temperature e portate, nei punti caratteristici della rete. Il sistema viene gestito da una struttura centralizzata di Dispacciamento, ubicata presso la sede societaria a San Donato Milanese.

Tale sistema consente, in particolare, di controllare l'assetto della rete in modo continuativo, di individuarne eventuali anomalie o malfunzionamenti e di assicurare le necessarie attività di coordinamento in condizioni sia di normalità che di emergenza.

Quanto esposto in termini generali è applicabile allo specifico Sealine Trieste - Grado, che una volta in esercizio sarà perfettamente integrato nella rete gestita da SNAM RETE GAS. Per quanto riguarda detto metanodotto inoltre nei successivi paragrafi si analizzano con maggior dettaglio alcune tematiche strettamente correlate alla sicurezza dell'opera in particolare riguardo a:

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	77 di 437	00	

- la prevenzione degli eventi incidentali;
- l’analisi qualitativa delle conseguenze;
- la gestione dell’emergenza.

7.2 La prevenzione degli eventi accidentali

La sicurezza globale del sistema di trasporto è determinata dalla sicurezza intrinseca della nuova opera, che si concretizza mediante le scelte progettuali adottate e il regime di qualità imposto a tutte le fasi realizzative, dalla produzione dei materiali alla posa della condotta.

La realizzazione della condotta avviene nel pieno rispetto delle normative vigenti in materia e in conformità alla normalizzazione interna Snam Rete Gas, che recepisce i contenuti delle specifiche tecniche nazionali ed internazionali.

L’efficacia delle politiche di sicurezza e di mantenimento dell’integrità dell’opera adottate da Snam Rete Gas può essere valutata partendo dall’analisi dei possibili scenari incidentali cui potrebbe andare soggetta ed evidenziando le principali misure preventive messe in atto sia nelle fasi di progettazione e costruzione che in quella di gestione.

In particolare questa valutazione risulta più completa se supportata da elaborazioni statistiche sulle frequenze di incidente ed i loro trend nel tempo su base storica.

In questo paragrafo vengono analizzati tutti i possibili eventi incidentali che potrebbero danneggiare il tratto a mare del Sealine Trieste - Grado, mentre per i tratti a terra ivi ricompresi si rimanda al capitolo 7, Sezione II, del SIA relativo al tratto Grado – Villesse (Volume 4 di 5).

La redazione dei possibili eventi incidentali si basa su considerazioni desunte dallo stato dell’arte e dalla specifica esperienza Snam Rete Gas nella gestione di condotte sottomarine.

Sono state esaminate più fonti contenenti dati statistici, tra cui l’"Offshore Reliability Data Manual" emesso da TNO ed il PARLOC 96. Data la maggior completezza dei dati, il numero di linee considerate ed il grado di aggiornamento, la base statistica utilizzata è rappresentata dal PARLOC (Rif. "PARLOC 96: the update of loss of containment data for offshore pipelines", prepared by AME Ltd for the Health and Safety Executive, 1996) che riporta tutte le rotture di condotte a mare registrate nel Mare del Nord.

Il PARLOC è considerato una delle fonti più complete per quanto concerne i danni di condotte a mare. Il database contiene dati su pipelines installate nel mare del Nord; le informazioni fanno riferimento ad un periodo temporale che si estende dagli inizi degli anni 70, l’epoca dei primi grandi progetti di condotte off-shore nel Mare del Nord, fino al 1993, in cui il complesso delle pipelines esistenti si estendeva per più di 17.000 km e l’esperienza operativa superava i 160.000 km anno. Accanto alle informazioni relative alle condotte, il database PARLOC riporta i relativi incidenti accaduti nel suddetto intervallo temporale. In tale contesto, l’incidente è definito come un evento che abbia implicato perdita, diretta o possibile, del fluido trasportato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	78 di 437	00	

Il PARLOC suddivide gli incidenti in tre tipologie: interferenze esterne (ancoraggi), corrosione e difetti del materiale, altre cause; negli incidenti sono inclusi anche quelli relativi alla gestione dei pozzi e delle relative piattaforme che non sono applicabili al metanodotto in oggetto.

Su base storica nel periodo 1970-1995 non si sono verificati incidenti per condotte sottomarine con diametro superiore a 26".

Sulla base di criteri di inferenza statistica il Parloc elabora per le condotte sottomarine trasportanti gas una frequenza teorica di incidente dovuta a difetti del materiale e corrosione pari a 2.52×10^{-5} [eventi/km anno] (corrispondente ad un incidente ogni 39682 anni per km di condotta)

Di seguito vengono analizzate le principali tipologie di incidenti con riferimento all'opera.

7.2.1 Corrosione

I meccanismi di corrosione si suddividono in due grandi gruppi: la corrosione interna, che interessa l'interno del tubo e la qualità del fluido trasportato, e la corrosione esterna, dovuta all'ambiente in cui il tubo è posato.

La corrosione interna, per condotte che trasportano gas naturale, può verificarsi solo in presenza di acqua condensata. Tale tipo di corrosione viene prevenuto controllando il contenuto d'acqua del fluido trasportato e la sua temperatura. Storicamente, le linee SNAM non sono mai state interessate da fenomeni significativi di corrosione interna, essendo il gas trasportato opportunamente trattato per renderlo puro.

La corrosione esterna dipende dall'aggressività dell'ambiente in cui è posata la condotta.

La banca dati PARLOC non riporta incidenti con perdita di gas dovuti a fenomeni corrosivi, nel set di metanodotti offshore considerato (cioè per tutte le linee in acciaio di trasporto gas con lunghezza maggiore di 5 km).

Esistono una serie di azioni preventive che permettono di ridurre l'insorgere del fenomeno di corrosione:

- rivestimento del tubo con polietilene estruso ad alta densità con spessore minimo di 3 mm;
- protezione catodica del tubo mediante anodi sacrificali. Tramite questi anodi collegati elettricamente alla struttura, il tubo in acciaio viene tenuto ad un potenziale tale che la condotta non può essere corrosa. L'ispezione periodica permette di verificare che il potenziale ottenuto sia adeguato e che il consumo degli anodi non sia eccessivo. Gli anodi 'esauriti' vengono sostituiti in modo da mantenere in efficienza il sistema di protezione catodica;
- controllo di umidità e temperatura del gas trasportato. Il controllo di tali parametri permette di prevenire l'insorgere di fenomeni corrosivi interni.

Oltre a tutte le misure qui descritte, la linea viene ispezionata periodicamente con pig intelligenti capaci di rilevare lo stato di eventuale corrosione del tubo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	79 di 437	00	

7.2.2 Difetti nel materiale: campate libere e pressione interna eccessiva

Per prevenire la presenza di difetti nel materiale o nelle saldature, particolare cura viene posta al momento della costruzione:

- la qualità dell'acciaio e il tipo di tubo sono quanto di meglio disponibile sul mercato e l'acquisizione di tutti i materiali è effettuata in regime di qualità;
- i lavori di costruzione e posa del metanodotto sono soggetti ad una continua supervisione;
- tutte le saldature sono verificate con metodi non distruttivi (radiografie e controlli ad ultrasuoni);
- tutte le sollecitazioni indotte sulla condotta durante le fasi di posa sono rigorosamente monitorate;
- prima della messa in esercizio della condotta viene effettuato il collaudo idraulico;
- subito dopo la messa in esercizio della condotta viene effettuata l'ispezione con pig intelligente per verificare dall'interno l'assoluta integrità del materiale.

Un altro fenomeno che provoca sollecitazioni critiche è l'oscillazione di campate libere: se la lunghezza di tali campate supera il valore critico, infatti, le correnti marine possono innescare fenomeni di fatica.

Essendo il metanodotto in oggetto interrato per tutta la sua lunghezza, non si prevede comunque la formazione di campate libere. L'ispezione periodica permette di verificare eventuali scoprimenti del tubo.

7.2.3 Rischio sismico: movimenti franosi e di faglia

Il movimento del terreno dovuto a moti franosi sottomarini o allo scorrimento in corrispondenza di una faglia possono indurre sollecitazioni importanti su un tubo posato sul fondo marino.

Si tratta di fenomeni che dipendono fortemente dalla conformazione del fondale e che sono attivati, in genere, da eventi sismici.

L'area attraversata dal metanodotto non è interessata dalla presenza di faglie ed il fondo marino è pianeggiante; non si considera un rischio sismico significativo per questo metanodotto.

Inoltre non esistono dati statistici su rotture da movimenti franosi, poiché si tratta di eventi che devono essere valutati caso per caso in fase di progetto.

7.2.4 Interferenza esterna: ordigni militari

Gli ordigni militari inesplosi raccolti col tempo sul fondo marino potrebbero essere trascinati dalle correnti e dalle reti da pesca ed impattare contro la condotta, qualora questa non risultasse interrata.

Se il sistema detonante è ancora attivo e viene innescato, si produce un'esplosione in prossimità della condotta. Le conseguenze di un'esplosione dipendono dal tipo di ordigno

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		80 di 437		00	

e dalla quantità di carica esplosiva presente, oltre che dalla dinamica dell'evento (distanza dalla condotta, ecc.).

Non essendo riportati incidenti di questo tipo, si ritiene che la probabilità di rottura da ordigno militare sia trascurabile.

I seguenti elementi contribuiscono comunque a cautelarsi da tale eventualità:

- la campagna di ricerca ed eventuale bonifica da ordigni bellici, che verrà effettuata prima della posa della condotta;
- l'interramento della condotta, che previene da qualunque impatto con eventuali ordigni trascinati sul fondo;
- l'ispezione visiva periodica della linea, che consente di individuare eventuali ordigni in prossimità della condotta e ne permette la rimozione preventiva.

7.2.5 Interferenza esterna: affondamento di navi, ancoraggio, pesca a strascico

Una delle principali cause di danno delle condotte è l'interferenza con attività umane, in particolare con il traffico marino e con le attività di pesca.

L'affondamento di una nave su una condotta è un evento estremamente raro ed in genere conseguente a cattive condizioni meteomarine, ad una collisione tra navi o ad un incendio/esplosione a bordo. Nei confronti dell'affondamento di una nave la condotta è protetta essendo interrata, in quanto il terreno riesce ad assorbire una parte consistente dell'energia cinetica della nave prima che il tubo venga coinvolto nell'impatto.

L'interazione tra condotta e ancora, invece, può avvenire se l'equipaggio non è a conoscenza della presenza di condotte e delle conseguenti zone di divieto ancoraggio, oppure in situazioni di emergenza in cui si decida comunque di gettare l'ancora, ovvero se la forza del vento è tale da trascinare la nave ancorata verso le condotte. Le possibili interazioni tra tubo e ancora sono di due tipi: caduta verticale dell'ancora sul tubo quando essa viene 'gettata', aggancio durante la fase di trascinamento o di recupero dell'ancora.

Anche l'impatto con divergenti da pesca e l'eventuale aggancio della condotta può danneggiare il tubo. In realtà si è calcolato che il danno provocato dai divergenti in uso è limitato alla rottura del rivestimento in gunite e non intacca l'acciaio del tubo. Problemi maggiori si hanno nel Mare del Nord, dove i pescherecci sono di dimensioni maggiori e trascinano dei divergenti più pesanti, e nel caso di tubi non gunitati.

Rotture di tubi di grandi dimensioni per effetto di impatto da parte di terzi sono estremamente rare: inoltre, dal momento che il gasdotto risulta gunitato (cioè rivestito con una guaina concentrica in calcestruzzo) ed interrato, la frequenza di incidente è trascurabile.

Le azioni volte a prevenire l'impatto di ancore, navi, divergenti o altri oggetti contro la condotta considerata sono le seguenti:

- definizione di aree in cui l'ancoraggio e la pesca sono vietati;
- interrimento della condotta: una condotta interrata non verrà mai interessata dall'impatto con i divergenti e sarà protetta anche dalla maggior parte delle ancore;
- rivestimento della condotta in gunite. Qualora il tubo rimanesse scoperto per l'erosione del fondo marino, la gunite proteggerebbe efficacemente dall'impatto con i divergenti da pesca e con altri oggetti di limitata energia cinetica. Il rivestimento

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	81 di 437	00	

permette inoltre di ridurre l'entità dei danni provocati dall'eventuale impatto con ancore;

- spessore del tubo. L'aumento dello spessore migliora la capacità strutturale del tubo e la sua resistenza a carichi accidentali provocati, ad esempio, dall'aggancio da parte di un'ancora.

7.2.6 Conclusioni

Si sono analizzati gli scenari di eventi incidentali che possono interessare il Sealine Trieste – Grado per il tratto a mare: in base alle valutazioni effettuate si ritiene che l'opera presenti un livello adeguato di sicurezza.

Con riferimento ai dati del PARLOC, data base relativo agli eventi incidentali di condotte posate nel Mare del Nord, registrati nel periodo 1970 – 1993, si può ottenere una frequenza di incidente complessiva pari a $1.7 \cdot 10^{-4}$ eventi per km anno, che se pur molto basso, risulta conservativo se applicato al tratto off-shore del gasdotto.

Le valutazioni riportate per ciascun evento incidentale, relative alle principali soluzioni tecniche adottate, in particolare i controlli durante la posa della condotta, lo spessore della condotta adottato, il rivestimento in gunite e il ricoprimento lungo l'intero tracciato, la survey visiva periodica e l'ispezione attraverso pig intelligenti, induce a stimare che la probabilità di accadimento sia realisticamente inferiore al dato sopra riportato.

7.3 Analisi qualitativa delle conseguenze

Nonostante quanto sopra, l'ipotesi di rottura viene comunque valutata, specie come effetto di interferenza esterna, quale un'ancora lanciata dalla superficie che vada ad impattare sul tubo ovvero che, arando sul fondo, giunga fino alla condotta e, a seguito di una insistita manovra di recupero della nave, possa provocarne la rottura.

Una eventuale rottura lungo la linea, con conseguente riduzione della pressione di esercizio e della portata, sarà rilevata dagli strumenti di misura dedicati e comporterà l'immediata chiusura delle valvole di intercettazione della linea, poste in corrispondenza del terminale di rigassificazione di Trieste e dell'impianto di Golameta in comune di Grado, in prossimità dell'approdo.

L'eventuale fuoriuscita di gas naturale non comporterebbe il rilascio di prodotti residui sull'ambiente marino in quanto il gas, più o meno rapidamente a seconda della profondità, tenderebbe a raggiungere la superficie e a dissolversi nell'atmosfera.

La possibilità di incendio alla superficie sarebbe legata al realizzarsi e perdurare delle necessarie condizioni di miscelazione gas – aria e alla contemporanea presenza di un innesco adeguato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	82 di 437	00	

7.4 Gestione delle emergenze

7.4.1 Introduzione

L'elevato standard di sicurezza scelto da Snam Rete Gas durante le fasi di progettazione e costruzione, nonché la predisposizione di un'efficace struttura organizzativa per la gestione di condizioni di emergenza, consolidatisi nel corso degli anni hanno contribuito a fare del sistema di trasporto italiano una rete molto sicura.

Snam Rete Gas dispone di normative interne che definiscono le procedure operative e i criteri di definizione delle risorse, attrezzature e materiali per la gestione di qualunque situazione di emergenza dovesse verificarsi sulla rete di trasporto: l'insieme di tali normative costituisce un dispositivo di emergenza.

L'attivazione del dispositivo di emergenza, i responsabili, le procedure, i mezzi di comunicazione e di trasporto, i materiali e le attrezzature di emergenza, relativamente alle parti del sealine ubicate a terra sono estensivamente descritti nei paragrafi successivi.

7.4.2 Attivazione del dispositivo di emergenza

L'attivazione del dispositivo di emergenza a fronte di inconvenienti sulla rete di trasporto gas viene assicurata tramite:

- ricezione di segnalazioni di condizioni di emergenza riscontrate da terzi da parte delle unità operative decentrate, durante il normale orario di lavoro, e, al di fuori dello stesso, da parte del Dispacciamento di S. Donato Milanese, che è presidiato 24 ore su 24 per tutti i giorni dell'anno (le chiamate sono automaticamente commutate al Dispacciamento fuori dall'orario di lavoro);
- il costante e puntuale monitoraggio a cura del Dispacciamento di S. Donato Milanese di parametri di processo quali pressioni, temperature e portate, che consentono l'individuazione di situazioni anomale o malfunzionamenti;
- segnalazione a cura del personale aziendale durante le attività di manutenzione, ispezione e controllo del sealine e degli impianti.

7.4.3 I responsabili emergenza

Il Dispositivo di Emergenza Snam Rete Gas assegna ruoli e responsabilità per la gestione di situazioni di emergenza. La turnazione copre tutto l'arco della giornata e tutti i livelli operativi partecipano, con responsabilità ben definite, a garantire la gestione di eventuali situazioni di emergenza.

In particolare nell'organizzazione corrente della Società:

- il responsabile dell'emergenza a livello locale assicura l'analisi e l'attuazione degli interventi mitigativi, atti a ripristinare le preesistenti condizioni di sicurezza degli impianti e dell'ambiente coinvolto dall'emergenza e a garantire le normali condizioni di esercizio;
- a livello superiore, è definita una struttura articolata che fornisce il necessario supporto tecnico e di coordinamento operativo al responsabile locale nella gestione di condizioni di emergenza complesse, assicura gli opportuni provvedimenti a fronte di fatti di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		83 di 437		00	

rilevante importanza e gestisce i rapporti decisionali e di coordinamento con le autorità istituzionalmente competenti, quali nel caso del sealine i comandi locali dei Vigili del Fuoco e le Capitanerie di Porto. Tale struttura assicura inoltre il necessario supporto tecnico specialistico al responsabile dell'emergenza presso il Dispacciamento per problemi di rilevante importanza inerenti la gestione del trasporto di gas con ripercussioni sui relativi contratti di importazioni ed esportazioni gas

- il responsabile dell'emergenza presso il Dispacciamento assicura i provvedimenti di coordinamento e assistenza durante la fase di emergenza e gli interventi operativi finalizzati alla mitigazione degli effetti sulle persone e ambiente dovuti all'emergenza, mediante l'intercettazione della linea effettuata tramite le valvole telecomandate ubicate in partenza presso il terminale di rigassificazione e in arrivo presso l'impianto di Golameto in comune di Grado. Garantisce inoltre l'esecuzione degli interventi operativi sul sistema di trasporto nazionale, atti a mitigare le alterazioni alle normali condizioni di esercizio durante il persistere di condizioni anomale o di emergenza. Assicura inoltre, durante emergenze complesse o con ripercussioni su contratti di importazioni ed esportazioni gas, l'informazione alla Direzione Snam Rete Gas, attuando i provvedimenti dalla stessa ritenuti opportuni.

7.4.4 Procedure di emergenza

Le procedure di emergenza definiscono gli obiettivi dell'intervento in ordine di priorità:

1. eliminare nel minor tempo possibile ogni causa che possa compromettere la sicurezza di persone e ambiente;
2. intervenire nel minor tempo possibile su quanto possa ampliare l'entità dell'incidente o delle conseguenze ad esso connesse;
3. contenere, nei casi in cui si rende indispensabile la sospensione dell'erogazione del gas, la durata della sospensione stessa;
4. eseguire, tenuto conto della natura dell'emergenza, quanto necessario per il mantenimento o il ripristino dell'esercizio.

Data la peculiarità di ogni intervento in emergenza, le procedure lasciano ai preposti la responsabilità di definire nel dettaglio le azioni mitigative più opportune, fermo restando i seguenti principi:

- l'intervento deve svilupparsi con la maggior rapidità possibile e devono essere coinvolti ed informati tempestivamente i responsabili dell'emergenza competenti e le autorità;
- le risorse umane, le attrezzature e materiali devono essere predisposti con ampiezza di vedute;
- per tutto il perdurare di eventuale fuoriuscita incontrollata di gas dalle tubazioni verrà richiesto il presidio del punto dell'emergenza e si raccoglieranno informazioni, quali gli effetti possibili per le persone e per l'ambiente, le conseguenze per le utenze e l'assetto della rete, necessarie ad intraprendere le opportune decisioni per l'intervento, nel rispetto degli obiettivi e delle priorità precedentemente indicati.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		84 di 437		00	

7.4.5 Mezzi di trasporto e comunicazione, materiali e attrezzature di emergenza

Le unità periferiche dispongono di veicoli e di sistemi di comunicazione adatti alla gestione delle emergenze. Sono, inoltre, attivi contratti di trasporto di materiali e contratti per la reperibilità di personale specialistico, mezzi d'opera e attrezzature per intervento di ausilio e di supporto operativo al responsabile dell'emergenza a livello locale che possono essere attivati 24 ore su 24 anche nei giorni festivi.

Le unità periferiche dispongono altresì di attrezzature utilizzabili in emergenza, costantemente allineate ed adeguate alle variazioni impiantistiche della rete. I materiali di scorta per emergenza, costantemente mantenuti in efficienza, sono opportunamente dislocati sul territorio.

7.4.6 Principali azioni previste in caso di incidente

Presso il Dispacciamento, il responsabile di turno:

- valuta attraverso l'analisi dei valori strumentali rilevati negli impianti telecontrollati eventuali anomalie di notevole gravità e attua o assicura qualora necessario, le opportune manovre o interventi, ivi compresa l'intercettazione del sealine;
- segue l'evolversi delle situazioni di emergenza e provvede all'attuazione delle manovre atte a contenere le disfunzioni di trasporto connesse con la stessa, mantenendosi in contatto con il responsabile dell'emergenza locale e di livello superiore;
- effettua, se del caso, operazioni di coordinamento ed appoggio operativo al responsabile dell'emergenza locale nelle varie fasi dell'emergenza.

Il responsabile dell'emergenza a livello locale territorialmente competente è responsabile dell'intervento di emergenza in campo: messo al corrente della condizione di emergenza, configura i limiti dell'intervento e provvede per attuarlo nel più breve tempo possibile, in particolare:

- ordina, se necessario, la chiamata di emergenza dei reperibili;
- accerta e segnala gli elementi riconducibili alla condizione di emergenza e segnala gli stessi al Dispacciamento e al responsabile a livello superiore, fornendo ad essi inoltre ogni ulteriore informazione che consenta di seguire l'evolversi della situazione;
- valuta eventuali interruzioni di fornitura di gas agli utenti, indispensabili al ripristino delle condizioni di sicurezza preesistenti, gestendo con gli stessi gli interventi e le fasi di sospensione della fornitura;
- richiede al responsabile dell'emergenza a livello superiore l'eventuale intervento di personale reperibile, mezzi d'opera, e attrezzature delle imprese terze convenzionate;
- assicura gli interventi operativi necessari al ripristino, nel minor tempo possibile, delle condizioni di sicurezza degli impianti delle persone e dell'ambiente.

Il responsabile di livello superiore, svolge un complesso di azioni, quali:

- assicura e coordina il reperimento e l'invio di materiali e attrezzature previste nel dispositivo di emergenza, richieste dal responsabile di emergenza a livello locale;
- assicura, in relazione alla natura dell'emergenza, il supporto al responsabile di emergenza a livello locale di altre Unità operative Snam Rete Gas e, se necessario, di personale, mezzi d'opera ed attrezzature di imprese terze convenzionate;

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	85 di 437	00	

- assicura il supporto tecnico specialistico e di coordinamento al responsabile dell'emergenza a livello locale durante l'intervento, e nella fase dei rapporti con gli utenti eventualmente coinvolti in seguito all'intervento di emergenza;
- concorda, se del caso, con il responsabile dell'emergenza presso il Dispacciamento le azioni da intraprendere.

Il responsabile dell'emergenza presso il Dispacciamento:

- decide gli opportuni provvedimenti relativi al trasporto del gas;
- è responsabile degli assetti distributivi della rete primaria conseguenti all'emergenza;
- coordina l'informazione alle unità specialistiche di Sede e l'intervento delle stesse, per problemi di rilevante importanza.
- assicura il flusso informativo agli utenti coinvolti dalla riduzione o interruzione del servizio di trasporto a causa degli eventi d'emergenza; al fine di definire, qualora le condizioni di intervento lo consentono, le modalità di interruzioni/sospensione di fornitura del gas ai clienti finali.
- provvede, per anomalie di notevole gravità su gasdotti sottomarini, in accordo con il Responsabile Emergenza dell' Area Territoriale competente, alla trasmissione di informazioni, con i metodi usuali, alle Capitanerie di Porto territorialmente competenti;
- assicura i necessari collegamenti informativi con gli utenti ed i clienti finali coinvolti dall'emergenza.

7.5 Conclusioni

Il Sealine Trieste - Grado, per sue le caratteristiche progettuali e costruttive e per le politiche gestionali descritte nel presente Studio di Impatto Ambientale, può considerarsi pienamente in linea, per quanto riguarda i livelli di sicurezza per le popolazioni e l'ambiente, con i metanodotti costruiti ed eserciti dall'Industria Europea di trasporto di gas naturale.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	86 di 437	00	

8 INTERVENTI DI OTTIMIZZAZIONE E MITIGAZIONE AMBIENTALE

Il contenimento dell’impatto ambientale provocato dalla realizzazione del metanodotto, è affrontato con un approccio differenziato, in relazione alle caratteristiche del territorio interessato.

Tale approccio prevede sia l’adozione di determinate scelte progettuali, in grado di ridurre “a monte” l’impatto sull’ambiente, sia la realizzazione di opere di ripristino adeguate, di varia tipologia.

8.1 Interventi di ottimizzazione

Per quanto concerne la realizzazione della condotta, il tracciato di progetto rappresenta il risultato di un processo complessivo di ottimizzazione, cui hanno contribuito anche le indicazioni degli specialisti coinvolti nelle analisi delle varie componenti ambientali interessate dal gasdotto.

Nella progettazione di una linea di trasporto del gas sono di norma adottate alcune scelte di base che, di fatto, permettono una minimizzazione delle interferenze dell’opera con l’ambiente naturale. Nel caso in esame, tali scelte hanno tenuto in considerazione sia l’ambiente marino che costiero. Esse possono essere così schematizzate:

- ubicazione del tracciato lontano, per quanto possibile, dalle aree di pregio naturalistico terrestri e marine;
- taglio ordinato, e comunque strettamente indispensabile, della vegetazione in fase di apertura pista;
- accantonamento dello strato superficiale del terreno e sua redistribuzione lungo la fascia di lavoro, per quanto riguarda l’approdo di Trieste, ove e se i risultati della Caratterizzazione lo ritengano idoneo allo scopo;
- utilizzo della tecnica dell’interramento della condotta per la parte a mare, evitando quindi lo scavo di una trincea e riducendo sensibilmente la dispersione dei sedimenti;
- utilizzazione di aree industriali per lo stoccaggio dei tubi;
- utilizzazione, per quanto possibile, della viabilità esistente per l’accesso alla fascia di lavoro;
- utilizzazione di tecnologie di attraversamento in sotterraneo (TOC) che consentono di evitare l’intrusione dei mezzi di cantiere in aree particolarmente sensibili;
- programmazione dei lavori, per quanto reso possibile dalle esigenze di cantiere, nei periodi più idonei dal punto di vista della minimizzazione degli effetti indotti dalla realizzazione dell’opera sull’ambiente naturale.

Alcune soluzioni sopra citate riducono di fatto l’impatto dell’opera su tutte le componenti ambientali, portando ad una minimizzazione delle interferenze sul territorio coinvolto dal progetto, altre interagiscono più specificatamente su singoli aspetti, minimizzando l’impatto visivo e paesaggistico, favorendo il completo recupero produttivo e mantenendo i livelli di fertilità dei terreni dal punto di vista agricolo, riducendo infine al minimo la vegetazione interessata dai lavori, ed evitando di compromettere gli ecosistemi marini interessati.

8.2 Opere di mitigazione e ripristino

La progettazione e la realizzazione delle condotte, nella fattispecie per quanto riguarda le aree di approdo, comporta un’importante attività di ripristino e consolidamento del territorio interessato dai lavori finalizzati al contenimento del disturbo ambientale.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	87 di 437	00	

Gli interventi di ripristino ambientale vengono eseguiti dopo il rinterro della condotta allo scopo di ristabilire nella zona d'intervento gli equilibri naturali preesistenti e di impedire, nel contempo, l'instaurarsi di fenomeni erosivi, non compatibili con la sicurezza della condotta stessa. L'effetto finale è il ripristino del suolo alle condizioni originarie con un rafforzamento della sua stabilità.

Compatibilmente con la sicurezza e l'efficacia richieste, le opere da realizzare saranno tali da non compromettere l'ambiente biologico in cui sono inserite e devono rispettare i valori paesistici dell'ambiente medesimo.

Nel caso in esame, le operazioni di ripristino riguarderanno l'area del cantiere che verrà realizzato per il varo della TOC all'approdo di Golameto (comune di Grado), e la pista di lavoro utilizzata dai mezzi per la posa della condotta all'approdo di Trieste.

Queste due aree non presentano caratteri critici per orografia, morfologia, litologia, condizioni idrauliche, vegetazione o ecosistemi, di conseguenza non sono previste opere di regimazione delle acque superficiali, opere di sostegno, o di drenaggio.

Successivamente alle fasi di rinterro della condotta si procederà alle sistemazioni generali di linea che consistono nella riprofilatura dell'area interessata dai lavori e nella riconfigurazione delle pendenze preesistenti, ricostituendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti in accordo alle prescrizioni degli Enti interessati.

Nella fase di rinterro della condotta viene utilizzato dapprima il terreno con elevata percentuale di scheletro e successivamente il suolo agrario accantonato, ricco di humus. In riferimento al tracciato in esame, quest'ultima operazione sarà effettuata sui terreni agricoli, essenzialmente pianeggianti presenti sul litorale di Grado e con buon substrato pedogenetico.

Per quanto riguarda l'approdo di Zaule (TS), il tracciato di progetto, come più volte segnalato, risulta essere all'interno del perimetro del Sito Inquinato di Interesse Nazionale di Trieste. Per queste aree è in fase di predisposizione un Piano della Caratterizzazione, la cui esecuzione fornirà indicazioni essenziali per l'eventuale riutilizzo dei terreni di scavo durante le sistemazioni di linea. In ogni caso i terreni interessati dal cantiere verranno riportati, a livello morfologico, allo stato precedente i lavori, mentre, nel caso in cui il terreno asportato dovesse risultare inquinato, se ne utilizzeranno altri provenienti da siti non inquinati.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	88 di 437	00		

9 OPERA ULTIMATA

La particolare tipologia dell'opera, che al termine dei lavori di costruzione risulta essere completamente interrata fa sì che non emerga alcuna situazione particolarmente critica. Per quanto riguarda i due approdi, quindi le aree a terra, gli unici elementi visibili, infatti risulteranno essere:

- i cartelli segnalatori del metanodotto;
- l'impianto di lancio e ricevimento pig posto adiacente al terminale GNL di Gas Natural in progetto.

Anche lungo il tratto a mare, la condotta sarà completamente interrata, e, oltre ad essere non visibile, non interagirà con l'ecosistema marino e con le attività di pesca presenti in zona.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	89 di 437	00	

SEZIONE III - QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

1 INDICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI INTERESSATE (AMBIENTE MARINO E COSTIERO)

In un ambiente naturale le componenti biotiche ed abiotiche interagendo tra loro danno vita ad ecosistemi il cui equilibrio risulta particolarmente fragile di fronte alla diffusione di elementi di perturbazione. La capacità di un ecosistema di ritrovare il proprio equilibrio una volta che sia stato perturbato è rappresentata dalla sua resilienza. A tale proposito diventa estremamente importante e significativo, nella fase *ante operam* di un progetto, conoscere tutte le componenti dell'ecosistema coinvolto al fine di prevedere gli impatti delle opere previste e predisporre misure di mitigazione mirate che permettano all'ecosistema stesso di rimanere all'interno della soglia della sua resilienza.

Il quadro di riferimento ambientale dell'area costituisce dunque il data base delle informazioni sia su scala regionale che di dettaglio, necessarie per poter procedere ad una quanto più corretta possibile stima e valutazione degli impatti.

La metodologia adottata per la caratterizzazione ambientale ha previsto un'indagine bibliografica iniziale a 360 gradi; a tale scopo sono stati individuati gli attori locali e non, in grado di fornire le informazioni per i rispettivi settori di ricerca.

L'analisi della situazione dei sistemi ambientali potenzialmente interessati dall'intervento è stata effettuata sulla base dei dati e delle informazioni di carattere tecnico-scientifico sia riportati in analoghi studi di impatto ambientale realizzati nella stessa area dell'Adriatico Settentrionale

Oltre alla schematizzazione comunemente adottata per il SIA, basata cioè sui singoli parametri o gruppi di parametri, sono stati considerati anche alcuni processi ambientali che coinvolgono contemporaneamente varie componenti reciprocamente interagenti, quali il complesso dei processi trofici, il bioaccumulo di sostanze tossiche da parte di organismi viventi e le conseguenze delle ipossie ed anossie su specie ittiche di interesse commerciale.

Attraverso l'analisi dei dati raccolti è stata sviluppata una cartografia dettagliata i cui tematismi sono riferiti alle differenti componenti dell'ambiente caratterizzato. L'utilizzo di mappe tematiche ha la funzione di rendere immediatamente chiaro il quadro della situazione ambientale locale e focalizzare eventuali problematiche.

Essendo il corridoio di posa compreso in un tratto di mare che non appartiene al sistema delle acque marine del largo in quanto unisce due zone di costa appartenenti al Golfo di Trieste sono state prese in considerazione anche le interazioni con l'ambiente marino costiero.

I sistemi ambientali coinvolti

Nel caso specifico le perturbazioni ambientali determinate da queste attività interagiscono a vari livelli nell'ecosistema. Le modificazioni più consistenti riguardano il delicato equilibrio esistente tra l'interfaccia acqua-sedimento.

Lo strato superficiale dei sedimenti (alcuni centimetri) rappresenta la porzione più attiva dell'ecosistema mentre i sedimenti più profondi rimangono più stabili e passivi di fronte alle eventuali modificazioni e rappresentano la registrazione storica dell'attività dell'ecosistema stesso.

Sul fondale marino, si registra un continuo fluire di composti organici ed inorganici attraverso l'interfaccia acqua - sedimenti e questi interscambi possono essere accelerati

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	90 di 437	00	

dall'attività biologica con un andamento stagionale; una attenta analisi del sedimento fornisce utili indicazioni sullo stato di salute di un ecosistema.

Nonostante la maggior parte delle potenziali alterazioni riguardi il fondale o meglio l'ecosistema bentico, occorre anche considerare che aria, acqua e fondale interagiscono tra loro per gli aspetti chimici, fisici, geochimici e biologici.

I processi che caratterizzano la bassa atmosfera sono forzanti fondamentali per quelli che si sviluppano nell'ambiente idrico, che a loro volta coinvolgono pesantemente il fondale. Il fondale a sua volta reagisce scambiando materia ed energia in quantità e tempi variabili a seconda della sua natura, influenzando così sulla qualità e comportamento della colonna d'acqua.

Tale influenza è tanto più importante quanto meno profondo è il bacino; sul fondo rimangono spesso registrati anche in modo mediato, quei processi che caratterizzano la colonna d'acqua e che presentano una variabilità spaziale e temporale.

I processi che riguardano il fondale sono molto meno variabili di quelli che si sviluppano lungo la colonna d'acqua e di conseguenza le alterazioni esercitate dalle attività antropiche sui fondali sono più durature.

Le conseguenze d'impatto si ripercuotono alla fine sull'ecosistema nel suo complesso e sulle biocenosi bentoniche le quali, data la loro particolare stabilità, sono caratterizzate da una composizione e una struttura regolate, in larga misura, dalle caratteristiche del substrato in cui sono inserite.

Proprio per la relativa costanza di queste caratteristiche abiotiche ci si deve attendere, entro ragionevoli limiti geografici, una similarità delle risposte a livello di comunità bentoniche.

Nell'analizzare la situazione ambientale, è necessario quindi considerare per ciascun sistema ambientale coinvolto i fenomeni fisici i quali rappresentano il motore per l'attuazione di tutti i processi ecosistemici. e le seguenti componenti:

- la componente abiotica nella quale giuoca un ruolo fondamentale il sedimento attraverso il ciclo della sostanza organica, dei nutrienti e delle eventuali sostanze contaminanti.
- la componente biotica la cui criticità è legata alla composizione floro-faunistica e alla eventuale presenza di specie sensibili anche a perturbazioni ambientali normalmente ritenute poco rilevanti.

Il Golfo di Trieste è costituito da un bacino piano semi-chiuso, situato nella parte più settentrionale dell'Alto Adriatico e si estende su un'area di circa 500 km² della piattaforma epicontinentale caratterizzata da un gradiente batimetrico molto basso(40 m/100 km)

Nello specifico, la zona di progetto è totalmente confinata nelle acque costiere appartenenti al Golfo di Trieste e occupa un corridoio che comprende fondali a profondità sempre inferiori alla batimetria dei 25 m. Nella Fig. 1.1 è stato schematizzato l'ambito di influenza del progetto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

91 di 437

Rev.:

00

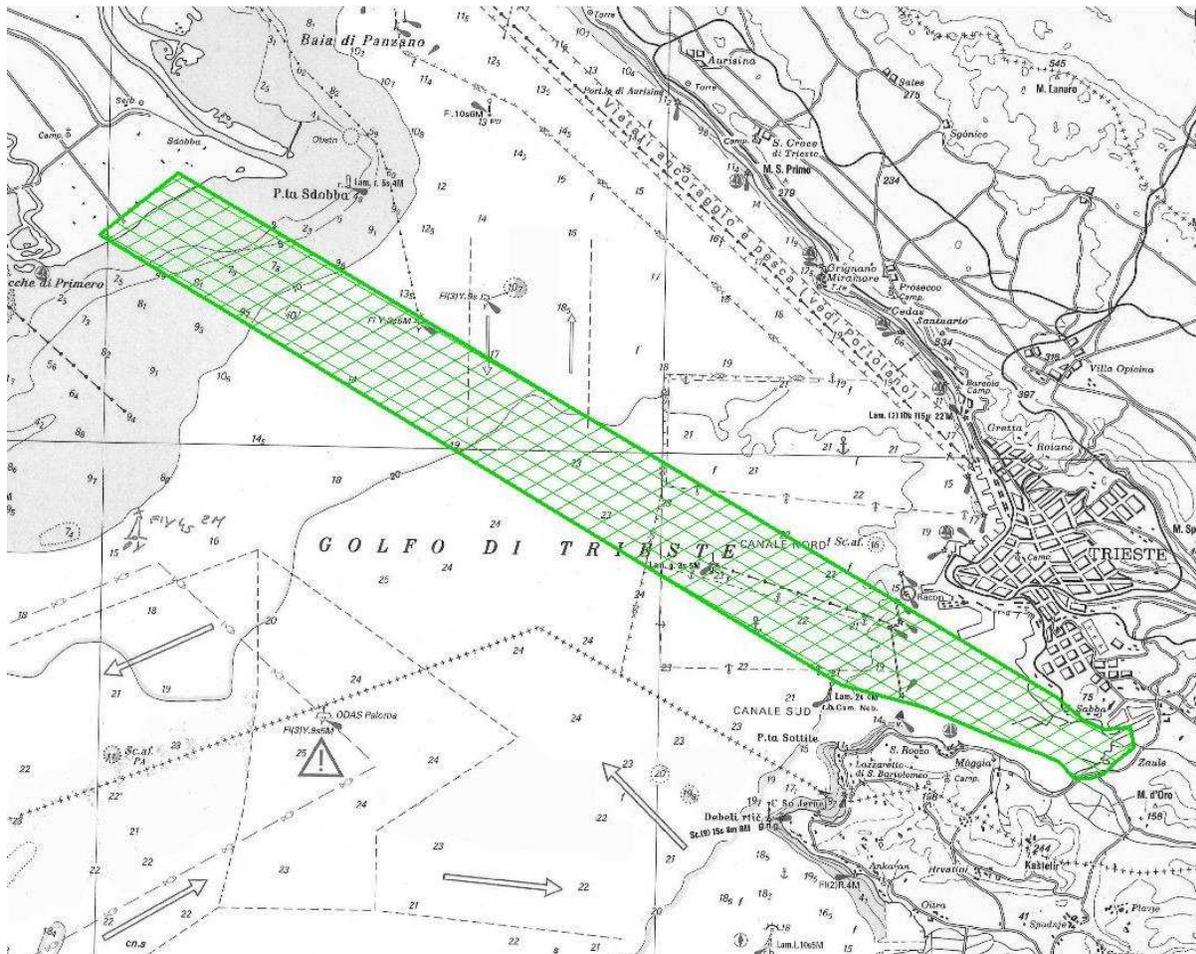


Fig. 1.1 - Area di progetto relativa all'ambiente marino

1.1 Atmosfera

1.1.1 Caratterizzazione climatica

Allungato con asse in direzione NW-SE tra la penisola Italiana e quella Balcanica, con una larghezza media di circa 250 km, l'Adriatico rappresenta, se si esclude il Mar Nero, il bacino più settentrionale del Mare Mediterraneo. Tale fatto, assieme alla conformazione allungata del bacino - circa 800 km lungo l'asse, per circa 6° in latitudine - ha rilevanti conseguenze nella definizione del clima locale, come indicato nel seguito.

Il bacino dell'Adriatico ha un clima di tipo mediterraneo: inverni miti ed umidi, estati calde e secche e stagioni intermedie che rappresentano transizioni, generalmente rapide, tra tali climi. Tuttavia, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino, tale quadro presenta delle specificità locali e, nella zona settentrionale - di interesse per il presente studio - il clima assume caratteristiche più marcatamente continentali, con temperature invernali più basse, rapidi cambiamenti delle condizioni atmosferiche e maggiore escursione termica nel corso dell'anno.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	92 di 437	00	

1.2.1.1 - Temperatura e umidità

I valori medi di temperatura dell'aria presentano un gradiente che tende a porsi longitudinalmente all'asse del bacino nella zona settentrionale e trasversalmente nella sezione centro-meridionale (Fig. 1.2), con escursioni di temperatura maggiori nei mesi invernali (4÷5 °C) rispetto ai mesi estivi (2÷3°C).

I livelli di umidità relativa risultano più elevati nella sezione settentrionale e nei mesi freddi a causa della minore temperatura dell'aria, comunque con variazioni sostanzialmente modeste tra le varie stagioni (Fig. 1.3).

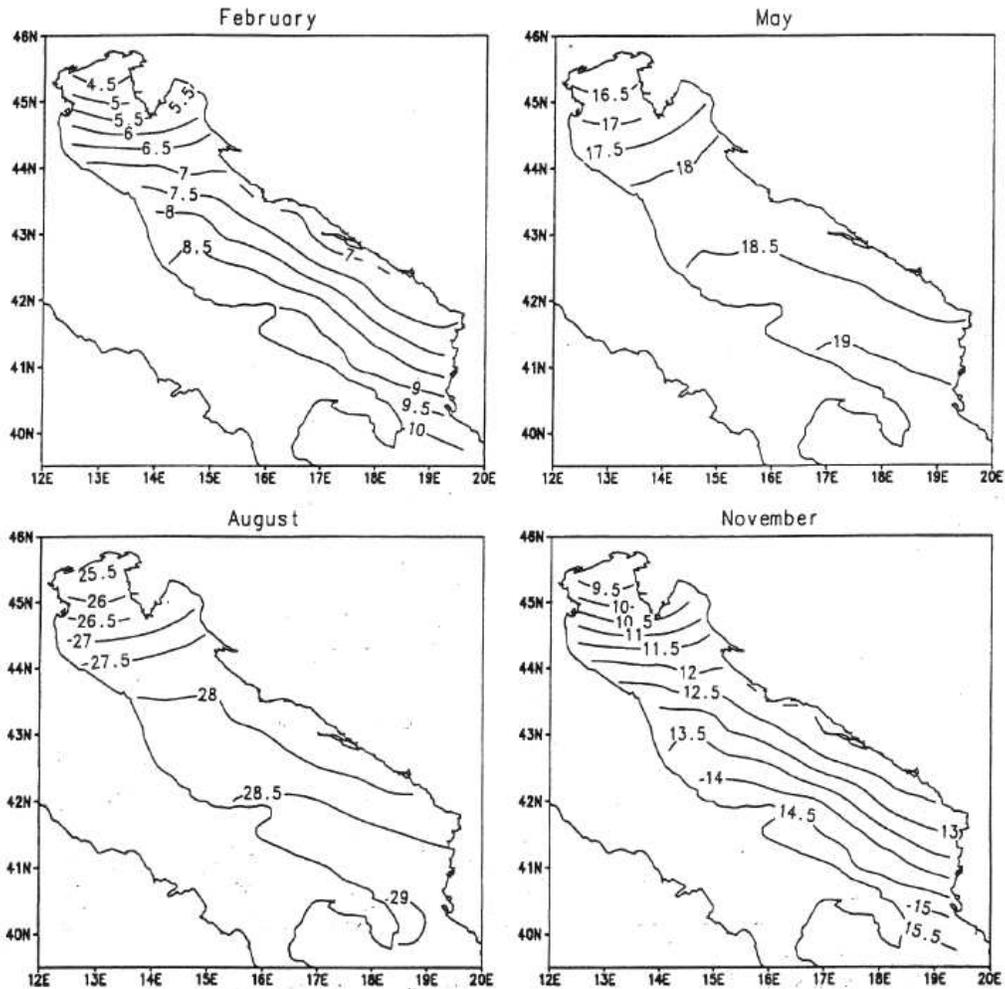


Fig. 1.2 - Isolinee della temperatura dell'aria sul bacino nelle diverse stagioni (da Artegiani et al., 1997).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
93 di 437

Rev.:

00

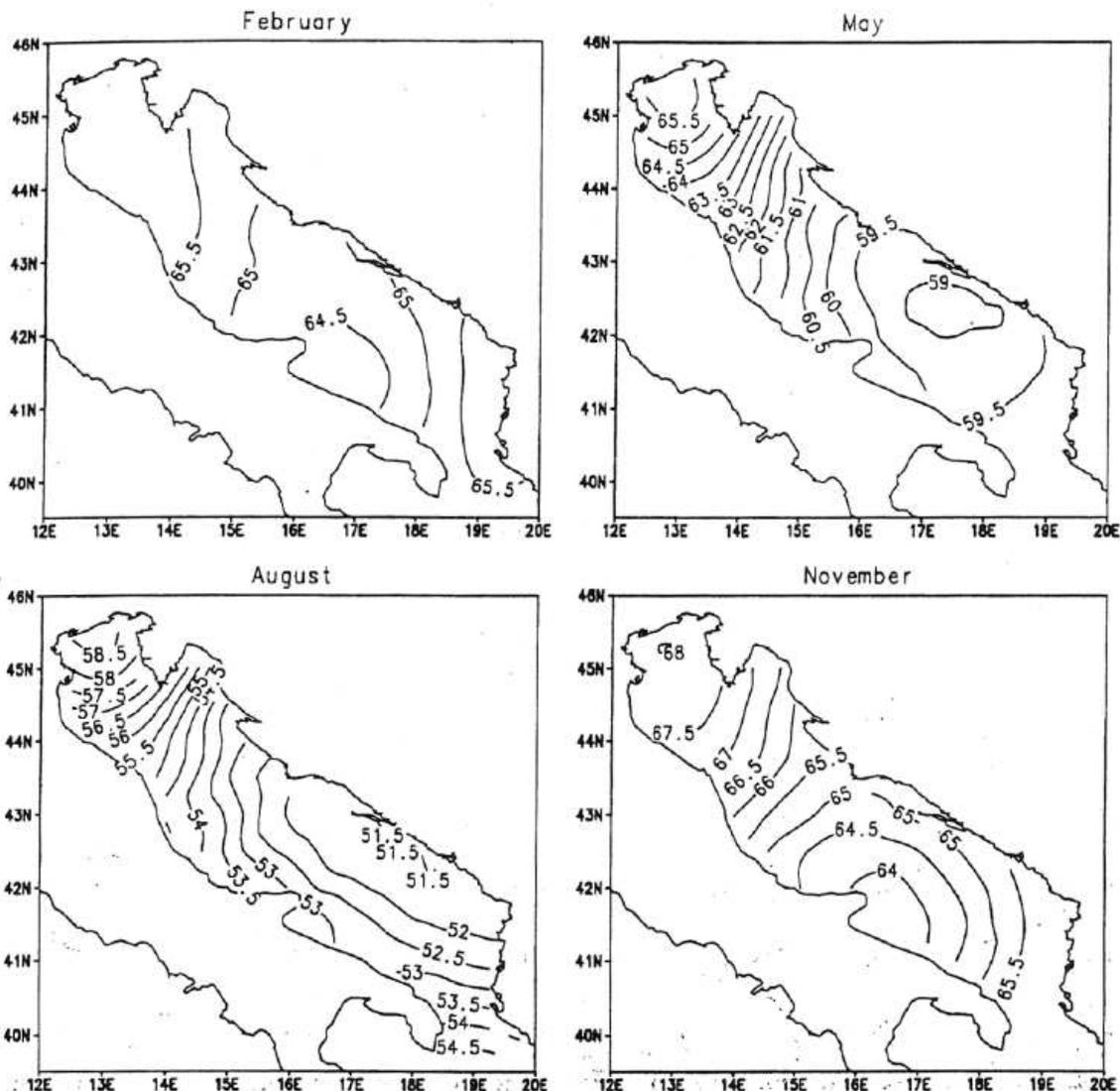


Fig. 1.3 - Isolinee di umidità relativa sul bacino nelle diverse stagioni (da Artegiani et al., 1997).

Fascia costiera del Triveneto

È una zona abbastanza ridotta in profondità (pochi chilometri nelle province di Udine e Gorizia, partendo dalla linea di costa, meno di un chilometro nella provincia di Trieste), dove l'influenza del mare Adriatico mitiga la moderata continentalità del territorio pianeggiante. Essa può essere ulteriormente suddivisa in:

- **sottozona occidentale e centrale, più fresca** (dal Tagliamento all'Isonzo), in cui sono comprese anche le Lagune di Marano e Grado, e
- **sottozona orientale, più mite** (Monfalcone, foci del Timavo, costiera triestina, città di Trieste, Vallone di Muggia). Quest'ultima sottozona risente maggiormente l'effetto protettivo offerto dalla barriera dell'altopiano carsico, a ridosso della linea di costa,

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	94 di 437	00	

che induce un clima rivierasco, ma anche la maggiore profondità del mare (10 – 25 m a Trieste, zona occidentale 0 – 10 m), che aumenta la capacità termica.

La temperatura media annua, su base trentennale (1961-1990, Servizio Idrografico Nazionale), per Trieste è di 14,4°C; per la zona occidentale si può considerare una temperatura inferiore di 0.5 - 1 °C. Gli estremi assoluti variano tra – 14 e + 38°C ma sono piuttosto rari e legati a particolari situazioni meteorologiche, quali le intense irruzioni di masse d'aria gelide continentali o l'apporto di masse d'aria tropicali; in entrambi i casi, la presenza della Bora enfatizza, sulla fascia costiera, non solo l'apporto di aria gelida da est, come è abbastanza noto, ma anche la compressione ed il riscaldamento (effetto foehn) delle masse d'aria calde tropicali nei mesi estivi. Cioè, la Bora, seppur di lieve intensità, è una con-causa dei massimi estremi di temperatura sulla costa (come anche sul resto della pianura regionale). Durante l'inverno sono comunque molto rari i giorni con temperature minime inferiori a –5°C e d'estate quelli con temperature massime superiori ai 32°C. In Fig. 1.4 è possibile confrontare l'andamento della temperatura del 2007 (esclusi i mesi da ottobre a dicembre per mancanza di dati) con la media del periodo 2000-2006.

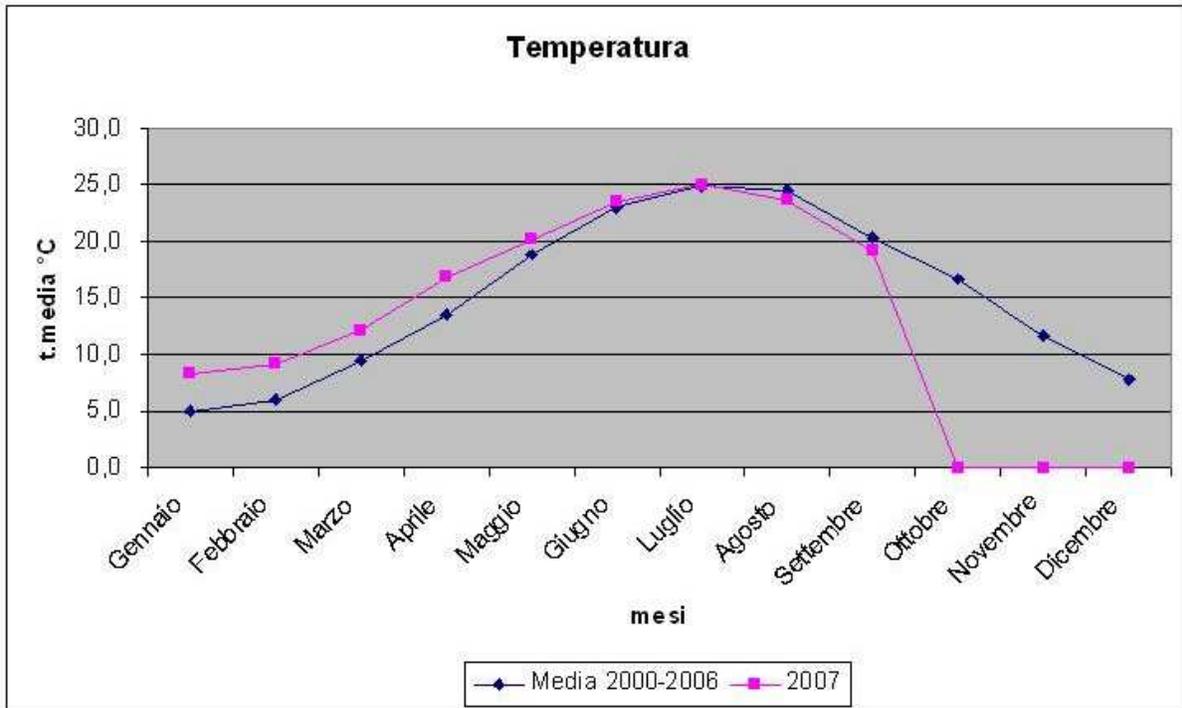


Fig. 1.4 - Andamento della temperatura del 2007 confrontata con la media del periodo 2000-2006 (Fonte OSMER- ARPA FVG).

1.2.1.2 - Precipitazioni

Nell'area di interesse la presenza di pioggia è più frequente nelle stagioni di transizione, con la massima probabilità di occorrenza in Primavera - mediamente 7 giorni ogni mese - mentre le piogge più intense si hanno nel periodo autunnale, con un massimo nel mese di Novembre, in cui il valore medio di precipitazione è di circa 70 mm.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	95 di 437	00	

Occasionalmente, ed essenzialmente nel periodo invernale, si può avere neve lungo la costa.

Fascia costiera del Triveneto

In particolare nella fascia costiera del Golfo di Trieste per l'anno 2007 (esclusi i mesi da ottobre a dicembre per mancanza di dati) sono presenti variazioni anche forti rispetto alla media del periodo 2000-2006 (Fig. 1.5). Questo dimostra come l'andamento mensile può discostarsi anche di molto dalle medie.

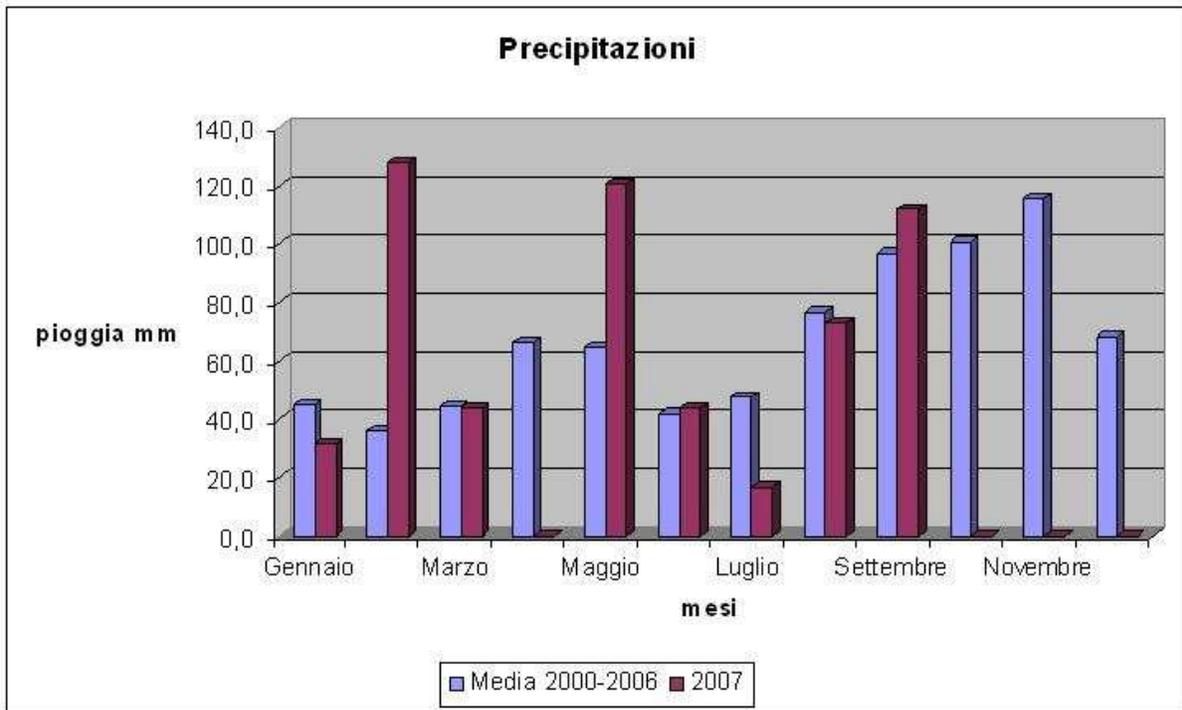


Fig. 1.5 - Andamento delle precipitazioni (Fonte OSMER- ARPA FVG).

1.2.1.3 Circolazione atmosferica

L'evoluzione annuale della circolazione atmosferica sul bacino del Mediterraneo è determinata dai cambiamenti dei grandi sistemi di pressione che interessano l'Oceano Atlantico, la massa continentale Euro-Asiatica e quella Africana.

Nel periodo invernale, l'anticiclone delle Azzorre, centrato sull'Atlantico, occupa la posizione più meridionale delle sue migrazioni annuali, mentre l'anticiclone siberiano è alla sua massima intensità sul continente eurasiatico. A sud della zona anticiclonica atlantica è presente un'area depressionaria sull'Atlantico e sull'Africa che occasionalmente può dare origine a fenomeni ciclonici di qualche importanza, mentre a Nord si ha il corridoio di transito delle depressioni atlantiche in movimento verso Est sul continente Europeo. Da tali movimenti depressionari possono aversi afflussi di aria fredda verso il Mediterraneo, dove vengono a contatto con masse di aria più calda ed umida, dando origine a fenomeni di ciclogenese con venti sostenuti e piogge intense. Occasionalmente, in qualunque periodo tra Ottobre e Maggio, il transito delle depressioni atlantiche è rinterrotto da afflussi di aria fredda di origine polare dall'Europa settentrionale e dalla Russia che possono spingersi fino a latitudini tropicali dando origine, a causa del grande contrasto termico, ad

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		96 di 437		00	

aree depressionarie che si formano sull'Atlantico e sul deserto Nord Africano per poi muovere verso il Mediterraneo.

Nei mesi primaverili si ha il graduale sviluppo di un'area anticiclonica nella zona tra la Groenlandia e l'Europa Settentrionale ed il contemporaneo decadere dell'anticiclone siberiano che generalmente collassa nel corso del mese di Aprile, cessando quindi di rappresentare una potenziale sorgente di masse di aria fredda per la zona mediterranea. Il Mediterraneo risulta ancora soggetto al transito di depressioni, determinate dall'intrusione di aria fredda dalle alte latitudini, che danno origine a nuvolosità e precipitazioni meno significative che nei mesi invernali, ma possono determinare venti di notevole intensità.

Il clima estivo si stabilisce sul Mediterraneo con l'intensificarsi dell'anticiclone delle Azzorre che sviluppa una diramazione verso le Alpi. Il processo inizia, in forma intermittente, nei mesi primaverili e, generalmente, giunge a compimento per la metà di Giugno. Le depressioni di origine Atlantica sono più deboli che nel periodo invernale e anche se occasionalmente possono interessare il Mediterraneo, raramente danno origine a fenomeni significativi. Estati più perturbate si hanno quando l'anticiclone si protende verso le isole britanniche e l'Europa settentrionale anziché verso le Alpi, esponendo il bacino ad afflussi di aria fredda di origine artica che, dalla Russia, penetrano nel bacino attraverso i Balcani o le Alpi.

1.2.1.4 *Transito delle depressioni*

La Fig. 1.6 riporta schematicamente le principali tracce di transito delle depressioni che interessano l'area del Mediterraneo. Le aree cerchiato indicano le principali zone di ciclogenese nel bacino che costituiscono anche aree di intensificazione per le depressioni in transito; di particolare interesse, per la presente analisi, è l'area che si estende tra le Baleari e l'Adriatico Settentrionale, dove si formano oltre il 50% delle depressioni di origine Mediterranea, la maggior parte delle quali nel Golfo di Genova, da cui questo tipo di perturbazione trae il nome. L'attività di ciclogenese è particolarmente attiva nel periodo invernale, specialmente nei mesi di Gennaio e Febbraio, in associazione all'afflusso di aria fredda dall'Europa Orientale.

Per quanto riguarda la fenomenologia nel bacino Adriatico risultano particolarmente rilevanti:

- le depressioni di origine Atlantica che giungono sull'Italia attraverso le rotte che transitano dal Golfo di Biscaglia e dal Golfo del Leone o dallo stretto di Gibilterra e dal Mare di Alboran. Dall'Italia possono proseguire verso E o NE, con fenomeni che interessano essenzialmente l'Adriatico Settentrionale o muoversi longitudinalmente lungo l'asse dell'Adriatico con direzione SE, determinando forti afflussi di bora su tutto il bacino;
- le depressioni che dalla Spagna e dall'Africa settentrionale transitano sullo Ionio e sull'Adriatico Meridionale, determinando afflussi di aria calda ed umida, che danno origine a fenomeni di Scirocco;
- le celle di bassa pressione che dalla Tunisia e dalla Libia muovono verso il Mar Nero, con fenomenologia che comunque è essenzialmente confinata nella sezione meridionale del bacino adriatico.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

97 di 437

Rev.:

00

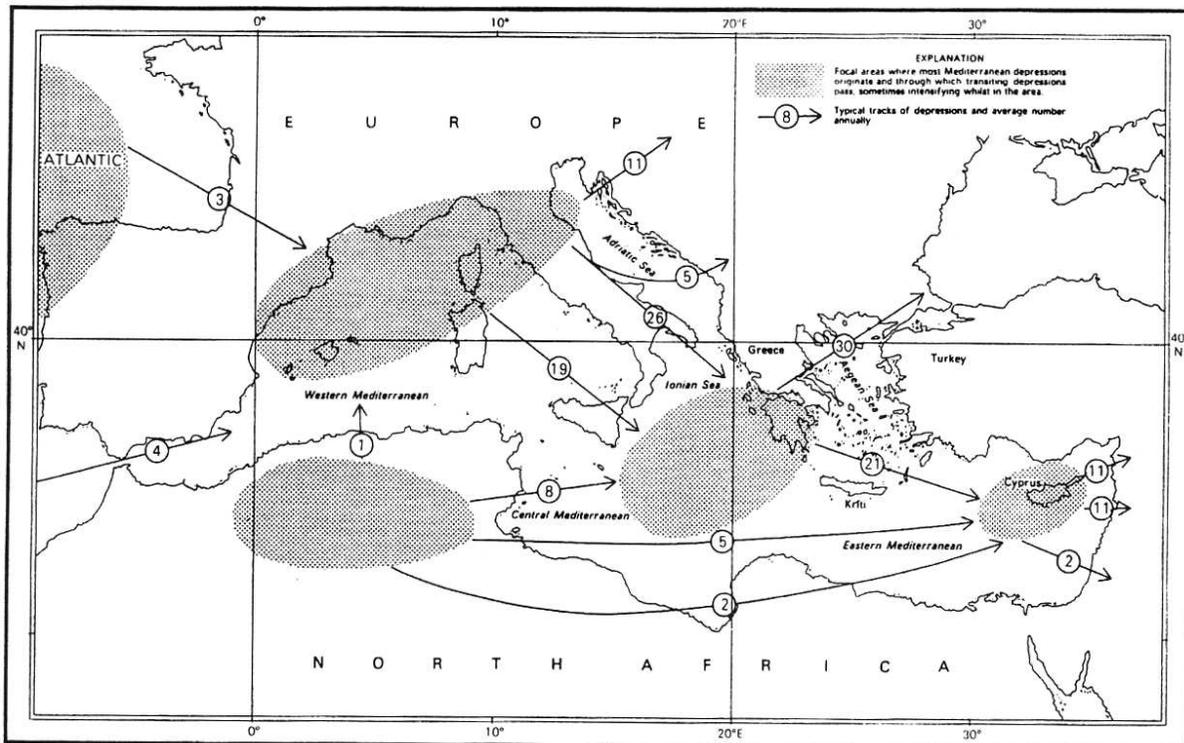


Fig. 1.6 - Principali rotte di transito delle depressioni sul bacino mediterraneo (da Mediterranean Pilot Ed.1976 (Revised 1988)).

1.2.1.5 Venti principali

In associazione a tali configurazioni depressionarie sopra esposte, i venti più intensi nell'Adriatico risultano:

- **BORA:** è un vento freddo e secco da NE dovuto all'afflusso di aria continentale orientale ed artica attraverso il varco di Trieste o talvolta attraverso le montagne della costa orientale dell'Adriatico. In quest'ultimo caso la direzione tende a ruotare verso ENE o anche E. I venti di Bora sono generalmente associati alla presenza di un anticiclone ben sviluppato sull'Europa Settentrionale e di una bassa pressione relativa sul Mediterraneo oppure in coincidenza con il transito di depressioni sullo Ionio e sull'Adriatico meridionale, anche in presenza di una alta pressione relativamente debole sull'Europa. Tali situazioni sono maggiormente frequenti nel periodo invernale che in quello estivo. La frequenza e l'intensità della Bora tende a diminuire muovendosi da Est a Ovest e da Nord a Sud nel bacino. Nella sezione meridionale, a Sud di Ancona, si ha anche una rotazione nella direzione del vento che tende a porsi da NNW a costa e da N-NE al largo.
- **SCIROCCO:** è un vento caldo umido da Sud, dovuto all'afflusso di masse d'aria dall'Africa Settentrionale, rese umide dal transito sullo Ionio. Lo scirocco è generalmente associato alla presenza di una depressione ad Ovest dell'Adriatico, contrastata da un'alta pressione sui Balcani. A causa della configurazione del bacino lo Scirocco, che ha direzione Sud all'ingresso dell'Adriatico, tende a porsi da SE, con una intensificazione lungo la costa Orientale. Nell'Adriatico settentrionale, nella fascia tra Pesaro e Ravenna, si ha una ulteriore rotazione del vento che tende a

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		98 di 437		00	

porsi da E. Le massime intensità dei venti da Scirocco sono inferiori a quelle da Bora, ma possono risultare significative, specialmente nelle stagioni di transizione Primavera ed Autunno.

- **MAESTRALE:** è un vento da NW, non molto frequente nell'Adriatico Settentrionale in cui risulta associato al transito di fronti freddi, con massima probabilità di occorrenza nella tarda estate ed in autunno. Come accennato in precedenza, nella sezione meridionale del bacino i venti da NW risultano essenzialmente da una rotazione del vento di Bora.
- **LIBECCIO:** è un vento da SW, non molto frequente né persistente, associato alla presenza di depressioni sul bacino. I suoi effetti sono avvertiti soprattutto sulle coste orientali, tuttavia, all'altezza della foce del Po può piegare da SE, dando origine a mareggiate significative lungo la costa italiana.

In particolare nel Golfo di Trieste, dall'analisi della Fig. 1.7, si può osservare come il regime dei venti sia 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 Fig. 1.7. 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.

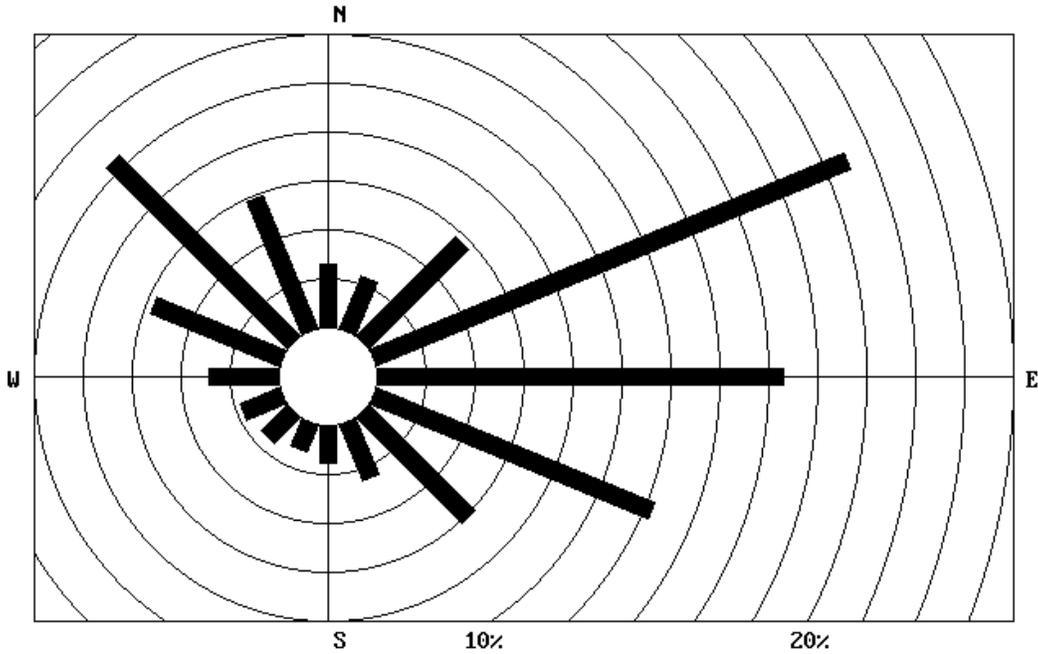
La bora è il vento dominante caratteristico del Golfo di Trieste; veloce e turbolento, questo vento può raggiungere velocità massime molto elevate, superiori a 180 km/h. La sua direzione media si mantiene relativamente costante, da ENE; tende verso NE all'aumentare della velocità e verso E negli episodi meno intensi (borino). La bora è causata da un'opportuna differenza di pressione tra il continente e l'Adriatico. Quando la pressione continentale è alta (situazione anticiclonica) il cielo è sereno e si parla di bora chiara; viceversa, quando la pressione è bassa sull'Adriatico (situazione ciclonica), il cielo è coperto e si parla di bora scura. 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. Contemporaneamente gli ostacoli del terreno producono nella corrente aerea vortici e mulinelli che rendono la bora particolarmente turbolenta in città, con forti raffiche alternate ad istanti di relativa calma; la turbolenza tende a diminuire sul mare, dove il vento diventa più teso. La bora è più frequente nei mesi freddi, da ottobre a marzo; durante la giornata, la sua velocità diminuisce in media del 5% durante le ore diurne.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	99 di 437	00	

TRIESTE

ANNI 1991 - 2000

Durata percentuale media annuale del vento



TRIESTE

Vento filato (totale: 95768 km)

ANNI 1991 - 2000

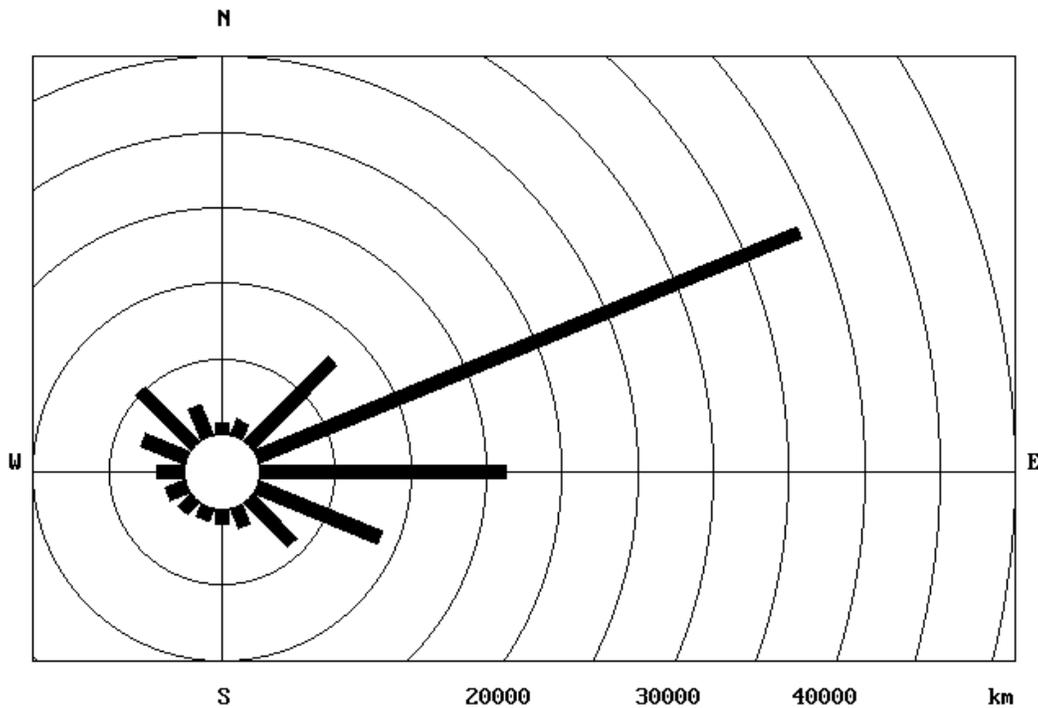


Fig. 1.7 - Distribuzione annuale media (1991-2000) della durata e del percorso del vento per direzione di provenienza. (Bussani, 2003).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		100 di 437		00	

1.2 Meteoceanografia e idrodinamismo

1.2.1 Clima del moto ondoso

Le fonti per la caratterizzazione della direzione e altezza d’onda nel Nord Adriatico si riferiscono a tre metodologie a carattere internazionale che si possono completare a vicenda:

- Dati provenienti dal KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) con i quali si risale alla direzionalità delle onde seguendo quella del vento dominante
- Elaborazioni di dati oceanografici provenienti dal centro meteorologico inglese “UK Meteorological Office” che ricostruisce lo stato del mare a partire dai dati meteorologici (carte bariche) e dal campo di moto.
- Dati dalla elaborazione CNR sulla ricostruzione del moto ondoso a partire dalle carte bariche e dal campo di moto, con taratura tramite dati satellitari

Nei seguenti paragrafi vengono mostrati più nel dettaglio i risultati delle indagini appena esposte.

1.3.1.1 *Direzioni e altezza dell’onda*

Dati KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut)

Esiste un buon accordo tra l’altezza d’onda da vento calcolata sulla base dei dati del KNMI e quelli misurati in Adriatico, i dati del KNMI non contengono indicazioni sulla direzionalità degli stati di mare che per la definizione del clima è stata assunta uguale alla direzione del vento. Tale assunzione è generalmente abbastanza attendibile nel caso di bacini chiusi, con limitata rilevanza dei fenomeni di swell (onda lunga). La distribuzione direzionale del moto ondoso su base annuale e stagionale è mostrata nelle Tab.1.1 ÷ Tab.1.5.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

101 di 437

Rev.:

00

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)- ANNUALE																
<i>Dir (N°)</i>	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	Tot
0	5,1	2,8	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5
30	4,3	2,8	1,2	0,6	0,2	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
60	8,4	5,3	2,6	1,2	0,5	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,4
90	3,6	1,9	0,9	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0
120	3,2	1,7	0,7	0,3	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	6,3
150	8,7	4,8	1,6	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,5
180	4,4	1,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2
210	2,1	0,9	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5
240	2,5	1,2	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
270	2,8	1,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3
300	2,9	1,2	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
330	5,7	1,9	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
Tot	53,8	27,2	10,6	4,2	1,9	1,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	99,8
	calma 61,3		variabile 1,59													

Tab.1.1 - Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo dell'Adriatico settentrionale – Annuale

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)- INVERNO																
<i>DIR (N°)</i>	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	4,6	2,8	0,7	0,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
30	4,1	3,0	1,8	0,6	0,3	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2
60	9,9	6,5	4,1	1,5	0,5	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	23,1
90	3,3	1,6	1,6	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
120	1,5	1,6	0,6	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,2
150	5,4	4,5	2,1	0,7	0,2	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	13,5
180	3,9	2,1	0,7	0,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
210	0,7	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0
240	2,2	1,6	0,7	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
270	2,7	1,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
300	1,6	1,3	0,8	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
330	5,9	3,4	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	10,3
TOT	45,9	30,1	14,2	4,5	2,1	2,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	0,2	100,1
	calma 44,9		variabile 1,59													

Tab.1.2 - Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo dell'Adriatico settentrionale – Inverno

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		102 di 437		00	

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)-PRIMAV.																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	4,1	2,2	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7,4
30	4,2	2,8	1,0	0,4	0,2	1,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6
60	8,7	4,8	1,9	1,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	17,2
90	3,8	1,7	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
120	4,7	1,6	0,8	0,4	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7
150	11,4	6,4	1,6	0,5	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8
180	5,1	1,7	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8
210	2,9	1,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5
240	2,9	1,5	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9
270	2,3	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,4
300	1,9	1,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3
330	4,8	1,7	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3
TOT	56,6	27,5	8,6	3,5	1,3	1,6	0,1	0,3	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
	calma 62,68			variabile 2,17												

Tab.1.3 - Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo dell'Adriatico settentrionale – Primavera

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m)- ESTATE																
DIR (N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	TOT
0	6,4	3,8	0,9	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5
30	4,8	2,3	0,7	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,3
60	7,2	4,0	1,3	1,0	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0
90	5,1	2,7	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0
120	4,7	1,7	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
150	11,5	4,0	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,9
180	5,6	1,6	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5
210	2,4	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
240	2,8	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,2	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,9
300	4,2	1,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9
330	7,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	8,8
TOT	65,0	23,9	6,8	2,8	0,8	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
	Calma 94,36			variabile 0,99												

Tab.1.4 - Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo dell'Adriatico settentrionale – Estate.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	103	di 437	00		

DISTRIBUZIONE DIREZIONALE DELL'ALTEZZA D'ONDA SIGNIFICATIVA Hs (m) - AUTUNNO																
DIR(N°)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	Tot
0	5,7	2,7	1,5	0,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7
30	4,4	3,3	1,3	1,1	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6
60	7,5	5,9	3,4	1,2	0,9	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2
90	1,8	1,4	1,2	0,4	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,3
120	1,5	2,1	1,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	5,9
150	5,8	3,8	1,8	0,8	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9
180	2,6	1,4	0,6	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
210	2,6	1,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
240	1,9	1,2	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1
270	3,3	1,8	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7
300	4,5	0,9	0,5	0,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
330	5,1	1,3	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
Tot	46,5	27,2	13,3	6,7	3,7	1,3	0,5	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0
	calma 40,75			variabile 1,53												

Tab.1.5 - Distribuzione direzionale degli stati di mare al largo dell'Adriatico settentrionale – Autunno.

Dati UKMO

Per la definizione delle caratteristiche ondamiche del Nord Adriatico si è fatto riferimento anche alle elaborazioni di dati oceanografici appositamente richiesti ed ottenuti dal noto centro meteorologico inglese "UK Meteorological Office".

Il modello European Wave Model dell'U.K.M.O. ricostruisce lo stato del mare a partire dai dati meteorologici (carte bariche) e dal campo di moto ondoso.

Le agenzie meteorologiche nazionali iniziarono ad impiegare modelli di previsione spettrale delle condizioni di moto ondoso a partire dalla metà degli anni '70. I modelli operano in continuo, funzionando in cascata con modelli di previsione meteorologica, che forniscono loro i dati di vento necessari come input.

I modelli U.K.M.O. Global Wave Model e European Wave Model sono modelli della seconda generazione per la parametrizzazione non lineare dello spettro del moto ondoso. I dati ottenibili, con cadenza di 30 minuti, sono relativi ad ogni nodo della maglia. Oltre ad altezza significativa, periodo medio e direzione media di propagazione, il modello è in grado di fornire anche spettri direzionali, con 16 direzioni, discretizzati con 13 frequenze.

Il modello UK Met Office Wave Model copre le acque europee con una griglia locale (European Wave Model) le cui maglie hanno lati di 25÷30 km. L'archivio del modello, che elabora con continuità i dati meteorologici, fornisce dati sequenziali di vento e moto ondoso a partire dall'ottobre 1986.

Lo European Wave Model si annida all'interno del Global Wave Model (maglia di lato pari a 150 km), che elabora i dati su scala maggiore.

I dati forniti hanno consentito di caratterizzare lo stato del mare (e dei venti) sulla base dell'analisi delle più recenti carte bariche della zona e rappresentano una affidabile ed insostituibile fonte di informazione, in assenza di stazioni ondamiche locali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE										
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar										
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE										
N° Documento:			Foglio			Rev.:				
08807-ENV-RE-000-001			104 di 437			00				

I dati elaborati sono relativi al periodo di osservazione compreso tra giugno 1987 e maggio 2000; i punti di riferimento della griglia hanno le seguenti coordinate geografiche: 44.25N /12.73E, 45.25N /13.14E, 45.50N 13 /14E.

Nella Tab.1.6 e Fig. 1.8 sono riportate rispettivamente le registrazioni di moto ondoso, ordinate per altezza significativa e direzione media di provenienza, ed il diagramma polare che rappresenta frequenze ed altezza in funzione della direzione di provenienza.

H1 To H2		P(H>H1)	Wave direction in degrees North												
-----		-----	-----												
Total number of hours = 113976															
Based on UKMO predictions for			June	1987 - May								2000			
			-15	15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	
			15	45	75	105	135	165	195	225	255	285	315	345	
0.00	0.50	0.97055	1327	3803	6551	7424	9516	11581	7121	4715	2501	1118	767	793	
0.50	1.00	0.39838	626	3096	6172	4375	3821	4285	3112	2123	1216	614	343	313	
1.00	1.50	0.09740	53	512	1864	1184	690	947	828	531	411	179	14	0	
1.50	2.00	0.02527	17	113	625	318	102	223	199	83	12	0	0	2	
2.00	2.50	0.00834	4	14	231	143	40	77	39	12	4	0	0	0	
2.50	3.00	0.00270	0	7	61	82	18	13	15	4	0	0	0	0	
3.00	3.50	0.00069	0	1	11	39	4	2	2	2	0	0	0	0	
3.50	4.00	0.00011	0	0	0	8	0	0	2	0	0	0	0	0	
4.00	4.50	0.00001	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Parts per thousand for each direction			20	75	155	136	142	171	113	75	41	19	11	11	

Tab. 1.6 - Registrazioni di moto ondoso ordinate per altezza e direzione (UKMO)

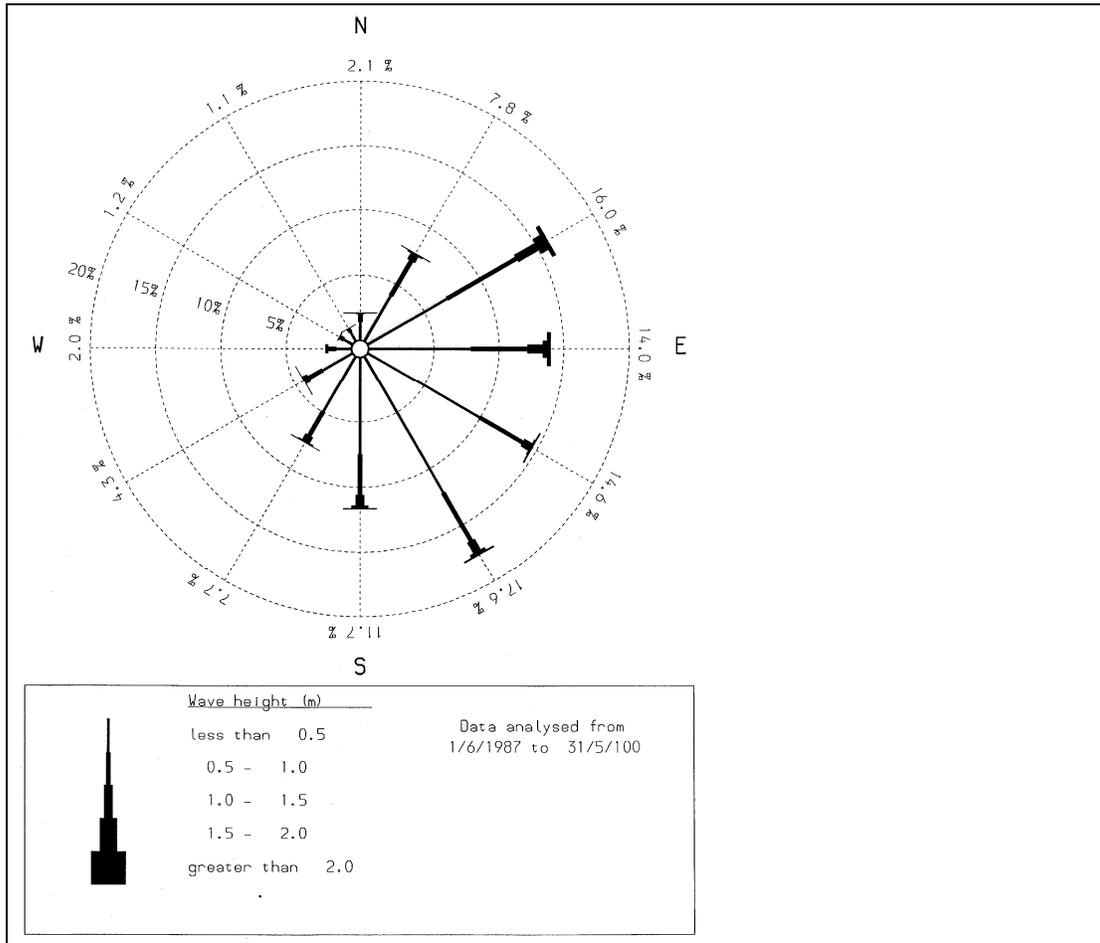


Fig.1.8 - Diagramma polare delle frequenze e delle altezze d'onda (UKMO)

Dati CNR

I modelli di ricostruzione del moto ondoso a partire dalle carte bariche e, ovviamente dal campo di moto, sono di gran lunga la sorgente più abbondante e completa di dati, fornendo, ad intervalli regolari e con una grande densità spaziale, una grossa mole di informazioni. Possono tuttavia avere problemi di accuratezza, particolarmente in alcune zone, quali l'Adriatico, contornate da una complicata orografia. La soluzione è allora data dalla loro verifica ed eventuale taratura tramite i dati da satellite.

Seguendo questa linea sono state appositamente acquisite le statistiche rese disponibili da CNR-ISMAR, che sono le uniche che notoriamente considerano anche la taratura mediante dati da satellite e che caratterizzano la distribuzione percentuale degli eventi ondosi a partire da un database sufficientemente esteso.

Il punto a cui si riferiscono i dati ha coordinate geografiche 45°30'N, 13°E (Fig.1.9), mentre il periodo di osservazione va dal 1992 al 2002. Si riporta nella successiva Tab.1.7, un estratto di tale rapporto.

In tale tabella i risultati sono presentati in parti per 100.000. Questo permette di avere, senza perdere in accuratezza, tabelle costituite da numeri interi, e perciò di più immediata leggibilità. Trattandosi di 10 anni di climatologia ondosa (3650 giorni), per le statistiche

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 106 di 437	Rev.:			
		00			

relative al clima al largo, una parte su 100.000 corrisponde a circa $(3650\text{gg} \cdot 24\text{h} \cdot 3600\text{s}) / 100000 = 3153\text{ s}$ ovvero circa 0.87 ore nel periodo considerato. Per ciascuna classe della partizione considerata, sono state riportate, in parti su 100.000, le percentuali di accadimento di eventi ondosi compresi nelle varie classi della partizione.

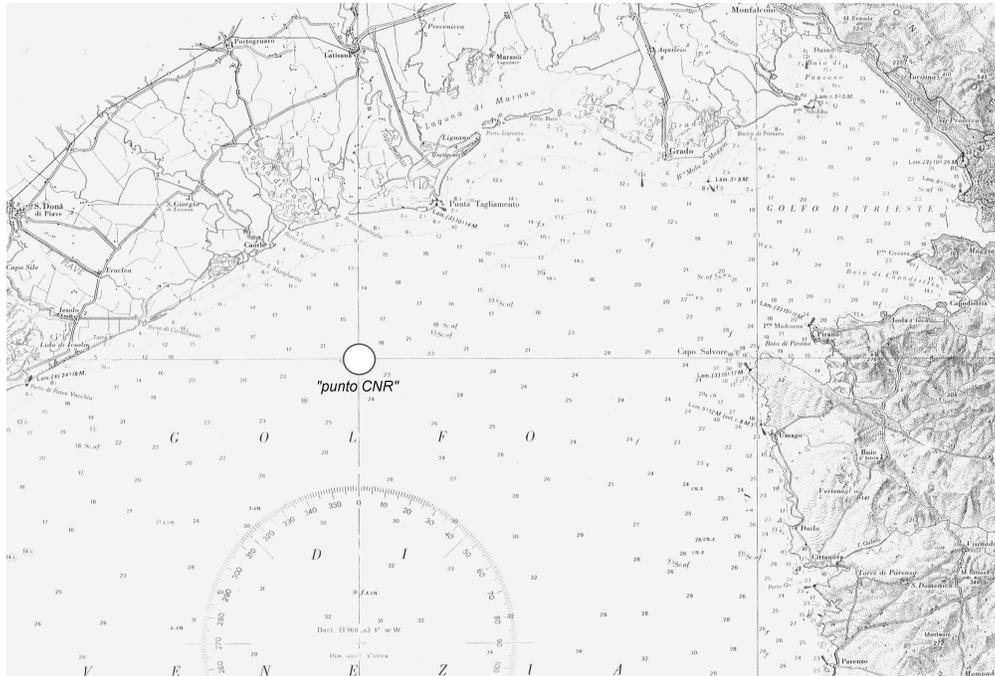


Fig.1.9 - Ubicazione del punto di riferimento dei dati CNR-ISMAR.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 107 di 437	Rev.:			
		00			

Tab. 1.7 - Frequenze di moto ondoso ordinate per altezza e direzione (CNR)

DIR1 to DIR2 [N]	Hs [m]										
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
0. - 10. 1160	1001	138	21	0	0	0	0	0	0	0	0
10. - 20. 1534	953	394	97	62	21	7	0	0	0	0	0
20. - 30. 1893	1070	462	256	35	42	28	0	0	0	0	0
30. - 40. 2423	1200	800	242	97	49	14	21	0	0	0	0
40. - 50. 3660	1449	1174	643	200	90	69	28	0	7	0	0
50. - 60. 5424	1961	1584	987	510	187	83	42	35	28	7	0
60. - 70. 4433	1422	1361	862	415	248	97	21	7	0	0	0
70. - 80. 3231	1339	946	559	214	124	21	7	7	7	7	0
80. - 90. 2500	1277	752	346	97	21	0	0	0	7	0	0
90. - 100. 2321	1401	560	262	49	35	0	0	0	14	0	0
100. - 110. 2171	1520	387	173	49	28	14	0	0	0	0	0
110. - 120. 3059	2277	559	160	35	28	0	0	0	0	0	0
120. - 130. 4693	3807	552	201	56	42	28	0	0	7	0	0
130. - 140. 6578	5306	732	380	111	21	21	7	0	0	0	0
140. - 150. 12733	9687	2237	553	138	76	14	14	14	0	0	0
150. - 160. 13666	9406	2718	974	339	138	49	14	21	0	7	0
160. - 170. 7826	4460	2458	567	202	104	28	7	0	0	0	0
170. - 180. 5462	3388	1368	463	131	63	28	7	14	0	0	0
180. - 190. 4041	2671	940	270	97	56	7	0	0	0	0	0
190. - 200. 3569	2546	690	208	104	21	0	0	0	0	0	0
200. - 210. 2541	1966	428	98	35	14	0	0	0	0	0	0
210. - 220. 1514	1208	243	49	7	7	0	0	0	0	0	0

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE										
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar										
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE										
N° Documento:		Foglio			Rev.:					
08807-ENV-RE-000-001		108	di	437	00					

220. - 230. 1036	856	159	14	7	0	0	0	0	0	0	0
230. - 240. 753	649	97	7	0	0	0	0	0	0	0	0
240. - 250. 249	228	14	0	7	0	0	0	0	0	0	0
250. - 260. 91	84	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
260. - 270. 77	63	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
270. - 280. 111	76	14	14	7	0	0	0	0	0	0	0
280. - 290. 111	83	21	7	0	0	0	0	0	0	0	0
290. - 300. 70	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300. - 310. 84	63	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0
310. - 320. 70	56	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0
320. - 330. 21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330. - 340. 581	574	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
340. - 350. 112	91	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350. - 360. 202	181	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100000	64410	21872	8434	3004	1415	508	168	98	70	21	0

1.3.1.2 Settori di traversia per le mareggiate

Le tabelle 1.1 ÷ 1.5 nel precedente sottocapitolo mostrano la concentrazione degli eventi nei settori di traversia del vento. Il settore di Bora risulta dominante in tutte le stagioni con un picco nel periodo invernale (40.6% degli eventi) ed un minimo in estate (31.3%), mentre il settore da Scirocco presenta un picco in Primavera (28.6%) ed un minimo in Autunno (19.9%). A tali settori risultano associati anche gli eventi più intensi.

In accordo con i principali settori di traversia del vento, le più intense mareggiate risultano concentrate nei settori NW (Maestrale); NE-E (Bora); SE (Scirocco). Il moto ondoso da N e NW risulta più frequente nella sezione centrale e meridionale del bacino, specialmente nel periodo estivo. Nell'area di interesse, gli effetti lungo la costa italiana sono poco significativi. Le mareggiate associate ai fenomeni di Bora rivestono un ruolo particolarmente rilevante nell'area di interesse, mentre tendono ad attenuarsi procedendo verso Sud, in quanto l'effetto dovuto al decrescere della velocità del vento prevale sugli effetti legati all'aumento del fetch.

Nel Nord Adriatico il vento di Bora dà origine a mareggiate violente, di durata

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar										
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE										
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 109 di 437			Rev.:					

generalmente breve, con moto ondoso che tende a porsi tra NE e E. Per la morfologia del bacino e la ridotta estensione del fetch, le onde risultano in fase di crescita e quindi particolarmente ripide.

Le mareggiate da Scirocco sono invece caratterizzate da una crescita più lenta, con una intensità del moto ondoso che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino. Nel Nord Adriatico, le mareggiate da Scirocco tendono a ruotare verso Est, a causa degli effetti dei bassi fondali, e ad assumere caratteristiche di mare morto (swell) persistendo anche abbastanza a lungo dopo la caduta del vento.

1.3.1.3 Distribuzione onda – periodo

La diversa lunghezza del fetch associato ai principali settori di traversia determina una dipendenza direzionale della ripidità delle onde, cioè della relazione tra altezza d'onda e periodo. Consideriamo due macro-settori direzionali:

- BORA (330° -75° nord), caratterizzato da fetch ridotti e rapida crescita delle mareggiate
- SCIROCCO (75° - 165° nord), caratterizzato da fetch maggiori e significativa presenza di onde da swell.

Considerata la relativa inaffidabilità delle stime visive del periodo delle onde, per verificare tale dipendenza direzionale si è fatto riferimento alle misure non direzionali di moto ondoso effettuate alla piattaforma Annabella (13° 04' 44" E; 44° 13' 41" N) nel periodo Gennaio-Dicembre 1993. Di nuovo si è assunta la direzione dello stato di mare uguale alla direzione misurata del vento. I dati (Tab. 1.8 e 1.9) mostrano periodi mediamente più lunghi nel settore di Scirocco, anche se la differenza non appare particolarmente rilevante.

PIATTAFORMA ANNABELLA - RELAZIONE Hs - Ts - SETTORE BORA (315° - 75° N) - Hs (m)													
Ts (s)	,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
3,0	44,15	0,197	,021	,000	,000	,000	,000	0,00	,000	,000	,000	,000	
4,0	37,83	36,02	6,218	,320	,000	,000	,000	0,00	,000	,000			
5,0	13,91	43,71	44,15	18,05	3,96	,525	,000	0,00	,000	,000			
6,0	3,31	14,54	39,44	53,78	43,56	24,65	10,75	3,80	,958	,000			
7,0	,65	2,29	9,21	24,62	43,93	56,93	58,33	50,44	38,66	26,57	16,92	10,0	0,0
8,0	,12	,24	,910	4,08	8,11	16,84	28,70	41,67	53,67	62,94	67,69	70,0	75,0
9,0	,021	,018	,051	,157	,440	1,05	2,22	4,094	6,71	0,49	15,39	20,0	25,0
10,0	,003	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000			
11,0	0,01	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000			
TOTALE	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 1.8 - Piattaforma Annabella - Settore bora (315° - 75° N) - Relazione tra altezza d'onda e periodo significativo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 110 di 437	Rev.:			
		00			

PIATTAFORMA ANNABELLA - RELAZIONE Hs - Ts - SETTORE SCIROCCO (75° - 165° N) - Hs (m)													
Ts (s)	.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
3,0	40,21	2,48	,007	,000	,000	,000	,000	0,00	,000	,000	,000	,000	,000
4,0	40,65	35,64	4,876	,135	,000	,000	,000	0,00	,000	,000	,000	,000	,000
5,0	15,06	45,67	43,74	13,96	1,86	,097	,000	0,00	,000	,000	,000	,000	,000
6,0	3,36	14,13	41,53	54,49	36,02	14,20	3,70	,551	,000	,000	,000	,000	,000
7,0	,596	1,91	9,05	27,86	50,40	58,14	47,41	29,75	15,03	6,25	,000	000	,000
8,0	,095	,158	,760	3,40	11,08	25,53	43,47	57,85	63,34	59,38	52,00	4,000	25,00
9,0	,014	,010	,032	,152	,628	2,03	5,32	11,57	20,92	32,82	48,00	60,00	75,00
10,0	,002	,000	,000	,000	,000	,000	,116	,28	,65	1,56	,000	,000	,000
TOTALE	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tab. 1.9 - Piattaforma Annabella - Settore Scirocco (75° - 165° N) - Relazione tra altezza d'onda e periodo significativo

1.2.2 Il regime delle correnti marine

Il regime delle correnti nel bacino dell'Adriatico risulta dalla combinazione delle:

- circolazione termoalina, derivante dalla distribuzione di densità provocata dalla presenza di masse d'acqua di caratteristiche diverse nel bacino;
- circolazione di marea, determinata dalle variazioni di livello del bacino indotte dalla marea astronomica;
- circolazione da vento, indotta dallo stress del vento sulla superficie del mare;
- circolazione da sessa, risultante dalle oscillazioni libere del bacino determinate dagli accumuli costieri di acqua, per effetto dell'azione del vento.

1.2.2.1 Circolazione termoalina

Il peculiare regime termico ed idrologico del bacino determina la presenza di masse d'acqua con caratteristiche diverse che danno origine ad una significativa circolazione baroclinica. Di seguito si fornisce una sintesi delle informazioni disponibili sull'idrologia e la distribuzione della massa d'acqua, come premessa alla descrizione di tale circolazione.

1.2.2.2 Caratteristiche idrologiche del bacino

La distribuzione delle masse d'acqua nel bacino è controllata da tre fenomeni principali:

- gli scambi termici con l'atmosfera, modulati dalla variabilità stagionale del clima, che presenta significative differenze nelle varie sub-aree, a causa del notevole sviluppo in latitudine del bacino;
- gli importanti apporti di acqua dolce di origine meteorica e fluviale;
- l'interscambio con il resto del Mediterraneo attraverso il Canale di Otranto.

Per quanto riguarda il bilancio termico del bacino i valori medi mensili ed il bilancio annuale del flusso di calore alla superficie, sono definiti dalla somma algebrica del contributo della radiazione solare Q_s , della radiazione riflessa Q_b , dei flussi di calore latente e sensibile Q_h e Q_e

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	111 di 437	00	

$$Q = Q_s + Q_b + Q_h + Q_e$$

Su base climatica il flusso medio annuale risulta negativo, cioè si ha una perdita netta di calore verso l'atmosfera che, per la chiusura del bilancio, richiede un afflusso di calore dal Mediterraneo attraverso il Canale di Otranto. Tale compensazione su base annuale è evidenziata dalla curva degli accumuli medi mensili di calore, il cui andamento risulta più ripido tanto in fase di crescita che di decremento di quanto stimato sulla base di un equilibrio locale con il flusso di calore (Fig.1.10).

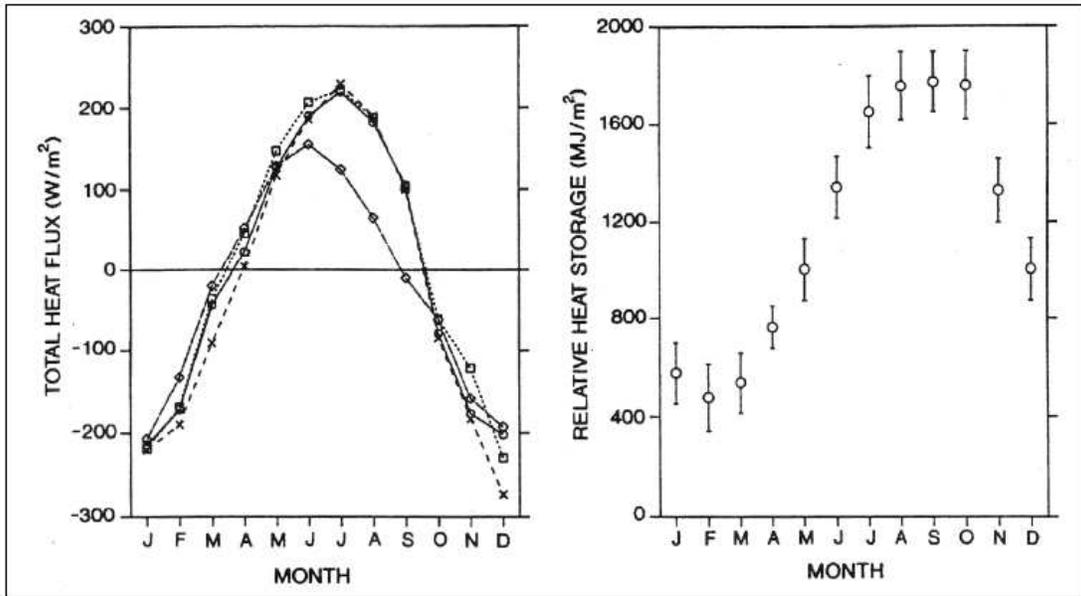


Fig.1.10 - Confronto degli andamenti mensili del flusso totale di calore e dell'accumulo di calore nel bacino (da Artegiani et al., 1997)

Il bilancio dell'acqua dolce nel bacino, stimato dalla differenza tra perdite evaporative (E) ed apporti meteorici (P) e fluviali (R), risulta negativo in tutti i mesi (Fig.1.11), quindi l'Adriatico opera come bacino di diluizione nell'ambito del Mediterraneo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	112 di 437	00	

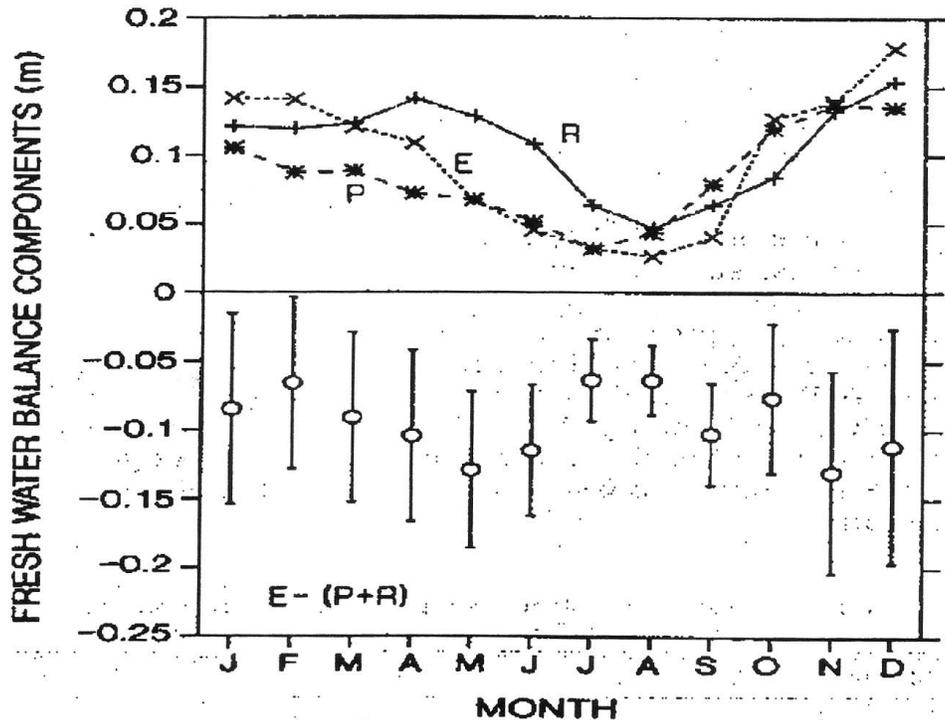


Fig.1.11 - Andamento mensile delle componenti del bilancio di acqua dolce (da Artegiani et al., 1997).

La chiusura di tali bilanci definisce l'andamento della circolazione di tipo termo-alino osservata nel bacino e la particolare distribuzione delle masse di acqua: la presenza di masse di acqua a ridotta salinità nel bacino settentrionale determina un afflusso attraverso il Canale di Otranto di acqua più salata e calda di origine levantina (LIW = Levantine Intermediate Water) negli strati superficiale ed intermedio, che risale il bacino essenzialmente lungo la costa orientale e defluisce lungo quella Italiana. Tali apporti sono compensati da un deflusso nello strato di fondo, di acqua più fredda e densa di origine adriatica (ADW = Adriatic Deep Water), che va a costituire lo strato di fondo osservato nel Mediterraneo orientale (EMDW = Eastern Mediterranean Deep Water).

Distribuzione delle masse d'acqua

Per la descrizione della distribuzione delle masse d'acqua nel bacino Adriatico e della risultante circolazione baroclinica è opportuno considerare la suddivisione in sub-aree indicata in Fig.1.12 che, anche da un punto di vista idrologico, presentano caratteristiche omogenee.

La struttura verticale delle masse di acqua nell'Adriatico meridionale può essere schematizzata in tre strati:

- Lo strato *superficiale* è caratterizzato dall'evoluzione stagionale di un termoclino che si estende fino a profondità dell'ordine dei 75 m. La presenza del termoclino è già ben evidente nei dati primaverili e raggiunge il suo massimo sviluppo in estate,

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 113 di 437	Rev.:			
		00			

mentre in autunno si ha una graduale attenuazione del fenomeno che scompare nel periodo invernale, quando la distribuzione della temperatura sulla colonna d'acqua diventa omogenea. Tale ciclicità stagionale del termocline è determinata essenzialmente dagli apporti costieri di acqua dolce, come evidenziato dalle misure di salinità, che mostrano una riduzione superficiale dei valori in tutte le stagioni con una accentuazione in primavera ed in estate.

- Lo strato *intermedio* - tra i 150 e i 400 m di profondità - è caratterizzato dalla presenza di acqua di origine levantina (MLIW, con $T > 13.5^{\circ}\text{C}$ e $S > 38.6$ psu) e presenta una debole modulazione stagionale.
- Lo strato *profondo* è occupato dalle masse di acqua di origine adriatica (ADW) che defluiscono dal bacino per formare lo strato di acque profonde del Mediterraneo Orientale. Ben definite aree di formazione delle masse di acqua profonda sono state identificate nel basso ed alto Adriatico e, come indicato in precedenza, nello strato profondo si ha un deflusso netto di acqua relativamente fredda e densa (ADW) dal bacino settentrionale verso il Mediterraneo. Ma l'acqua profonda della sezione meridionale del bacino - SAdDW (South Adriatic Deep Water $S=38.6$ psu; $T=13.6^{\circ}\text{C}$) - risulta più calda e salata che nel medio (MAdDW $S=38.5$ psu; $T=11.6^{\circ}\text{C}$) ed alto Adriatico (NAdDW $S=38.3$ psu; $T=11.4^{\circ}\text{C}$). Quindi nel suo flusso verso il canale di Otranto la ADW subisce significativi fenomeni di intrusione e rimescolamento con le masse d'acqua dello strato intermedio e superficiale (Fig.1.12).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

114 di 437

Rev.:

00

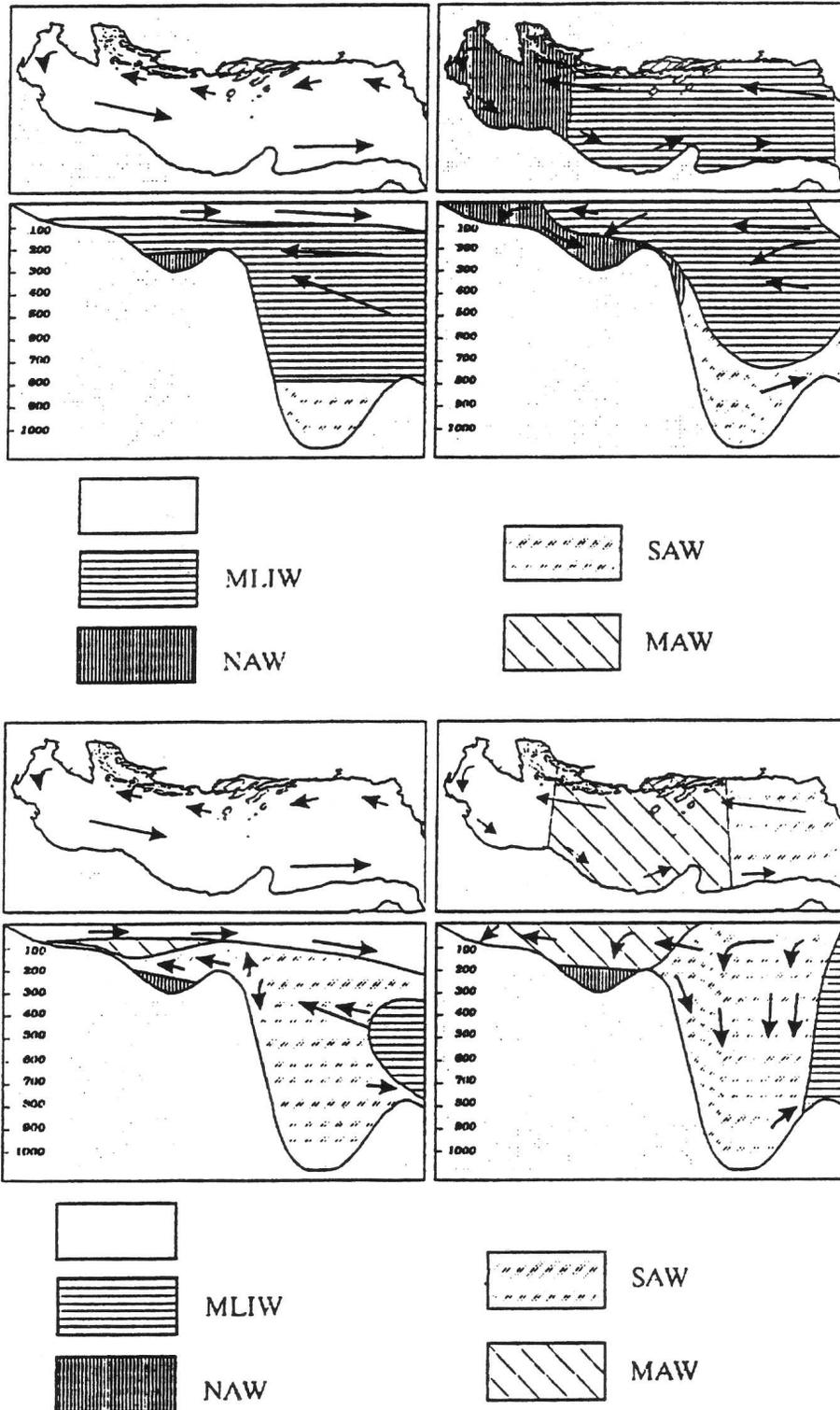


Fig. 1.12 - Schematizzazione della circolazione termo-alina e della distribuzione delle masse di acqua nel bacino (da Zore Armanda).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	115 di 437	00	

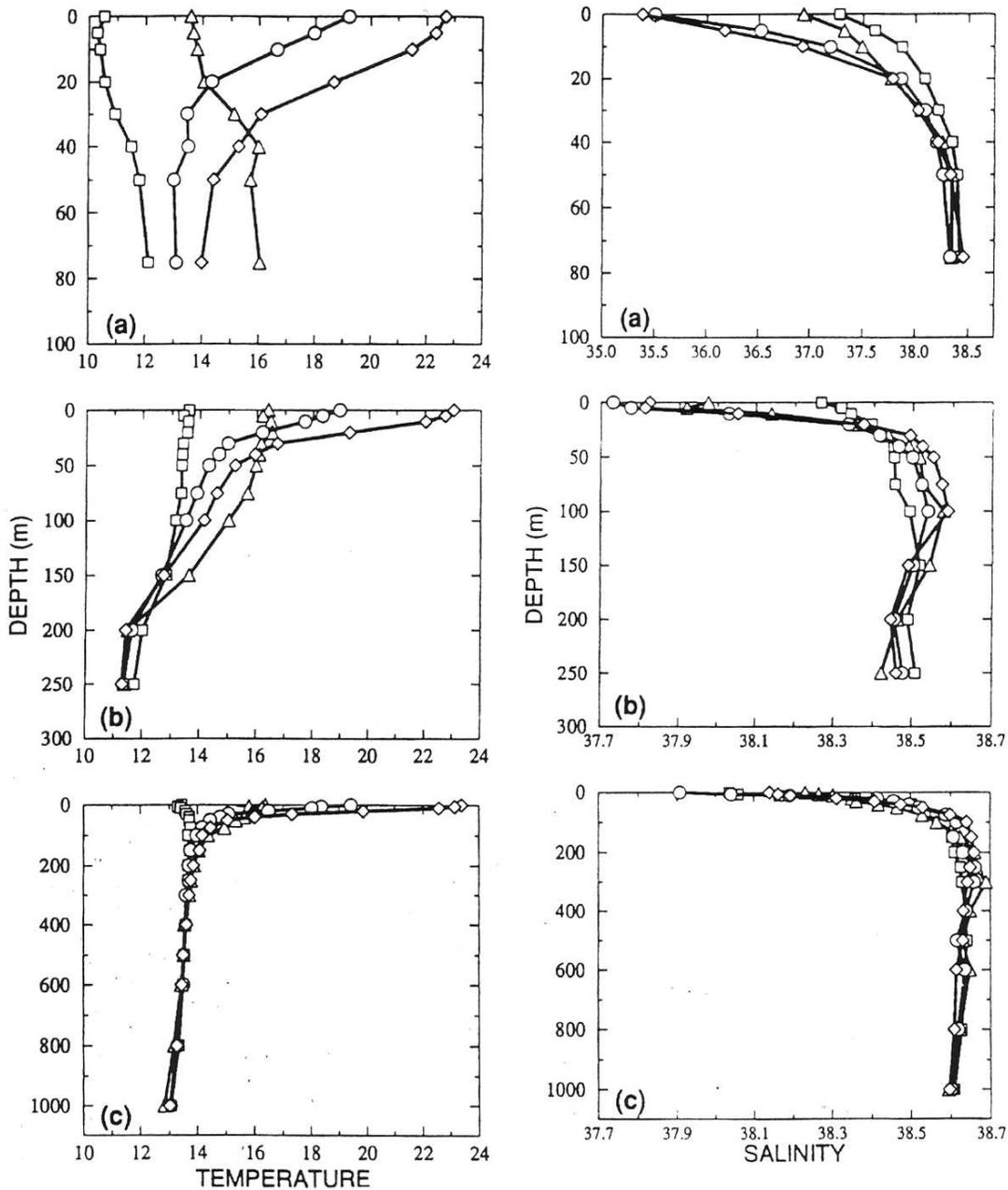


Fig.1.13 - Andamenti stagionali di temperatura e salinità con la profondità nelle tre sub aree del bacino (da [4]_Artegiani et al., 1997)

Nell'Adriatico Centrale l'evoluzione stagionale del termoclino interessa uno strato superficiale di circa 50 m (Fig. 1.13), ma il segnale stagionale è ben evidente tra i 50 e i 200 m di profondità, probabilmente determinato dalla variabilità stagionale degli influssi di acqua levantina. La massa d'acqua dello strato profondo - MAdDW - risulta leggermente meno fredda e significativamente più salina dell'acqua dell'Alto Adriatico. D'altro canto una relativa carenza di ossigeno sembra indicare che i processi di ricambio locali sono deboli, quindi l'origine di tale massa d'acqua va condotta alla NAdDW, le cui caratteristiche

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		116 di 437		00	

vengono localmente modificate per effetto del rimescolamento con le masse degli strati superiori. revisione

Nell'Adriatico settentrionale la formazione stagionale del termoclino si stabilisce nei primi 30 m di profondità, anche se si deve osservare che - per gli importanti apporti fluviali sul lato Italiano - significativi fenomeni di stratificazione possono essere presenti nella zona costiera anche a profondità notevolmente inferiori ed in stagioni diverse.

La presenza di un termoclino ben sviluppato è evidente nei dati medi climatici sia in primavera che in estate, mentre nella stagione autunnale inizia un processo di raffreddamento dello strato superficiale e in concomitanza nello strato di fondo si raggiunge il massimo valore di temperatura, probabilmente per una accentuazione dell'intrusione di acqua dal medio Adriatico. In inverno il processo di raffreddamento interessa l'intera colonna d'acqua. In tale stagione, il flusso di calore dal bacino verso l'atmosfera ed il completo rimescolamento della colonna d'acqua, provocato dalla combinazione di mareggiate intense e scarsa profondità dei fondali, determina la formazione delle masse di acqua fredda, densa e ben ossigenata, che costituisce il maggiore contributo alla ADW. Nei dati relativi a tale sezione del bacino non è invece ben rintracciabile il segnale legato al flusso di acqua levantina. Quindi, nell'Adriatico settentrionale si possono identificare due masse di acqua con caratteristiche distinte, l'acqua superficiale (NAdSW) con caratteristiche fortemente modulate dalla ciclicità stagionale, e l'acqua profonda (NAdDW), che viene rigenerata nel periodo invernale e presenta un segnale stagionale molto più debole.

Circolazione baroclinica

Una ulteriore analisi della circolazione indotta dai gradienti di densità è stata effettuata recentemente da Artegiani et al. [13] in base alla distribuzione stagionale dell'anomalia dell'altezza dinamica rispetto al valore medio annuale valutata rispetto alle profondità di riferimento di 30 m, corrispondente alla profondità media dell'Adriatico Settentrionale e di 140 m, corrispondente alla profondità minima dell'Adriatico Centrale.

Le isolinee di ΔD alla superficie rispetto al riferimento di 30 m. (Fig. 1.14) evidenziano una significativa struttura della circolazione che dalla foce del Po si protende lungo la costa Italiana.

Nella stagione invernale, tale struttura - (NAd = North Adriatic Current) - si esaurisce entro una fascia di un centinaio di km a sud del Po. Nella stagione primaverile, tale struttura si estende al largo e verso Sud e la corrente fluisce lungo la costa Italiana, con intensificazioni locali, fino all'Adriatico Meridionale. In estate si ha la separazione tra il ramo settentrionale ed il ramo centrale della circolazione, che da origine ad una corrente autonoma lungo la costa (W-Mad=West Middle Adriatic current), mentre al centro dell'Adriatico Settentrionale inizia a formarsi un nucleo di circolazione ciclonica (NAd Gyre) che giunge a pieno sviluppo nella stagione autunnale, per poi esaurirsi nel corso dell'Inverno. In autunno i due rami della circolazione si congiungono nuovamente, dando origine ad una corrente costiera, confinata lungo la costa italiana, estesa fino al bordo dell'Adriatico meridionale.

Va sottolineato che le isolinee di ΔD rispetto alla profondità di 30 m forniscono indicazioni abbastanza sommarie sulla circolazione nelle sezioni centrali e meridionali del bacino, a causa della ridotta profondità del riferimento rispetto alle profondità locali. Comunque, combinando il quadro delineato precedentemente per la sezione settentrionale con le indicazioni che emergono dalle isolinee di ΔD calcolate in superficie e alla profondità di 75

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	117	di 437	00			

m - cioè circa alla profondità del termoclino stagionale - rispetto alla profondità di 140 m si ottiene il modello della circolazione baroclinica dell'Adriatico schematizzato in Fig. 1.15. Nel periodo invernale la componente baroclinica della corrente lungo la costa è limitata a deboli rami della corrente del Nord Adriatico (NAd) - confinata in una ristretta area attorno alla foce del Po - e del Sud Adriatico - (W-Sad). Nella sezione meridionale, lungo l'asse del bacino, si ha un flusso verso Nord nei primi 100 m di profondità, che probabilmente è associato con una corrente costiera di ritorno, intensa ma confinata, non apparente nei dati disponibili. Comunque nel periodo invernale il segnale di densità è debole – come d'altronde evidenziato dalla distribuzione essenzialmente omogenea delle masse d'acqua - e la circolazione nel bacino è prevalentemente barotropica, governata dagli effetti di marea e dalla forzante meteorologica.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	118 di 437	00	

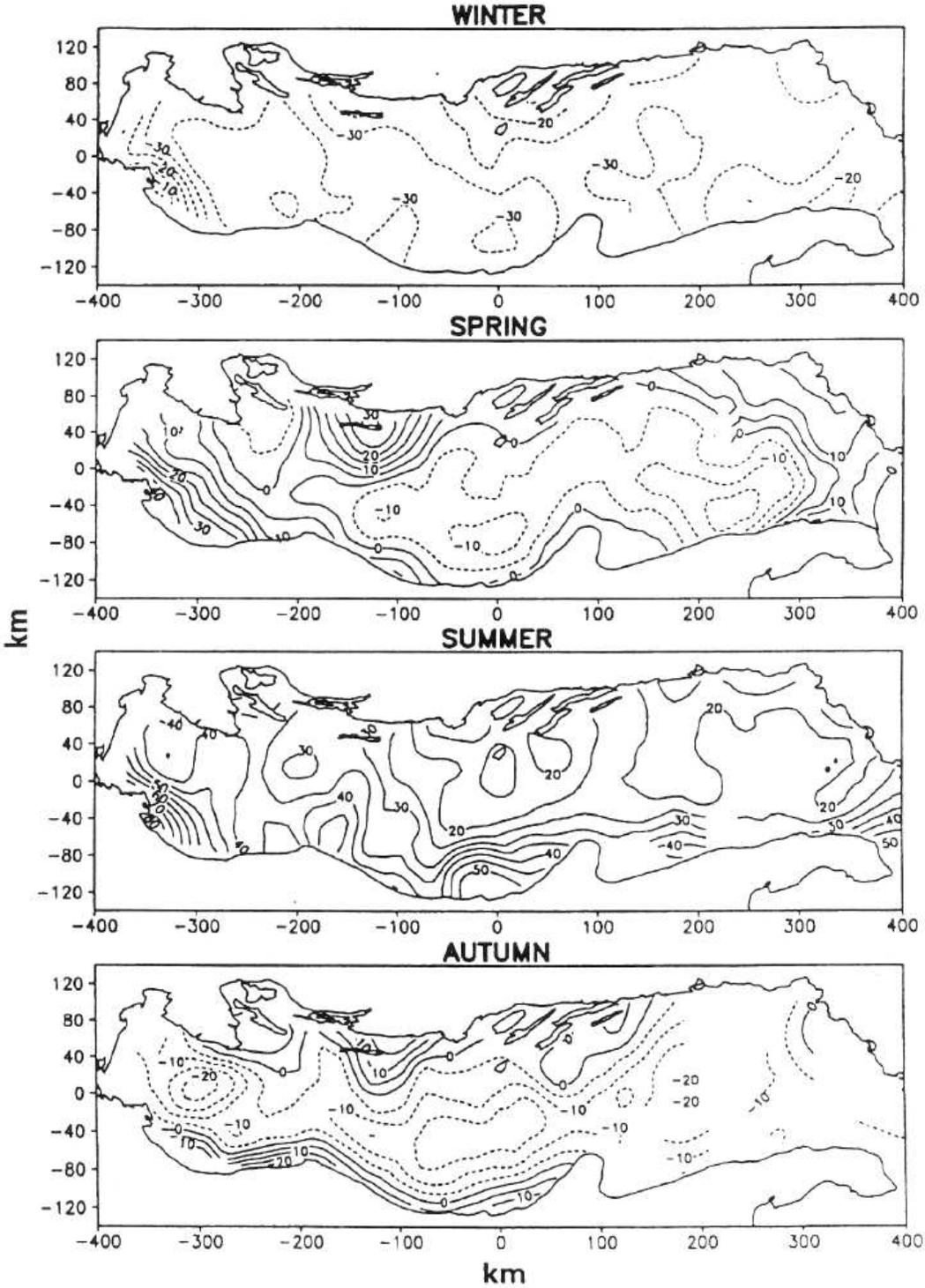


Fig. 1.14 - Isolinee dell'anomalia di quota dinamica rispetto alla profondità di riferimento di 30 m (da Artegiani et al., 1997).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	119 di 437	00	

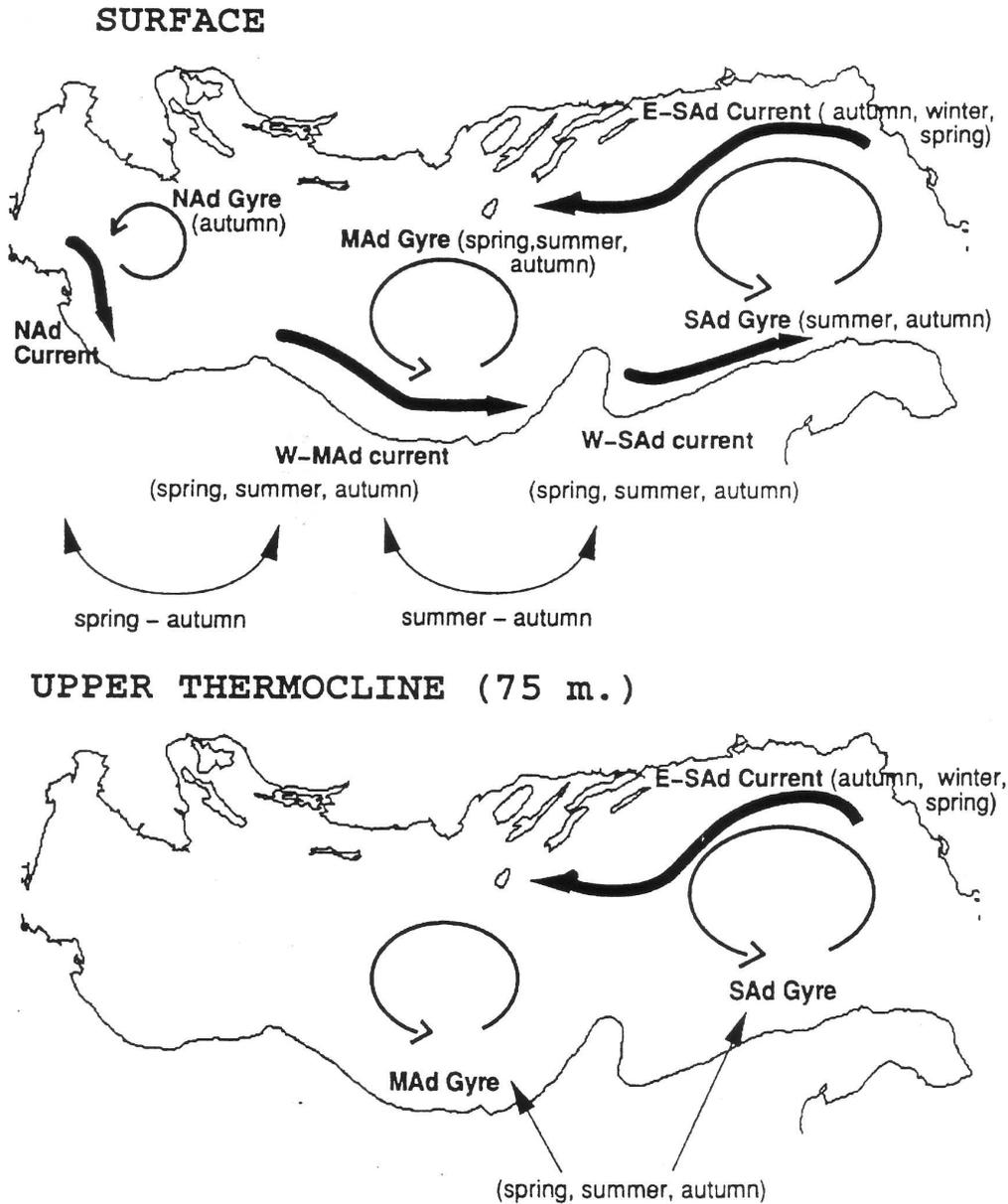


Fig. 1.15 - Schematizzazione della circolazione termo-alina nel bacino (da Artegiani et al., 1998)

In primavera, a livello superficiale, si stabiliscono i tre rami della corrente costiera occidentale (NAd, W-Mad, Sad), mentre sul lato orientale l'intrusione di acqua levantina da origine alla corrente costiera orientale sia in superficie che a livello del termocline (E-SAd = Eastern South Adriatic Current). Nel periodo estivo si stabiliscono le due maggiori strutture cicloniche della circolazione del bacino (MAd gyre e SAd gyre), e si indeboliscono

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	120 di 437	00	

i rami costieri della stessa. In autunno la circolazione nel bacino raggiunge il massimo livello di coerenza, con lo stabilizzarsi delle tre strutture cicloniche (NAd gyre; MAd gyre e SAd gyre) e la ricongiunzione dei rami della corrente costiera lungo la costa occidentale, mentre sul lato orientale si intensifica la E-SAd.

L'intensità delle correnti associate alla circolazione di gradiente variano tra i 10÷15 cm/s all'altezza del canale di Otranto e i 4÷5 cm/s nel Golfo di Trieste.

Circolazione indotta dalla marea

Le maree dell'Adriatico non sono dovute ad un'azione gravitazionale diretta, ma rappresentano la risposta del bacino alle oscillazioni della superficie libera del Canale di Otranto. Le componenti fondamentali della marea sono la M2 - con periodo 12.42 h – del blocco semidiurno -e la K1 - 23.93 h - del blocco diurno (Fig. 1.16).

La componente diurna ha un'ampiezza che tende ad aumentare muovendo da Sud a Nord nel bacino, passando da ca. 4 cm nel canale di Otranto, a 18 nel Golfo di Trieste. Le linee cotidali - cioè le linee in cui l'onda di marea giunge allo stesso istante - si sviluppano longitudinalmente al bacino, con l'onda di marea che si propaga dapprima lungo la costa dalmata, per poi ruotare verso quella italiana.

La componente M2 presenta un nodo anfidiromico - cioè ad escursione nulla della marea - a largo di Ancona, da cui si dipartono a raggiera le linee cotidali. L'ampiezza raggiunge un valore massimo di ca. 26 cm nel golfo di Trieste e si smorza procedendo verso Sud, fino ad annullarsi al nodo anfidiromico, a partire da quale inizia nuovamente a crescere, fino ad un massimo di ca. 10 cm all'altezza di Bari, per poi decrescere nuovamente fino a raggiungere all'altezza di Otranto i valori tipici della marea Ionica (6-8 cm).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 121 di 437	Rev.:			
		00			

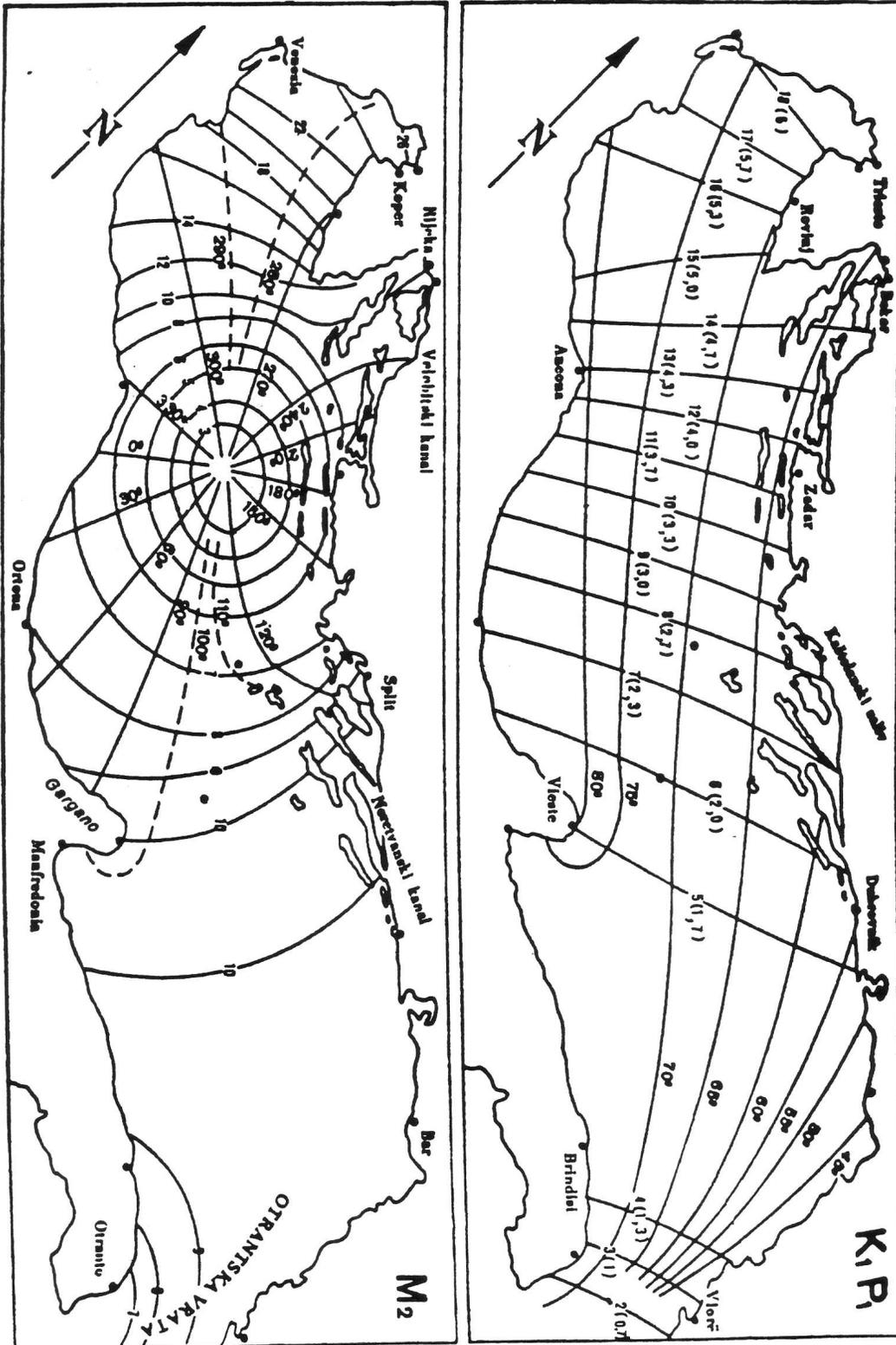


Fig.1.16 - Andamento delle principali componenti della marea nel bacino (da Buljan, M.; Zore Armanda, M.)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		122 di 437		00	

Le velocità di corrente associate alla marea sono di discreta intensità nell'Adriatico settentrionale, con valori che raggiungono i 25 cm/s in prossimità della costa orientale, mentre lungo la costa italiana si riducono a valori dell'ordine dei 10 cm/s.

Circolazione indotta da vento e sesse

La circolazione indotta dall'azione del vento sulla superficie del mare presenta le variabilità tipiche delle condizioni atmosferiche e quindi mal si presta ad una caratterizzazione generale. Sulla base di simulazioni con modelli numerici, è stato ricostruito l'andamento della circolazione per due mareggiate tipiche di particolare intensità da Bora e da Scirocco.

Nel caso della tempesta da Bora, l'azione del vento determina un iniziale abbassamento del livello marino nel Golfo di Trieste che richiama masse di acqua dal bacino, determinando un flusso iniziale di corrente lungo la costa istriana, con valori di corrente che raggiungono i 50-60 cm/s, seguito da un deflusso lungo la costa Emiliano-Romagnola, con valori di velocità dell'ordine dei 30-40 cm/s.

Nel caso della mareggiata da Scirocco, la spinta del vento determina correnti che fluiscono verso Nord lungo la sponda orientale del bacino, con velocità che raggiungono i 60-70 cm/s, e contemporaneamente si stabilisce una corrente di deflusso, con velocità meno intense, che scorre verso Sud lungo la costa Italiana. L'azione del vento sulla superficie del mare determina un accumulo di masse d'acqua lungo la costa settentrionale del bacino che causa la creazione di un gradiente di pressione idrostatica che, nelle fasi attive della mareggiata, è equilibrato dallo stress del vento. Con il cadere del vento, tale equilibrio si rompe e inizia un rapido deflusso della massa d'acqua accumulata che avviene essenzialmente lungo la costa italiana, con intensità di corrente che, in prossimità della litorale emiliano-romagnola, raggiungono i 40-50 cm/s.

Tale deflusso da origine ad oscillazioni smorzate del bacino (SESSE) che possono permanere anche per diversi giorni dopo la caduta del vento.

L'Adriatico è continuamente interessato da sesse, anche se il fenomeno è più frequente da autunno a primavera. La massima intensità dell'oscillazione di sessa si riscontra nella sezione settentrionale, mentre procedendo verso sud si smorza sia l'ampiezza delle singole sesse che l'intensità spettrale del fenomeno (Fig.1.17). Le frequenze dominanti dei fenomeni di sesse - 11.5 e 22 h - risultano molto prossime alle frequenze della marea astronomica, per cui i loro effetti non sempre risultano facilmente discriminabili dal segnale di marea.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	123 di 437	00	

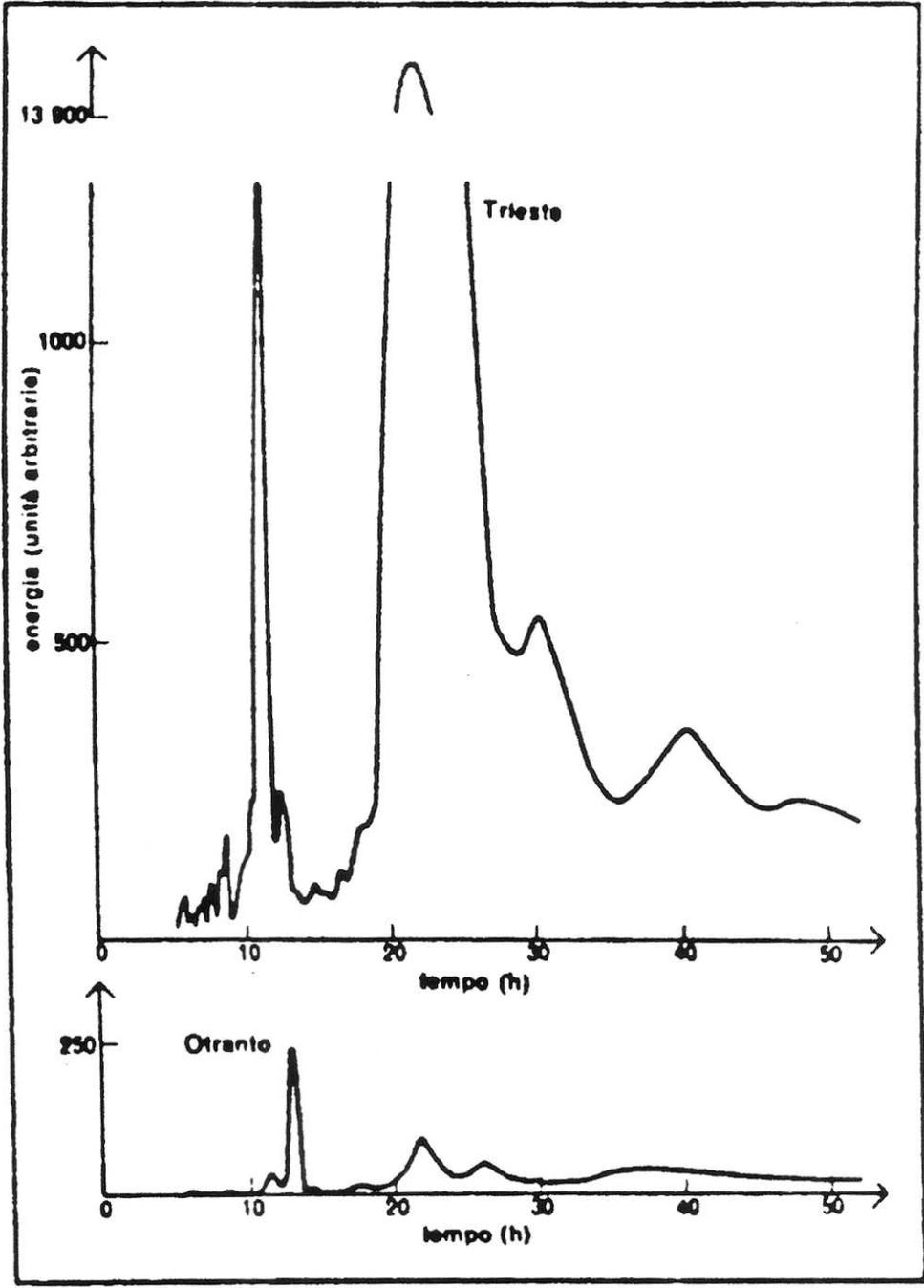


Fig.1.17 - Spettri di potenza del segnale di sessa ai due estremi del bacino.

1.2.3 Circolazione locale nel Golfo di Trieste

In generale all'interno del Golfo di Trieste, l'influsso d'acqua ad elevata salinità dai quadranti meridionali imprime una circolazione antioraria agli strati di fondo e intermedi,

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	124	di 437	00		

mentre in superficie gli apporti di acqua dolce, specialmente di provenienza isontina, determinano una circolazione verso SW, che in condizioni di piena può estendersi su tutto il golfo, fino alle coste istriane e a Trieste.

1.2.3.1 *Distribuzione annuale e stagionale delle correnti (velocità e direzioni) a diverse profondità*

Le correnti marine nel Golfo di Trieste sono di debole intensità, e di norma inversamente proporzionali alla profondità del bacino; valori tipici per la velocità sono 10 cm/s nella parte centrale ed orientale e 40 cm/s sui bassi fondali gradesi. Velocità superiori si incontrano nelle bocche lagunari. Le correnti di marea sono poco efficienti al fine del ricambio nel golfo, in quanto si limitano a spostare avanti e indietro di pochi chilometri, ogni sei ore, la stessa massa d'acqua. Le correnti di maggiore interesse sono legate al vento (Fig.1.18): la brezza di mare produce una circolazione superficiale da Grado verso il porto di Trieste; brezze di terra e venti orientali tendono a fermare e ad invertire questa circolazione. Lo strato di fondo (sotto i 13 m) è prevalentemente interessato da una debole corrente antioraria di origine meridionale. La bora provoca un'intensa circolazione in senso antiorario dalla superficie al fondo: l'acqua, spinta fuori dal golfo dalla parte di Grado, è rimpiazzata da acqua adriatica che entra dalla parte di Punta Salvore. Nel Golfo di Trieste la bora rappresenta quindi il meccanismo più efficiente per il ricambio dell'acqua, che si completa in circa due giorni.



Fig.1.18 - Correnti medie nel Golfo di Trieste (strato superficiale in giallo, verso W, strato di fondo in verde, rotazione antioraria)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	125 di 437	00		

1.2.3.2 *Variazioni del livello marino (marea astronomica – storm surge da vento – storm surge da onda)*

Gli effetti del moto ondoso sono locali e limitati, in quanto la geometria del bacino e le caratteristiche del vento sono tali che, in generale, tutto il Golfo presenta condizioni di energia molto basse.

Infatti i venti regnanti e dominanti del primo quadrante (Bora), pur molto forti, hanno “fetch” (zona di mare su cui il vento, soffiando, innesca le onde) molto ristretto e, nella zona di Trieste, addirittura nullo. Il conseguente moto ondoso generato è caratterizzato da onde ripide, ma di altezza limitata.

I venti del secondo quadrante (Scirocco) hanno un “fetch” notevole (pari anche allo sviluppo di tutto il Mare Adriatico), ma le onde generate investono il Golfo quasi esclusivamente come onde rifratte e ciò a causa della Penisola Istriana, che chiude e ripara il Golfo da Sud-Est.

I venti del terzo quadrante (Libeccio) sono quelli che determinano le mareggiate più forti, in quanto presentano un “fetch” ampio (in pratica dal Litorale di Chioggia a Trieste), e le onde, quasi per niente attenuate da fenomeni di rifrazione, raggiungono la costa orientale del Golfo attraverso l’imboccatura Grado-Punta Salvare, aperta proprio verso Sud-Ovest.

Se da un lato i venti provocano innalzamenti e abbassamenti temporanei del livello marino, dall’altra fenomeni più complessi e lenti tendono a far innalzare il livello medio del mare nel golfo di Trieste. Sono stati condotti studi decennali sui questi trend di variazione. Quello che si è trovato è schematizzato come segue in Fig.1.19.

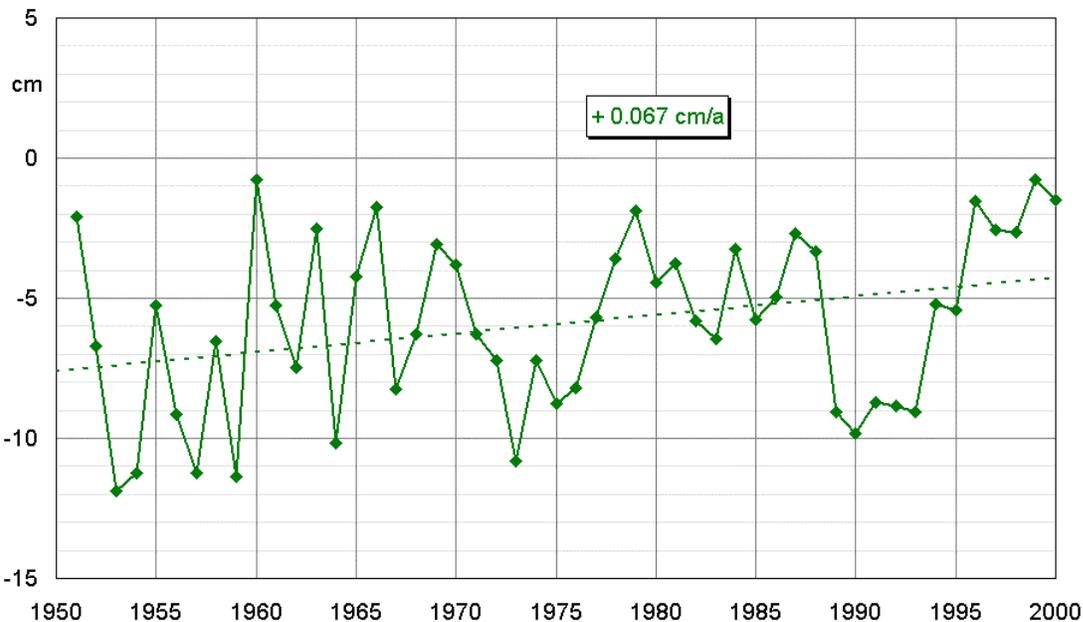


Fig.1.19 - Andamento del livello medio annuale e decennale del mare a Trieste e relativa tendenza. Elevazioni sullo zero IGM (anni 1951-2000).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001		126 di 437	00		

Lo zero corrisponde al piano di riferimento italiano (zero IGM), corrispondente al livello medio del mare registrato a Genova nel 1946. Occorre osservare che l'alto Adriatico è più basso di circa 10 cm rispetto al Mar Ligure, e che c'è stato un aumento medio di 3.3 cm in cinquant'anni; le oscillazioni da un anno all'altro sono di alcuni centimetri in più o in meno. In ogni modo, in ogni serie di dati si può notare che periodi di aumento e di diminuzione si alternano: è quindi azzardato estrapolare al futuro ciò che è avvenuto nel recente passato, senza aver ben compreso le cause di queste variazioni. Comunque, è certo che le variazioni del livello del mare a lungo periodo sono dovute a cause climatiche e ad eventuali movimenti verticali locali della crosta terrestre. Come si può sempre vedere dalla figura precedente, a Trieste il livello del mare varia in media, da un anno all'altro, di circa 5 cm.

Tornando alle variazioni temporanee e brevi del livello marino occorre considerare la *marea meteorologica*. Essa è l'insieme delle variazioni del livello marino, con periodi compresi tra pochi giorni e poche ore, causate dal vento (di cui si sono precedentemente esposti gli effetti locali) e dalle differenze della pressione dell'aria sul mare durante il transito delle perturbazioni atmosferiche. I modelli matematici sono in grado di fornire solo previsioni di tale fenomeno a breve scadenza con una accuratezza analoga a quella dei modelli usati per la previsione del tempo.

Per calcolare con breve anticipo la marea meteorologica nel Golfo di Trieste con un'approssimazione, ad esempio, sufficiente agli scopi nautici ci si può attenere alle indicazioni seguenti. Il livello del mare si innalza (abbassa) di circa 2 cm per un abbassamento (aumento) di un hPa (un ettopascal, pari ad un millibar) della pressione atmosferica. Venti sciroccali persistenti per alcune ore sul bacino Adriatico causano un innalzamento del livello marino, mentre la Bora produce un abbassamento, pari a circa 15 cm per una velocità media del vento di 10 m/s (36 km/h). Le perturbazioni meteorologiche, inoltre, producono delle oscillazioni del livello marino chiamate *sesse*: i venti meridionali innescano la *sessa* fondamentale del Mare Adriatico, che ha un periodo di 21,5 ore ed un'ampiezza che può raggiungere, a Trieste, 50 cm nei casi più intensi. Tale fenomeno può durare, attenuandosi nel tempo, per più giorni di seguito. La Bora produce una *sessa* con periodo di 3-4 ore tra Trieste e Venezia; il Golfo di Trieste può oscillare, tra Trieste e Duino, con un periodo di circa 1 ora.

L'effetto combinato di una bassa pressione atmosferica sul golfo e di forti venti meridionali può, dunque, produrre a Trieste un innalzamento del livello del mare sino a circa 130 cm sopra il livello medio; viceversa un'alta pressione con forte Bora può produrre un abbassamento sino a circa 60 cm sotto il livello medio.

Anche la *marea astronomica* lunisolare ha effetti sulla variazione del livello del mare. Essa è causata dalle forze gravitazionali e centrifughe esistenti nei sistemi terra-luna e terra-sole in rotazione attorno agli assi dei rispettivi sistemi. Essa viene comunemente calcolata mediante il cosiddetto metodo armonico, ovvero sommando un certo numero di componenti di marea rappresentate da onde sinusoidali: sette componenti (quattro con periodo semidiurno e tre con periodo diurno) sono sufficienti per avere a Trieste l'approssimazione di un centimetro.

La marea astronomica a Trieste è di tipo prevalentemente semidiurno: si verificano cioè normalmente due alte e due basse maree al giorno. La massima ampiezza della marea astronomica a Trieste è di 81 cm sopra o sotto il livello medio.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		127 di 437		00	

Nel Mare Adriatico la marea si propaga ruotando in senso antiorario: l'onda di marea viaggia verso nord lungo la costa orientale, raggiunge Trieste, si dirige a sud lungo la costa italiana e così via, completando il giro in poco più di dodici ore. La velocità media di propagazione è, quindi, di circa 120 km/h: in base a tale velocità si può calcolare la differenza di tempo con la quale l'alta e la bassa marea si manifesta in punti diversi lungo la costa.

Le previsioni di marea si riferiscono, in base a quanto descritto, alla componente astronomica della variazione complessiva del livello marino. Le altezze sono espresse in centimetri: i valori positivi indicano un innalzamento, quelli negativi un abbassamento rispetto al livello del mare determinato in quel momento dai fattori climatici e meteorologici. Viene adottato il Tempo Medio dell'Europa Centrale (TMCE), corrispondente al tempo di Greenwich (GMT) più 1 ora, ovvero la cosiddetta ora solare locale.

La curva, datata gennaio 2002 e riportata di seguito in Fig.1.20, è un chiaro esempio dell'andamento della marea astronomica nel tempo. L'asse orizzontale è marcato ogni sei ore a partire dalla mezzanotte (TMEC); le suddivisioni dell'asse verticale corrispondono ad un dislivello di 40 centimetri. Sono indicate anche le fasi lunari (il disco nero rappresenta la luna nuova).

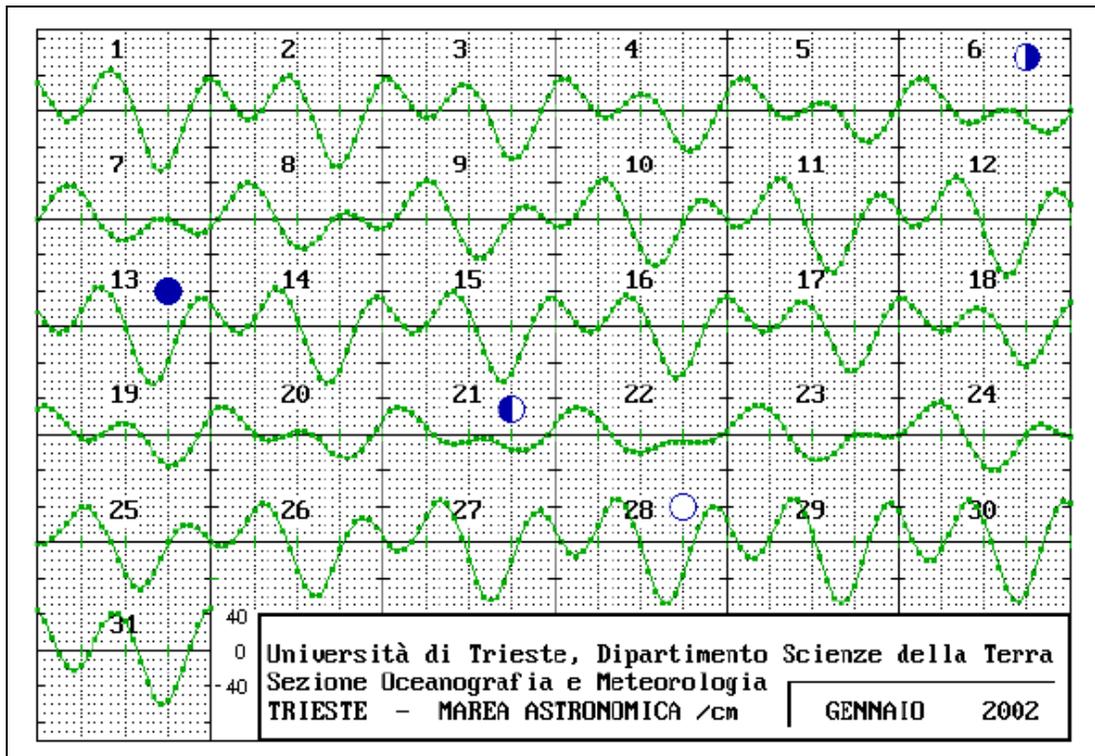


Fig.1.20 - Marea astronomica del mese gennaio 2002.

Effetti combinati meteo-astronomici

Un fenomeno non raro nel Golfo di Trieste è la cosiddetta *acqua alta*, in passato detta anche *colma* o *acqua dei morti*, poichè capita spesso in novembre. Le cause dell'acqua alta sono di tipo meteorologico: bassa pressione atmosferica e scirocco persistente sul

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 128 di 437	Rev.:			
		00			

bacino Adriatico causano un innalzamento del livello del mare (*ingorgo*) nella sua parte settentrionale sino a 70 cm. Le stesse cause innescano anche la *secca* longitudinale dell'Adriatico, ossia un'oscillazione del livello con un periodo di 21.5 h, ed un'ampiezza che può raggiungere a Trieste i 50 cm; *secca* e *ingorgo* possono quindi produrre un innalzamento complessivo di 120 cm. Nel caso in cui un tal evento coincida con un'alta marea astronomica, l'acqua alta risultante può raggiungere i 2 m sul livello medio. La massima acqua alta sinora registrata a Trieste è stata quella del 26 novembre 1969, con 193 cm sullo zero IGM.

A titolo di esempio vengono riportati in Tab.1.10 le osservazioni effettuate dall'Istituto talassografico di Trieste dal 1944 al 1979 riguardo a questi effetti combinati espressi come massime escursioni in cm rispetto al livello medio del mare

Anno	Massimo livello	Minimo livello	Massima Escursione
1944	98	102	200
1945	104	96	200
1946	108	114	221
1947	124	93	217
1948	134	101	235
1949	106	109	215
1950	98	100	197
1951	141	91	232
1952	98	114	212
1953	96	110	205
1954	116	95	210
1955	103	89	192
1956	90	101	190
1957	96	104	200
1958	106	104	210
1959	129	105	234
1960	117	103	220
1961	122	89	221
1962	98	95	193
1963	106	100	206
1964	102	105	206
1965	124	116	240
1966	133	91	224
1967	115	103	218
1968	128	98	226
1969	199	96	295
1970	117	91	208
1971	98	98	196
1972	116	105	221
1973	96	97	193
1974	94	109	203
1975	121	100	221
1976	113	105	218
1977	112	93	205
1978	107	96	203
1979	141	94	235

Tab.1.10 - Escursioni del livello del mare rispetto al livello medio

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	129 di 437	00	

1.2.3.5 Cartografia del campo correntometrico relativa al golfo di Trieste

Dal 1951 al 1954 il flusso delle correnti all'interno del Golfo di Trieste è stato studiato da parte del CNR. I dati si riferiscono a 51 stazioni (Fig.1.21) e comprovano importanti considerazioni verificate anche da studi più recenti:

- la velocità della corrente di marea nelle zone interessate dalle misure non supera in genere i 2-3 cm/s
- la velocità della corrente, calcolata con modelli monostrato, dovuta a sesse locali od adriatiche di ampiezza moderata non supera i 3 cm/s
- le correnti di densità non superano i 3 cm/s
- la circolazione, con velocità medie tra le superfici ed il fondo dell'ordine dei 10 cm/s, è dovuta principalmente al vento sul golfo.

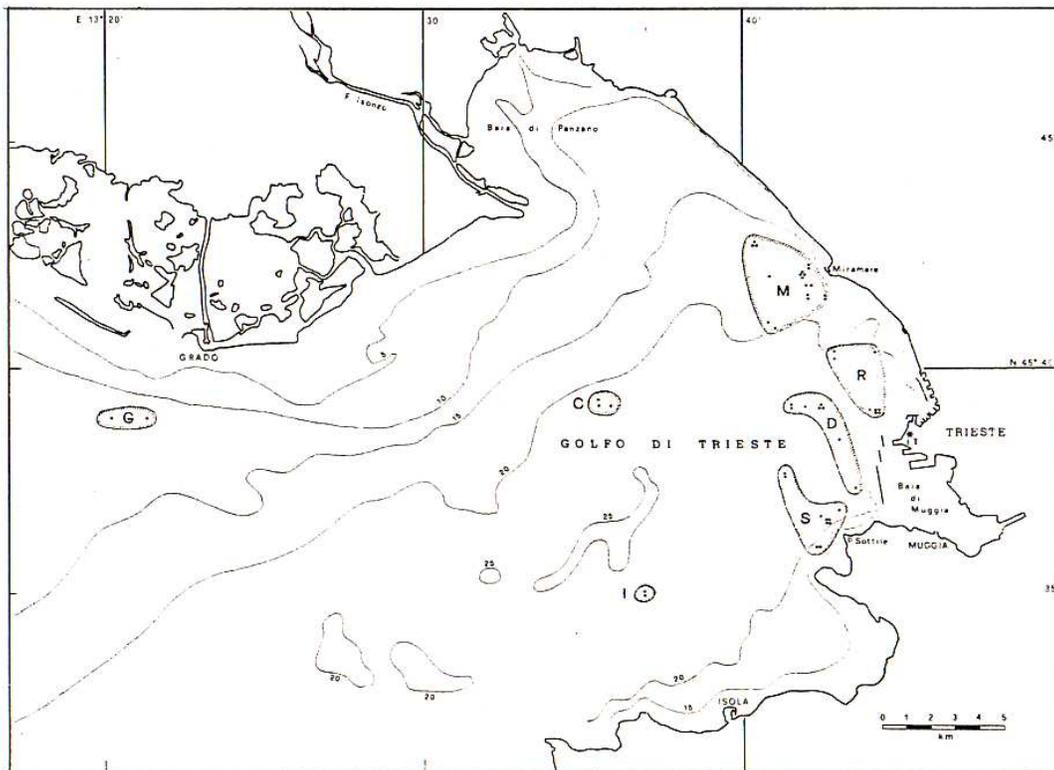


Fig.1.21 - Ubicazioni delle stazioni correntometriche raggruppate in zone

Anche se non sono state considerate situazioni di forte bora o scirocco, è interessante osservare la Fig.1.22 dove vengono rappresentati gli istogrammi delle velocità medie scalari rispetto alla profondità: c'è un naturale abbassamento dei valori dalla superficie al fondo, dove si raggiungono al massimo i 10 cm/s per brevi periodi. La Fig.1.23 rende ancor più esplicita tale situazione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	130 di 437	00		

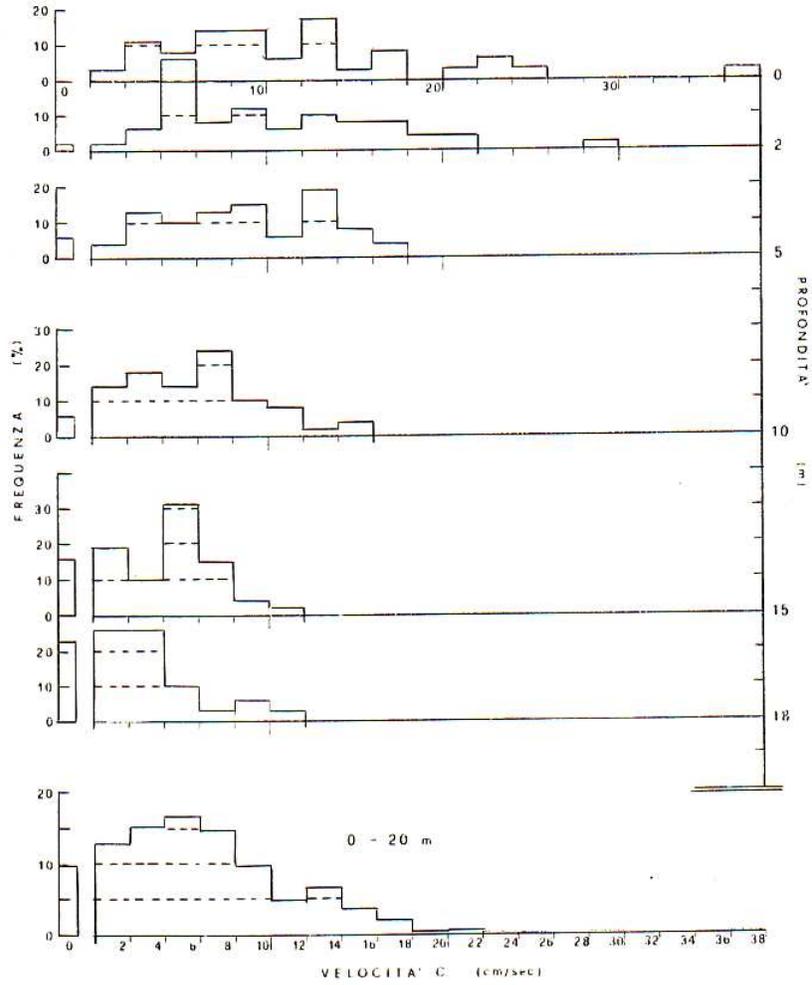


Fig.1.22 - Istogrammi della velocità media scalare giornaliera della corrente alle quote standard

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	131 di 437	00	

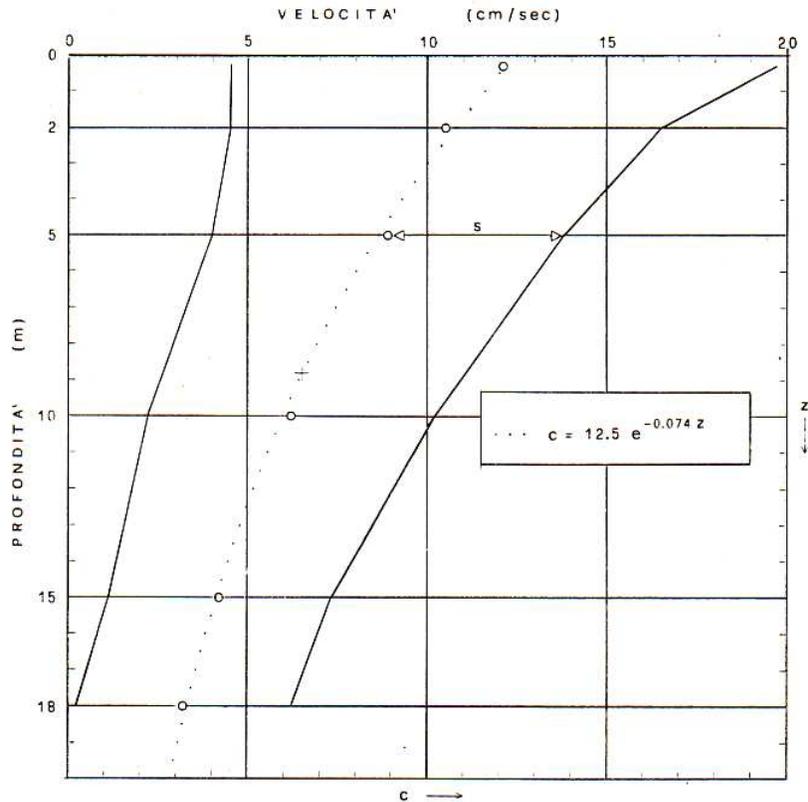


Fig.1.23 - Profilo medio della velocità della corrente

Le correnti nello strato superficiale (0-3 m) mostrano una generale tendenza, in presenza di venti occidentali (Fig.1.24), a ruotare in senso orario; le velocità residue sono più elevate sui bassi fondali avanti Grado (15 cm/sec), minori nella parte orientale del golfo (4-5 cm/sec). Tra Miramare e Punta Sottile la corrente ha una componente dominante da nord a sud, ed una componente entrante nella rada di Trieste e nella baia di Muggia.

Il verso della circolazione residua si inverte nello strato intermedio (3-13 m), e diminuiscono i valori di velocità; nelle zone C ed R (Fig.1.21) si notano effetti di trascinarsi ad opera dello strato superficiale (Fig.1.25).

Nello strato di fondo, sotto i 13 m (Fig.1.26), le correnti residue sono deboli (1-2 cm/s), ma mostrano una decisa rotazione in senso antiorario, guidato dalla linea di costa e dal fondale.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	132 di 437	00		

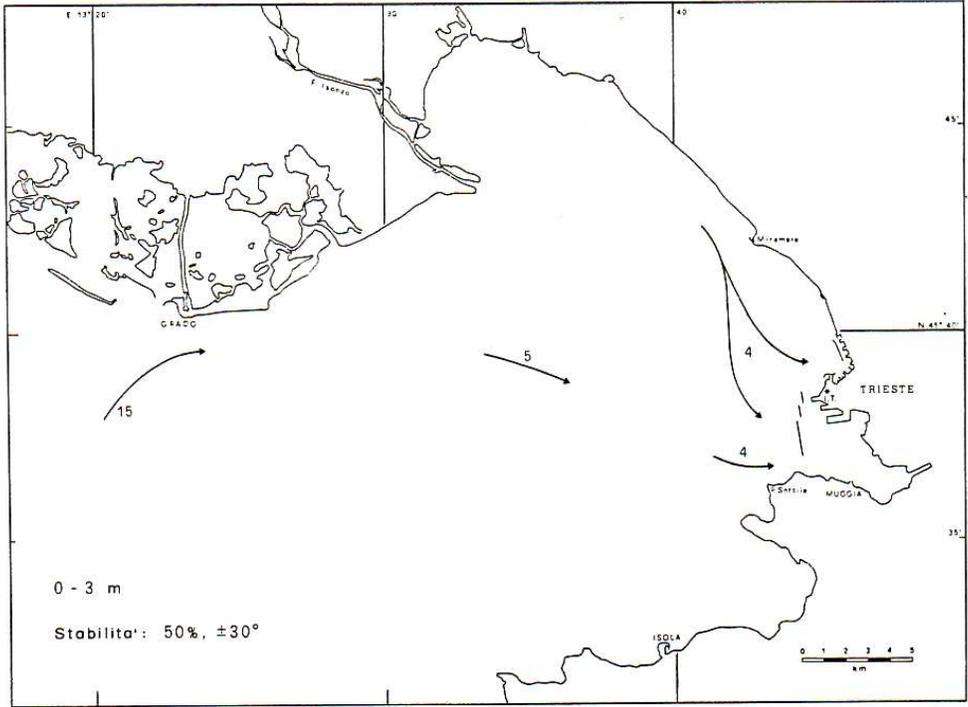


Fig.1.24 - Correnti residue dello strato superficiale (velocità in cm/s)

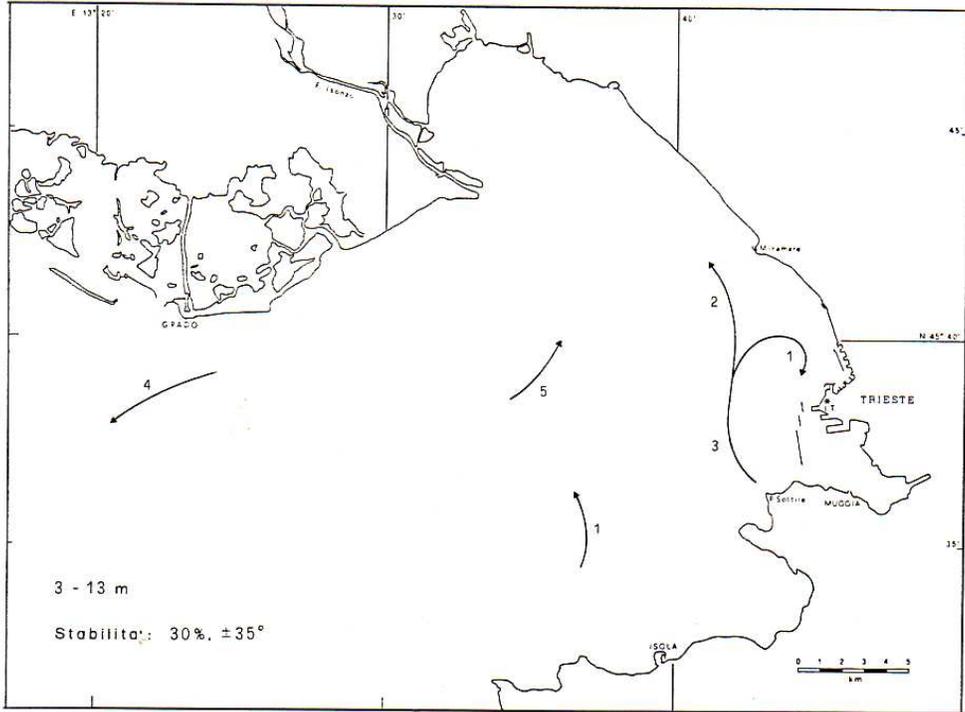


Fig.1.25 - Correnti residue dello strato intermedio (velocità in cm/s)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	133 di 437	00	

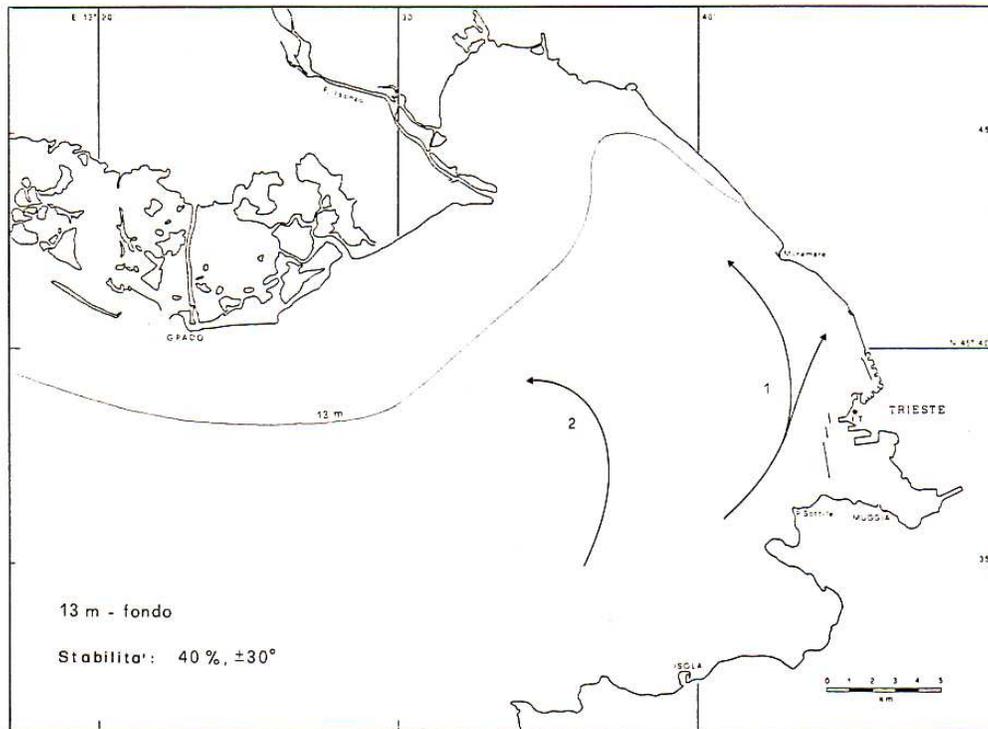


Fig.1.26 - Correnti residue dello strato di fondo (velocità in cm/s)

In conclusione, la circolazione del golfo di Trieste appare caratterizzata da un movimento rotatorio in senso antiorario interessante lo strato intermedio e profondo; lo strato superficiale ruota in senso orario in presenza di venti occidentali sul golfo, e tende ad invertire il verso di rotazione in presenza di venti orientali. A scala minore, la turbolenza orizzontale fa sì che in un dato punto, soprattutto presso insenature o punte della costa, si possano avere ampie fluttuazioni rispetto alla direzione media.

Sulla base dei dati acquisiti si è ricostruito mediante modellizzazione matematica il campo di correnti superficiali della zona settentrionale del Golfo di Trieste in relazione agli eventi di Bora, Scirocco e Libeccio. (Allegato 19 Volume 3 di 5).

Concludendo si può affermare che le correnti marine, presenti con velocità variabili mediamente tra 2 e 10 cm/s, hanno un ruolo subordinato nella dispersione dei sedimenti che, lungo la fascia costiera è fortemente condizionata dalla geomorfologia dei fondali e dagli apporti fluviali (Allegato 20 Volume 3 di 5).

1.3 Caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua

La bassa profondità del bacino e l'ingresso di acque dolci ricche di nutrienti fanno dell'Adriatico settentrionale una delle aree più produttive del Mediterraneo.

Il bacino settentrionale si sviluppa a nord della congiungente il Promontorio del Conero (regione Marche) con Capo Promontore, capo estremo dell'Istria. Le caratteristiche oceanografiche del bacino variano in funzione della fisiografia e della meteorologia dell'area che determinano la modificazione stagionale (estate - inverno) delle

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	134	di 437	00		

caratteristiche termoaline delle masse d'acqua. Da novembre a marzo la miscelazione è pressochè completa mentre tra la fine di marzo/inizio aprile ed ottobre si osserva una stratificazione termoalina delle masse d'acqua. Tale stratificazione è determinata essenzialmente dall'effetto combinato di due fattori:

- l'aumento degli apporti di acque dolci dai fiumi che sfociano nell'Alto Adriatico in seguito allo scioglimento delle nevi (fiumi Po, Adige, Brenta, Piave, Livenza, Tagliamento e Isonzo, solo per citare i principali);
- la maggiore intensità di irraggiamento solare conseguente all'inversione del ciclo termico.

Il Golfo di Trieste gioca un ruolo importante nell'evoluzione delle caratteristiche idrologiche e delle correnti dell'intero bacino Alto Adriatico, essendo uno dei siti di formazione di acqua particolarmente fredda.

L'elevata latitudine, la limitata profondità e la presenza di cospicue masse continentali determinano un'esaltazione del fenomeno di stratificazione termoalina per le masse d'acqua del Golfo di Trieste che rappresenta la parte più settentrionale del mare Adriatico ed è caratterizzato da limitata profondità dei fondali, che al massimo raggiungono i 25 m.

In estate la presenza di acqua dolce riversata dai fiumi e il riscaldamento superficiale causano una netta stratificazione della colonna d'acqua. In superficie si trovano acque più calde e più diluite, mentre acque più dense e fredde rimangono confinate in profondità da uno o più picnoclini: gli scambi tra gli strati sovrapposti sono praticamente assenti.

In inverno invece, a causa del minor irraggiamento termico, le acque sono completamente rimescolate e le grandezze chimico – fisico - biologiche sono confrontabili lungo la colonna d'acqua.

Come si visto nel capitolo precedente la circolazione delle masse d'acqua in profondità avviene quasi sempre in senso antiorario con velocità molto basse (2-3 cm/s), mentre in superficie le acque si muovono generalmente in senso orario. La velocità dello strato superficiale aumenta in presenza di venti provenienti dal mare e diminuisce al prevalere delle brezze di terra.

1.3.1 Descrizione della qualità delle acque per il Golfo di Trieste

1.3.1.1 *Programma di monitoraggio delle acque*

Localizzazione delle stazioni

Dal Programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero effettuato dall'OSSERVATORIO DELL'ALTO ADRIATICO dell'ARPA FRIULI VENEZIA GIULIA per tutto il golfo di Trieste, sono stati estratti i dati relativi alla qualità delle acque marino - costiere che riguardano essenzialmente i transetti più vicini all'area di progetto.

Le stazioni di campionamento sono situate su otto transetti (A, C, D, S, F, I, G, H), perpendicolari alla linea di costa ed individuati in base alle particolari caratteristiche ambientali delle corrispondenti aree costiere (Fig. 1.27 e Tab. 1.11).

Delle otto aree d'indagine si sono scelte quelle che sono più vicino al tracciato della condotta (transetti A, C, S, F) che sono situate rispettivamente in località Punta Sottile, Miramare, foce dall'Isonzo al centro del Golfo e Bocche di Primero. Il transetto di Miramare può servire come confronto per la elevata qualità delle acque rispetto alle altre zone maggiormente influenzate da fenomeni di inquinamento.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 135 di 437	Rev.:			
		00			

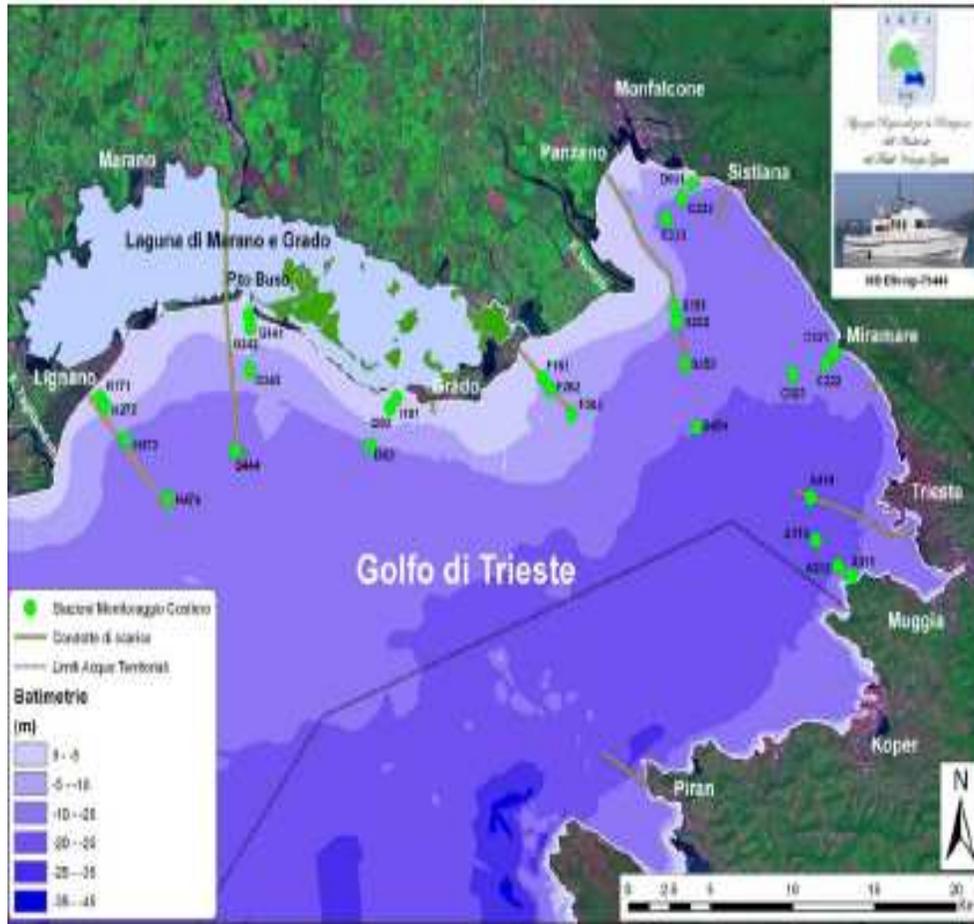


Fig. 1.3.2/1 - Localizzazione dei transetti e delle stazioni di campionamento per il monitoraggio acqua e plancton.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	136	di 437	00		

Tab. 1.11 - Caratteristiche delle stazioni di campionamento più prossime all'area di progetto.

Transetto Codice	Stazione	Lat N	Long E	Profondità (m)	Distanza riva (m)
A011	Punta Sottile	45°36'31"	13°43'28"	16,0	450
A212	Punta Sottile	45°36'45"	13°42'51"	20,0	1360
A313	Punta Sottile	45°37'24"	13°41'48"	23,0	3140
A414	Punta Sottile	45°38'35"	13°40'57"	23,0	5450
C121	Miramare	45°42'03"	13°42'36"	15,0	212
C222	Miramare	45°41'47"	13°42'11"	19,0	1060
C323	Miramare	45°41'30"	13°40'36"	18,0	2950
S151	Isonzo	45°43'05"	13°35'00"	8,8	1114
S252	Isonzo	45°42'43"	13°35'08"	11,0	1800
S353	Isonzo	45°41'35"	13°35'40"	15,0	4020
S454	Isonzo	45°40'06"	13°36'08"	20,0	6813
F161	Bocche Primero	45°41'15"	13°28'50"	5,0	1870
F262	Bocche Primero	45°40'59"	13°29'13"	6,5	2570
F363	Bocche Primero	45°40'22"	13°30'15"	9,0	4370

All'interno di ciascun'area, lungo il transetto, sono state poste tre stazioni, a circa 200- 500 m, 1000-1400 m e 3000-3300 m dalla costa, a seconda delle diverse criticità delle aree. Nel transetto A la stazione costiera è stata spostata più al largo per la presenza di mitilicoltura lungo il litorale; nel transetto F per la presenza della condotta sottomarina e per l'utilizzo della zona come area di pesca (presenza sotto costa di reti e nasse) la stazione costiera (F161) è stata posta a circa 1800 m dalla linea di riva. La posizione del transetto S è stata scelta considerando le particolari condizioni di trofia dell'area, situata in prossimità della foce del fiume Isonzo e del diffusore della condotta sottomarina.

Il **transetto A (Punta Sottile)** rappresenta il fronte d'entrata delle correnti ascendenti, provenienti dalla costa istriana. È posto in direzione della parte centrale del Golfo, in corrispondenza alla zona in cui si riscontrano periodici fenomeni d'ipossia e talvolta d'anossia delle acque di fondo. Il transetto è ubicato in una zona adibita all'allevamento di *Mytilus galloprovincialis*. La stazione A414 identifica l'area del tratto finale della condotta sottomarina di Servo

Il **transetto C (Miramare)** si situa in parte all'interno dell'area di rispetto della Riserva Marina di Miramare; non risulta particolarmente influenzato dagli apporti fluviali né da interventi di tipo antropico e per questi motivi è stato scelto come zona di "bianco", avente funzione di controllo.

Il **transetto S (Isonzo)** è collocato in corrispondenza alla condotta di Staranzano ed ha una posizione strategica che permette d'individuare direttamente gli apporti fluviali dell'Isonzo, il loro relativo carico di sali nutritivi e la formazione di eventuali processi trofici negli strati superficiali e di fondo. La stazione S454, particolarmente distante dalla linea di costa e su una batimetrica di 20 m, può evidenziare negli strati prossimi al fondale marino eventuali carenze di ossigeno disciolto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	137	di 437	00			

Il transetto **F (Bocche di Primero)**, collocato lungo la traiettoria della condotta sottomarina di Grado, in prossimità delle Bocche di Primero, permette d’indagare le acque di derivazione lagunare e di seguire i processi biologici derivanti da tali apporti. La stazione F363 è situata nel tratto terminale di diffusione della condotta.

1.3.1.2 Caratteristiche chimiche delle acque marine costiere

In riferimento alla direttiva quadro in materia di acque 2000/60 CE ed al D.Lgs. 152/2006 è in via di definizione la caratterizzazione delle acque marino costiere sulla base delle caratteristiche naturali, geomorfologiche ed idrodinamiche, al fine di effettuare l’analisi degli elementi di qualità richiesti per la classificazione delle acque.

In attesa della definizione delle linee guida degli elementi biologici di qualità per la classificazione delle acque marino - costiere, si è calcolato per il 2006 il valore dell’indice TRIX, per la valutazione dello stato ambientale, confrontandolo con quelli degli anni precedenti.

L’indice trofico TRIX è stato calcolato secondo la formula: $\{ \text{Log} [\text{Chl } a \times \text{IOD}\% \mid \times \text{N} \times \text{P}] - [-1,5] \} / 1,2$ in cui sono considerati i dati della percentuale di ossigeno disciolto (**O.D.%**), della clorofilla **a (Chl a)**, del fosforo totale (**P**) e del DIN azoto minerale disciolto (somma di azoto ammoniacale, nitroso e nitrico) (**N**).

L’analisi dei valori medi dell’indice trofico per il 2006, confermano quanto rilevato per gli anni precedenti (2001-2005), testimoniando uno stato qualitativo “Buono/Elevato” per le acque marino costiere regionali e in generale condizioni ambientali con acque scarsamente produttive (Tab. 1.12).

INDICE TROFICO							
Transetti							
Anno	A	C	D	S	F	G	H
2001	3,8	3,7	4,5			4,4	
2002	4,0	4,0	4,6			4,9	
2003	3,6	3,8	4,4			4,4	
2004	4,0	4,0	4,5			4,7	
2005	3,6	3,6	4,6			4,6	
2006	3,7	3,7	4,6	4,4	4,5	4,3	4,3

STATO AMBIENTALE	
>2 e <=4	ELEVATO
<4 e >=5	BUONO

Tab.1.12 - Medie annuali dell’indice trofico (TRIX) e relativo stato ambientale per ciascun transetto per il periodo 2001-2006.

Temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla

Tutti i dati riportati in questo paragrafo sono stati tratti dal programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine regionali che prevede l’acquisizione, a cadenza quindicinale, di dati idrologici, chimici e biologici e la loro elaborazione. I dati sono forniti dall’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente del Friuli Venezia Giulia tramite Il bollettino delle acque marino-costiere che è uno strumento di **divulgazione scientifica**, a

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	138 di 437	00	

periodicità mensile, riguardante l'ecosistema del golfo di Trieste ed è redatto dall'OAA (Osservatorio Alto Adriatico) il quale fornisce informazioni sulle condizioni del mare mediante diversi strumenti con diverso livello di approfondimento e complessità.

Nel caso in esame sono stati consultati e riportati i dati presentati nelle schede informative dei parametri idrologici delle acque marino costiere del Friuli Venezia Giulia.

I campionamenti sono effettuati dall'inizio del 2001 in 4 aree costiere e in ulteriori 3 aree dall'aprile 2006. La figura Fig 1.27 riporta un'immagine descrittiva dei transetti individuati per la realizzazione del monitoraggio:

- l'area A, in prossimità di Punta Sottile, è influenzata dalle correnti ascendenti provenienti dalla costa istriana e raramente da acque di derivazione isontina;
- l'area C è situata presso la Riserva Naturale Marina di Miramare;
- le aree D ed S, site nella parte più interna del Golfo, sono soggette ad una forte pressione antropica e sono influenzate dagli apporti d'acque dolci dei fiumi Timavo e Isonzo;
- l'area F si colloca in prossimità della condotta sottomarina di Grado;
- l'area G, in corrispondenza della bocca lagunare di Porto Buso, permette di seguire le variabilità idrologiche, chimiche e biologiche delle acque provenienti dalla laguna retrostante;
- infine, l'area H, presso la foce del Tagliamento, è interessata dalle acque lagunari e da quelle provenienti dalla condotta sottomarina.

Per offrire un ventaglio di dati che possano essere indicativi di un arco temporale significativo di almeno un anno si riportano i risultati delle analisi effettuate sui campioni di acqua raccolti e riferiti a 4 schede informative ciascuna relativa ad un mese indicativo del periodo stagionale corrispondente.

In questo modo si è descritto un quadro conoscitivo delle caratteristiche chimico fisiche della colonna d'acqua associate alla situazione estiva (Luglio 2006), autunnale (Novembre 2006), invernale (Gennaio 2007) e primaverile (Aprile 2007). La distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale è indicata nelle Fig 1.28/1.29, Fig 1.30/1.31, Fig 1.32/1.33, Fig.1.34/1.35. Per ciascun mese considerato sono riportati i dati di due campagne.

Condizioni meteorologiche

I fattori ambientali che hanno un ruolo predominante sulle caratteristiche oceanografiche del Golfo di Trieste sono le portate del fiume Isonzo e i venti di Bora. Un altro fattore climatico che ha influenzato fortemente le caratteristiche idrologiche del golfo, soprattutto nel periodo autunnale-invernale del 2006 e l'inizio del 2007, è stata la relativamente elevata temperatura dell'aria. superiore di circa 4 °C rispetto a quella media dello stesso periodo calcolata per la serie storica dal 2002 al 2006.

Analisi della colonna d'acqua in luglio 2006 (Fig 1.28 e Fig 1.29)

Le caratteristiche termoaline evidenziano il permanere della stratificazione della colonna d'acqua, instauratasi a fine giugno. Il massimo gradiente termico tra superficie e fondo si attesta su valori di 7-8°C indicanti un relativo riscaldamento di tutto il bacino. La salinità, invece, si attesta, in generale, su valori inferiori a 38 psu, evidenziando la presenza nel bacino Alto Adriatico di masse d'acqua più diluite rispetto a quelle dello stesso periodo del 2003. In generale, le acque costiere a luglio 2006 sono costituite da tre diverse masse d'acqua: superficiale, intermedia e di fondo. Ad inizio mese quella di fondo, costituente il 20% del bacino, presenta temperature comprese tra 16°C e 19°C, quella intermedia

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		139 di 437		00	

costituente il 30% del bacino ha valori di temperatura tra 20°e 22°C, quella superficiale, costituente il 50% del bacino, ha una temperatura tra 23°C e 26°C. A fine mese, in relazione all'aumento della temperatura dell'aria (Fig.1.29), le tre masse d'acqua, pur mantenendo una distribuzione spaziale simile, incrementano rispettivamente di 1°C (strato di fondo) e 2°C (strato intermedio e superficiale).

La salinità presenta una distribuzione spaziale simile nelle due campagne con valori più elevati nell'area interna orientale del golfo e minori in quella settentrionale. I valori sono compresi tra 28 psue 37,8 psu nel periodo maggio-luglio 2006 e 31,5 psu e 37,9 nell'ultima decade di luglio 2006 , indicanti il permanere dell'assenza di apporti isontini.

Nel periodo analizzato la presenza di ossigeno disciolto in sovrasaturazione, le elevate concentrazioni di clorofilla a negli strati subsuperficiali e prossimi al fondo (massimi di 5 µg/L), i valori di pH relativamente elevati, soprattutto nell'area settentrionale del bacino soggetta agli scarsi apporti isontini e lagunari, potrebbero indicare un incremento dell'attività fitoplanctonica. Ciò è supportato, dal mantenersi di una buona trasparenza che permette la penetrazione della luce nella colonna d'acqua stimolando l'attività fotosintetica.

Analisi della colonna d'acqua in ottobre 2006 (Fig 1.30 e Fig 1.31)

situazione meteorologica di ottobre. Il mantenersi della temperatura dell'aria su valori relativamente elevati ha prodotto uno scarso raffreddamento del bacino, che permette, tuttavia, l'attuarsi dei processi di mescolamento e l'instaurarsi dell'instabilità della colonna d'acqua. La temperatura media delle masse d'acqua in ottobre per gli anni dal 2002 al 2005 è di circa 1,2-1,4°C inferiore a quella registrata nell'ottobre 2006. Ad inizio mese, il parametro presenta valori superficiali di 19,5-22°C e solo a fine mese si raggiungono temperature inferiori a 18 -19°C nell'area più occi dentale del bacino; in questo periodo si osserva, inoltre, la formazione di una netta separazione tra l'area costiera più fredda e quella di centro bacino più calda. Una situazione particolare si evidenzia nel novembre 2006, gli strati prossimi al fondo delle stazioni del transetto A, sono costituiti da acque ad elevata salinità (c.a 37,5).

Ciò è a causa di una probabile ingressione di acque meridionali associata all'incremento della circolazione del bacino per effetto dei forti venti da Sud e da Est (ottobre 2006) e di un apporto isontino ad inizio mese. L'aumento della portata è evidente anche dalla diluizione presente nella Baia di Panzano (St. D0 salinità <30 psu). Un'altra particolarità è la salinità relativamente bassa (37,55 psu) registrata il 19/10/06 nella St. A4 rispetto a quella delle rimanenti stazioni del transetto pari a 37,72, tale anomalia è probabilmente da associare alla vicinanza alla St. A4 della condotta di scarico di Trieste. In generale, ad inizio ottobre 2006, il 90% delle acque costiere presenta una temperatura e salinità comprese rispettivamente tra 20 e e 22°C e 35-37,8 psu.

A fine mese la salinità permane su tali valori, mentre la temperatura dell'area più costiera del bacino (40%) diminuisce a 16-19°C. Non si osser vano particolari processi biochimici e le basse concentrazioni di clorofilla da fluorescenza indotta indicano una probabile situazione di oligo-mesotrofia delle acque.

Analisi della colonna d'acqua in gennaio 2007 (Fig 1.32 e Fig 1.33)

Anche in questo mese, come già evidenziato per novembre e dicembre, il perdurare, di una situazione meteorologica mite influisce sulle caratteristiche termoaline del bacino. La temperatura dell'aria relativamente elevata, con una media di circa 3°C superiore a quella della serie storica (gennaio 2002-06) e con valori massimi di 12°C, associata al debole regime dei venti ha mantenuto elevata la temperatura delle masse d'acqua del bacino (Fig

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	140 di 437	00		

1.32). La Fig 1.33 evidenzia una media della temperatura del mare nel gennaio 2007 di 2-3°C superiore al valore medio di 8°C calcolato per lo stesso mese nel periodo 2002-2006. A fine mese, la distribuzione del campo di salinità subisce l'effetto del cospicuo apporto isontino registrato il 24, 25 e 26 gennaio. Le masse d'acqua costiere dell'area occidentale presentano, infatti, una salinità compresa tra 30 e 35 psu mentre più al largo e nell'area centro-orientale il bacino ha una salinità di 37.0-37.5 psu. Le due zone sono separate da un forte gradiente alino posizionato ad una distanza di alcuni chilometri dalla costa occidentale Fig 1.32 e Fig 1.33. L'effetto associato dell'apporto fluviale e di un periodo di venti provenienti dal primo e terzo quadrante (terza decade gennaio/07) ha prodotto un incremento della dinamica del bacino e un relativo ricambio delle masse d'acqua del golfo.

Analisi della colonna d'acqua in aprile 2007 (Fig 1.34 e Fig 1.35)

Anche in questo mese, come già evidenziato per tutto il periodo invernale, il perdurare, di una situazione meteorologica mite influisce sulle caratteristiche termoaline del golfo. La media della temperatura dell'aria è di circa 3,3°C superiore a quella della serie storica (gennaio 2002- dicembre 2006), mentre i valori massimi si attestano su 25- 27°C, inoltre il regime dei venti si è mantenuto relativamente debole. Tale situazione ha favorito l'instaurarsi della stratificazione termica verticale della colonna d'acqua e l'inizio del periodo di stabilità del bacino.

La media nel aprile 2007 è di 2,3-3,8°C superiore al valore medio di 10,5°C calcolato per lo stesso mese nel periodo 2002-2006, mentre la differenza tra i valori massimi è di 4,5°C a fine mese. Con l'instaurarsi della stabilità, le masse d'acqua dell'area marina costiera presentano una struttura a tre strati: superficie, intermedio e fondo, costituenti rispettivamente il 15%, 42% e 43% del bacino ad inizio mese; a fine mese, con l'incremento della stratificazione termica, i tre strati identificano il 42% (superficie), 46% (intermedio) e 12% (fondo) indicando una probabile, rapida evoluzione verso la tipica situazione estiva del golfo. Sono, inoltre, da evidenziare, nell'area centro orientale del golfo, le relativamente elevate temperature dello strato di fondo (prima decade di aprile/07: 12,0-12,4°C; terza decade di aprile/07:12,5 -12,8°C).

Gli scarsi apporti fluviali isontini di aprile (dati forniti dalla U. O. Idrografica di Udine) non hanno diluito ulteriormente il bacino e le basse salinità superficiali registrate nell'area occidentale sono associate all'instaurarsi della stratificazione che permette una maggiore diffusione dell'acqua fluviale nello strato superficiale. L'ossigeno disciolto in saturazione o leggera sovrassaturazione, la bassa concentrazione della clorofilla indotta, le discrete profondità di svanimento del disco Secchi e il decremento della presenza degli aggregati gelatinosi denotano una buona situazione delle condizioni ambientali generali.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
141 di 437

Rev.:

00

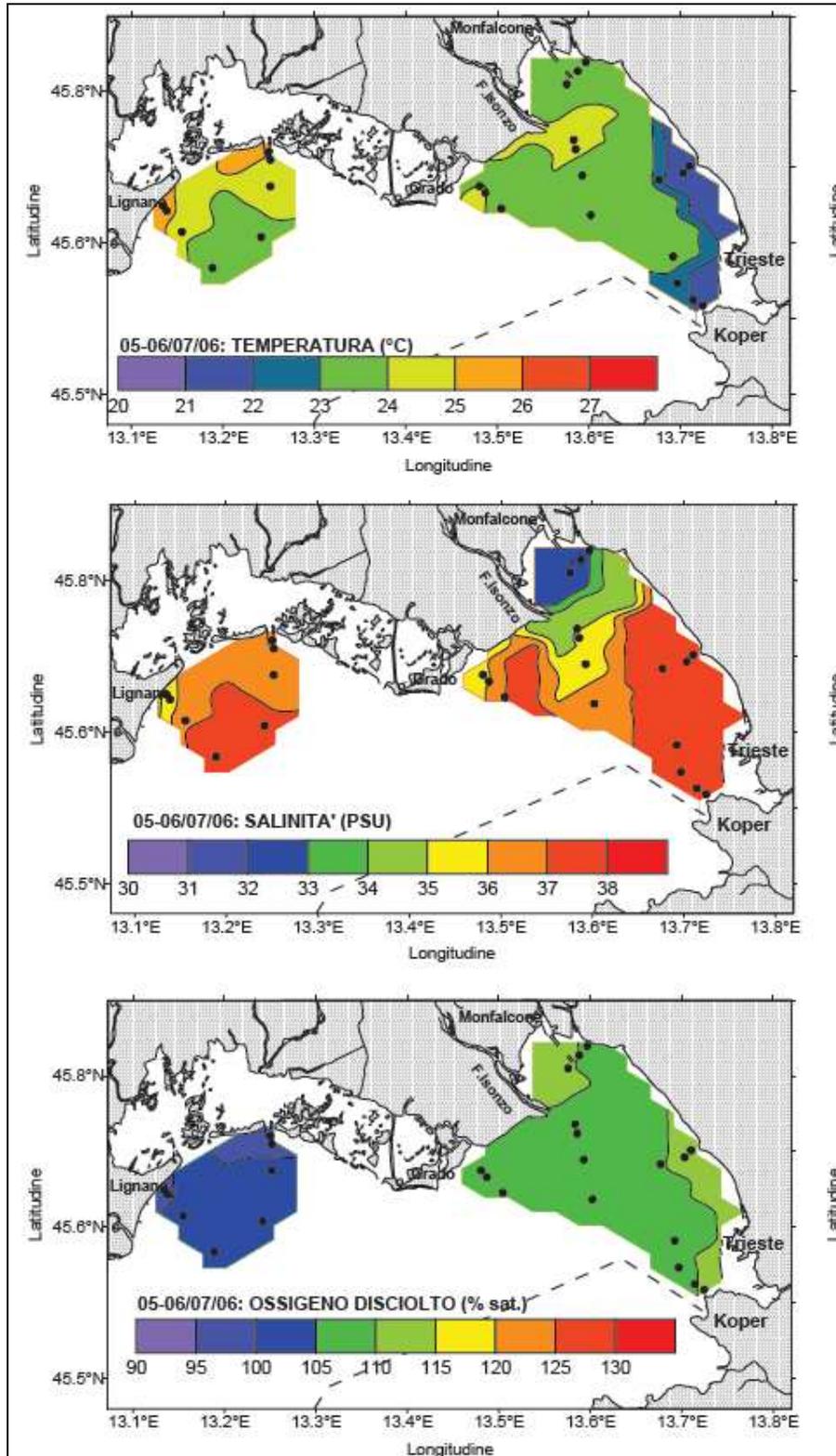


Fig 1.28 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Luglio 2006)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
142 di 437

Rev.:

00

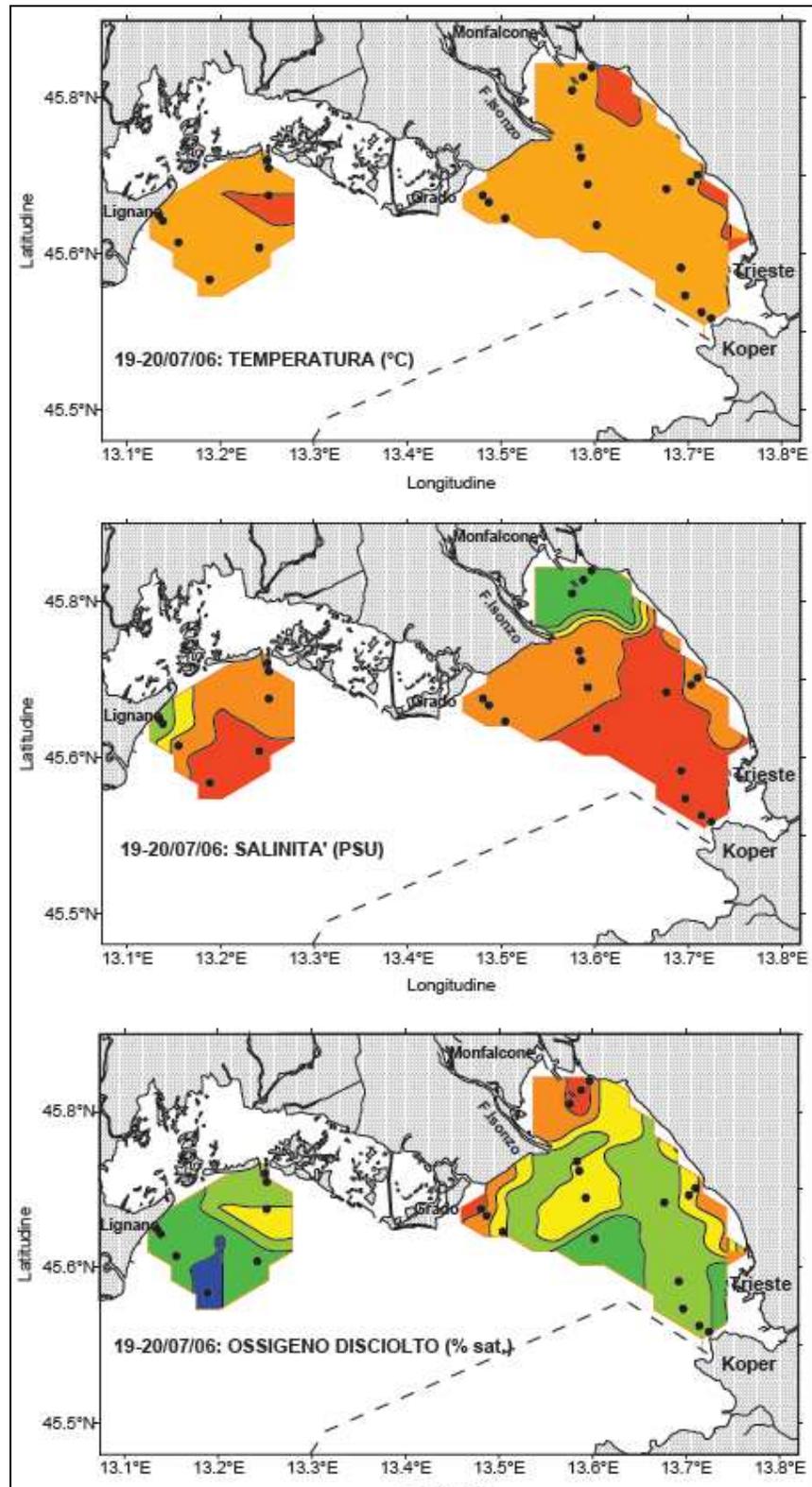


Fig. 1.29 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Luglio 2006)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
143 di 437

Rev.:

00

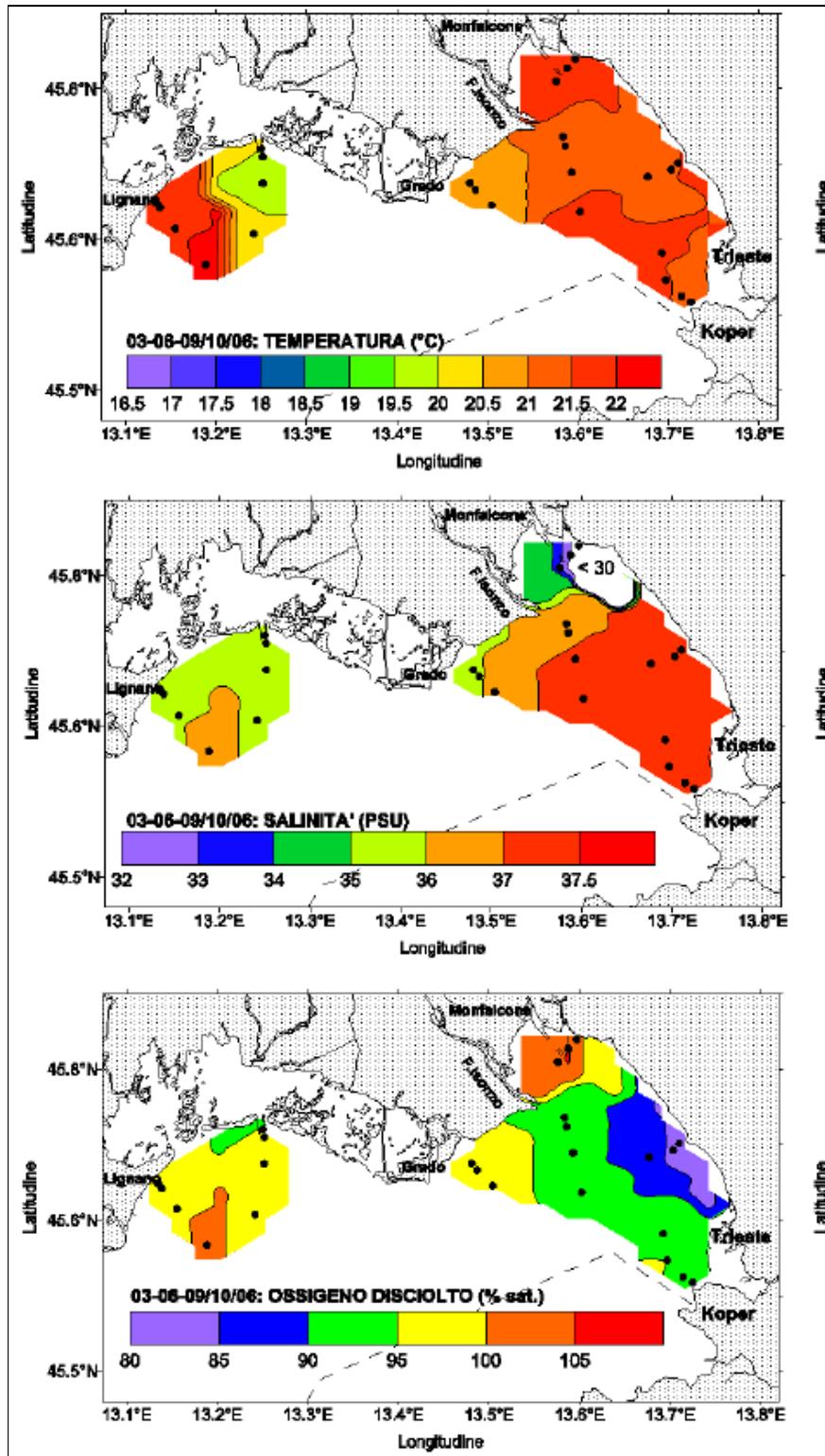


Fig. 1.30 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Ottobre 2006)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
144 di 437

Rev.:

00

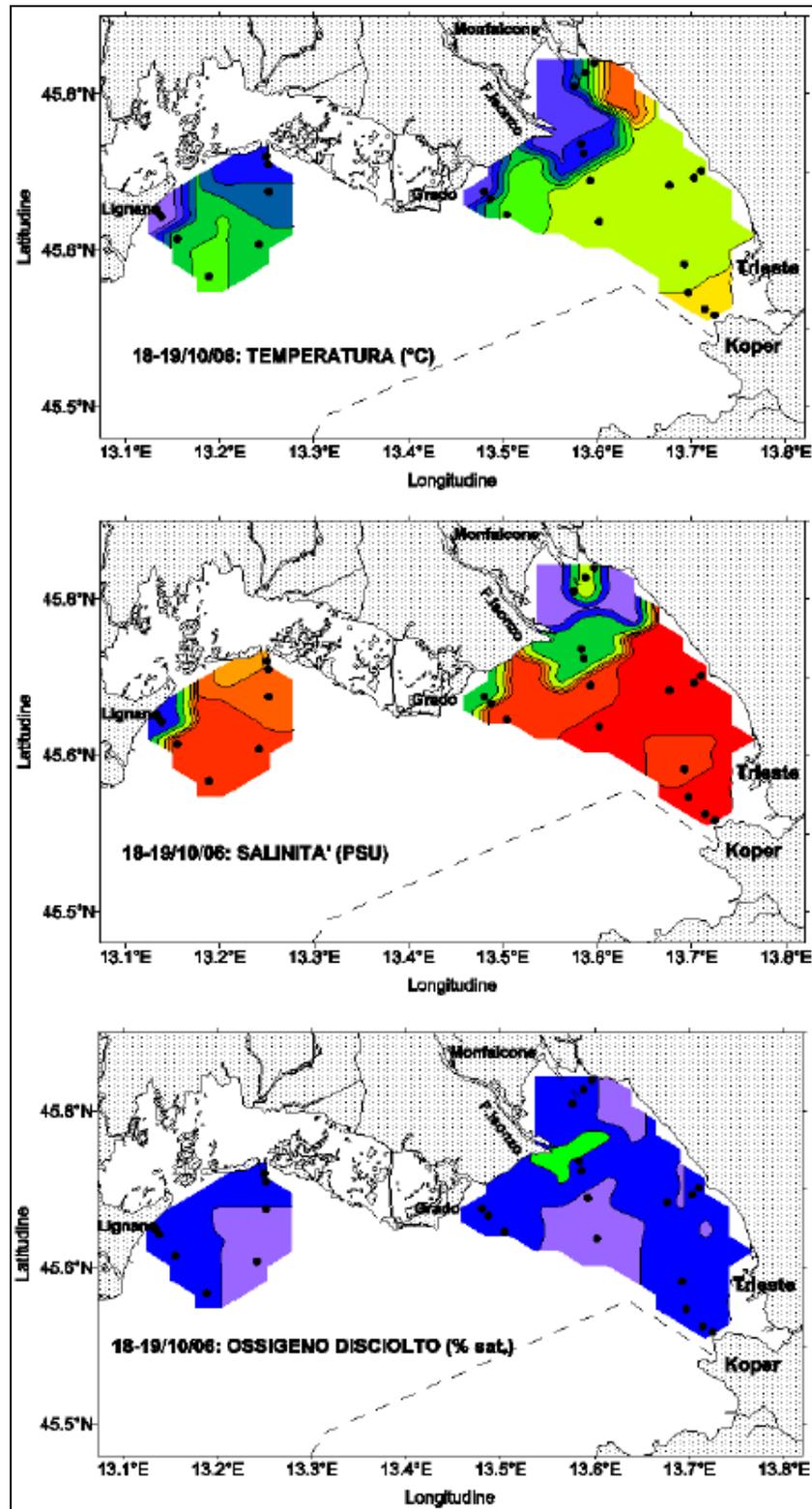


Fig. 1.31 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Ottobre 2006)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 145 di 437	Rev.:			
		00			

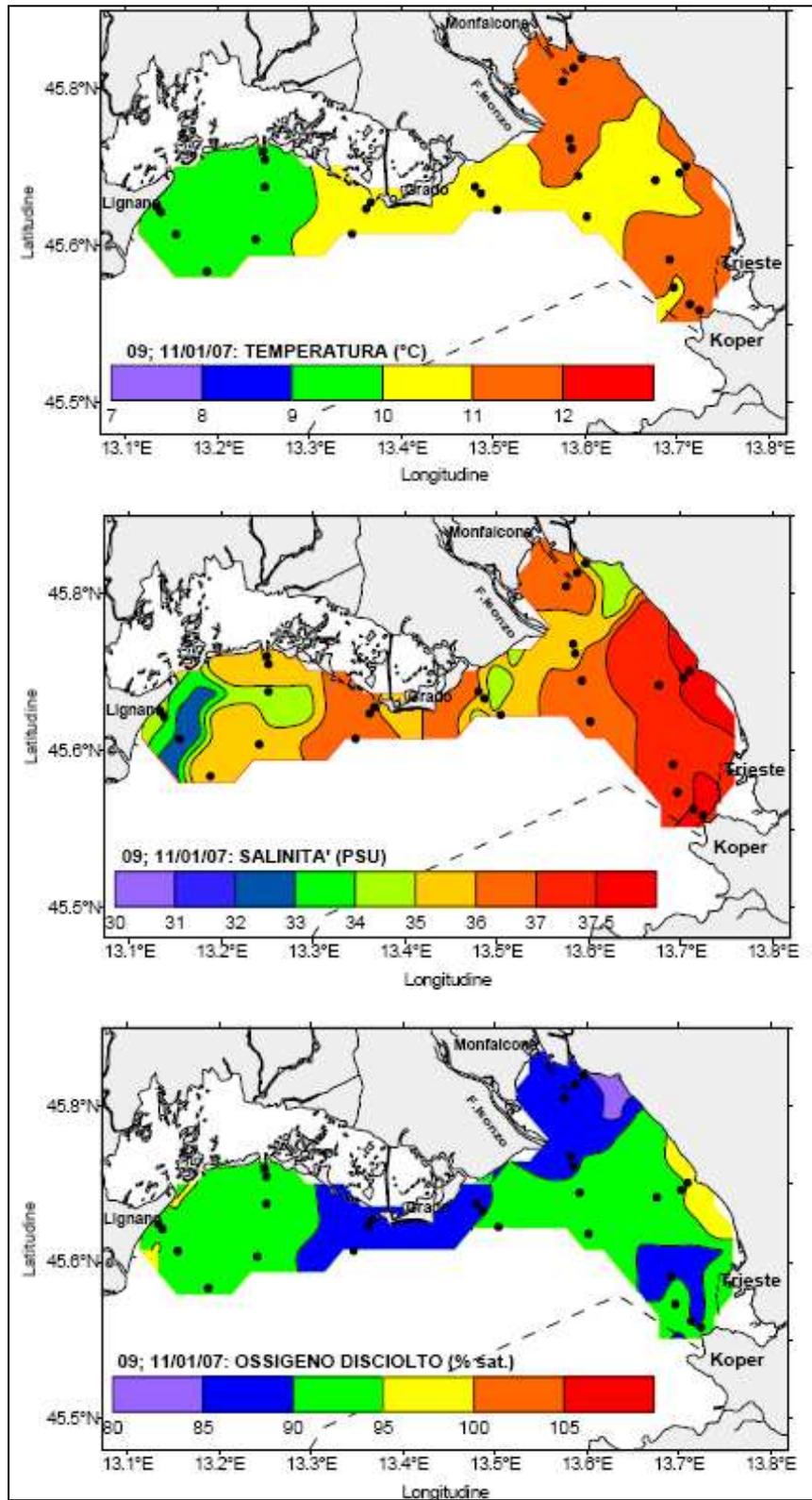


Fig. 1.32 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Gennaio 2007)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
146 di 437

Rev.:

00

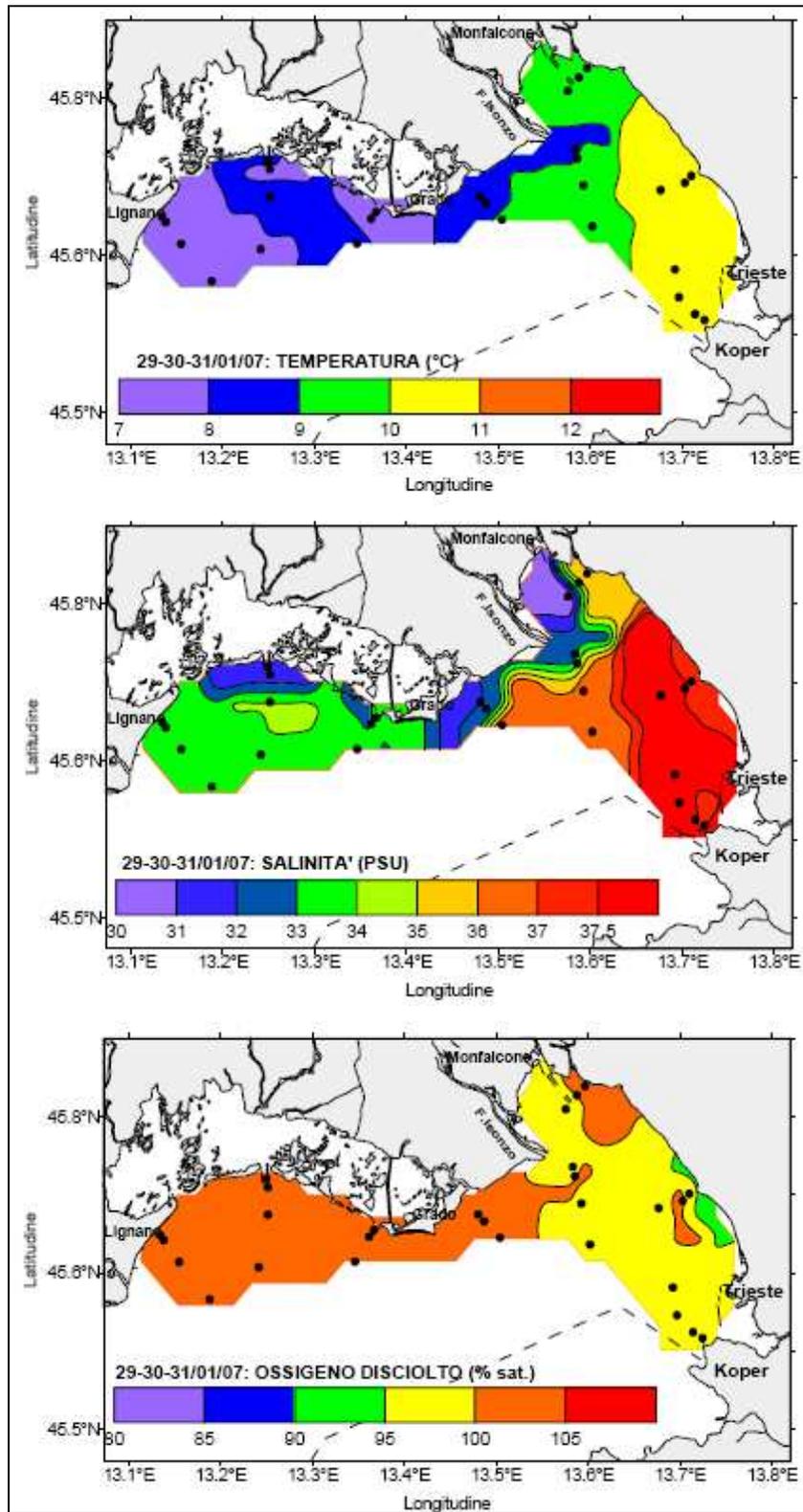


Fig. 1.33 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Gennaio 2007)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
147 di 437

Rev.:

00

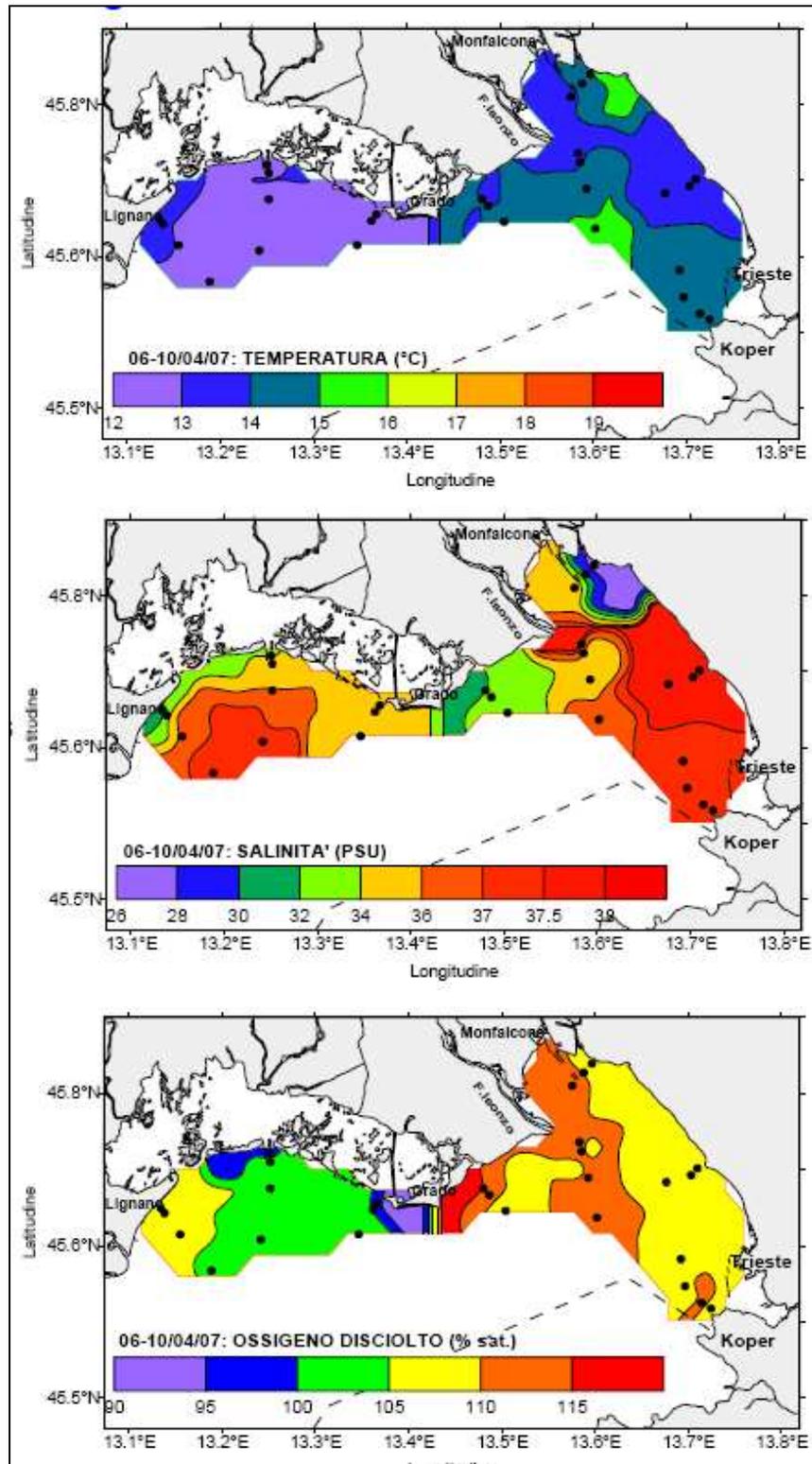


Fig. 1.34 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Aprile 2007)

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio
148 di 437

Rev.:

00

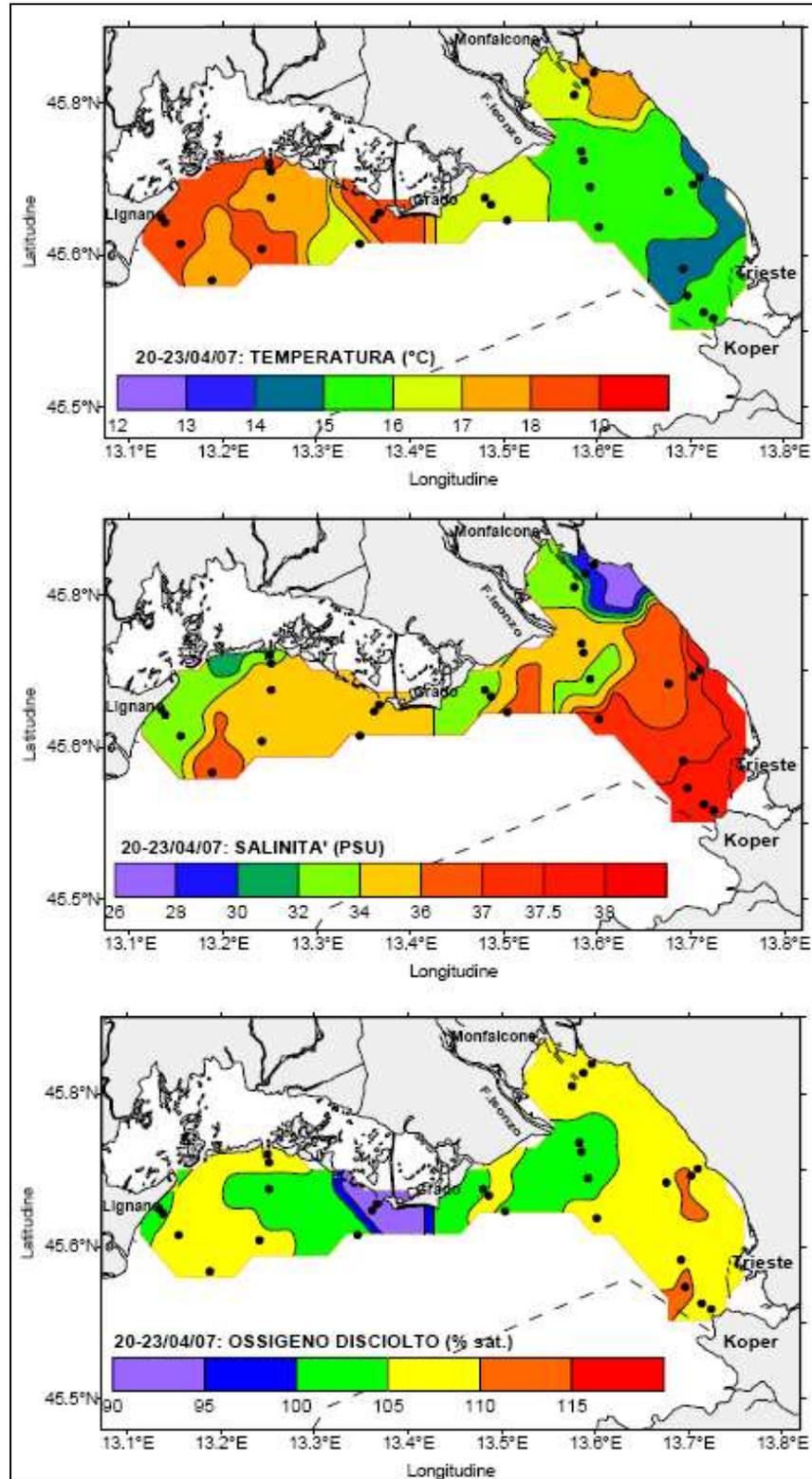


Fig. 1.35 - Distribuzione orizzontale dei campi di temperatura, salinità e ossigeno disciolto nello strato superficiale. (Aprile 2007)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	149 di 437	00	

Osservazioni generali: nutrienti, azoto e fosforo totali

Gli elementi che funzionalmente sono coinvolti nei processi biochimici degli organismi viventi sono chiamati essenziali e nella chimica oceanografica è d'uso comune indicare l'azoto, il fosforo e la silice come elementi nutrienti o più semplicemente nutrienti. Queste sostanze possono trovarsi nell'ambiente acquatico nella forma disciolta (convenzionalmente si indica come disciolto un composto che passi attraverso una membrana filtrante con porosità pari a 0,45 µm) o in quella solida sospesa nella colonna d'acqua, sottoforma di composti organici e inorganici. In considerazione del fatto che i produttori primari possano assorbire solamente (a parte poche eccezioni) le forme inorganiche dell'azoto, del fosforo e della silice, restringe il termine "nutrienti" all'azoto ammoniacale (NH₄⁺), a quello nitrico e nitroso (NO₃⁻, NO₂⁻), all'ortofosfato (HPO₄⁼, chiamato anche fosforo reattivo) e all'acido silicico (Si(OH)₄) presenti in forma disciolta nella colonna d'acqua.

I nutrienti inorganici sono sostanze fondamentali per la crescita dei produttori primari negli ambienti acquatici; sono sostanzialmente di origine autoctona e originati attraverso la mineralizzazione batterica della materia organica disciolta (DOM) e particellata (POM).

Nelle zone costiere antropizzate i nutrienti possono, inoltre, derivare da sorgenti puntuali, quali ad esempio gli scarichi delle acque reflue urbane ed industriali, e da quelle diffuse, riconducibili al dilavamento dei terreni agricoli trattati con un eccesso di fertilizzanti e dalle precipitazioni atmosferiche (Paerl et al., 1999).

L'apporto d'acque ricche di sostanze nutritive provenienti dai fiumi e da altre fonti puntuali/diffuse può stimolare, nelle acque marine delle zone costiere, ad un abnorme accrescimento fitoplanctonico (bloom). In queste condizioni le cellule fitoplanctoniche senescenti depositandosi negli strati più profondi della colonna d'acqua inducono ad un aumento dell'attività di mineralizzazione batterica ed al relativo consumo di ossigeno necessario per sostenere il processo metabolico. Se la stratificazione termoclinale è molto accentuata, come generalmente avviene nei mesi estivi/autunnali, si possono verificare fenomeni di anossia al fondo che, se si protraggono per lunghi periodi di tempo, portano alla morte della popolazione eterotrofa bentonica, come avvenne in un'area circoscritta del Golfo di Trieste nel settembre 1990 (Orel et al., 1993).

La ricerca, al fine di trovare il nutriente limitante la crescita dei produttori primari negli ambienti marini, ha perciò avuto una notevole attenzione, poiché l'incremento di un nutriente limitante può portare all'eutrofizzazione e al deterioramento della qualità delle acque (Holmboe et al., 1999). Esiste da oltre venticinque anni un acceso dibattito su quale nutriente, soprattutto tra il fosforo e l'azoto, è limitante la produzione primaria negli oceani e nei mari (Tyrrell, 1999).

I cicli biogeochimici marini sono molto complessi e non è possibile determinare con certezza quale nutriente sia limitante alla crescita fitoplanctonica, basandosi unicamente sulle concentrazioni trovate nei campioni d'acqua. Ad esempio, molte specie fitoplanctoniche sono capaci di immagazzinare le sostanze nutritive in periodi d'abbondanza e perciò continuare a proliferare in periodi di carenza (Andersen et al., 1991). La velocità del ciclo è anche importante, come è stato dimostrato per quello del fosforo; Benitez-Nelson e Buesseler (1999) hanno messo in evidenza che il tasso di turnover del fosforo disciolto e particellato è molto veloce e varia su scala stagionale, il che suggerisce che basse concentrazioni di fosforo possono sostenere una produzione primaria relativamente alta.

Sistemi marini come quello del Golfo di Trieste sono molto complessi da interpretare in quanto, sebbene regolati dai principi classici descritti dall'oceanografia chimica e biologica, sono fortemente influenzati da tutta una serie di fattori esterni all'ambiente marino quali, ad

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE							
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar							
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE							
N° Documento:		Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001		150	di 437	00			

esempio, gli apporti continentali di acque dolci (Malej et al., 1995) e i venti intensi che agendo sinergicamente con il basso fondale del Golfo, inducono il mescolamento tra le acque superficiali e quelle profonde. Questa situazione determina un'elevata eterogeneità in quanto causa la formazione di strutture spazio-temporali complesse, che si manifestano con gradienti ed andamenti articolati delle concentrazioni dei diversi analiti (Seuront e Lagadeuc, 1997).

I valori della concentrazione dei nutrienti relativi alle acque marine costiere della regione, rilevati da aprile 2006 a marzo 2007, sono riassunti nella tabella 3.1.4.1; in Allegato alla relazione sono raccolti tutti i valori riscontrati nei singoli campionamenti (Tab.1.13). La normativa vigente riguardante la tutela delle acque dall'inquinamento, D.Lgs. 152/2006, ha rimosso l'indice trofico TRIX quale indicatore di qualità delle acque marino costiere. In questa relazione, allo scopo di confrontare i dati pregressi, si è ritenuto opportuno continuare a calcolare tale indice.

	N _{TOT}	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	P _{TOT}	P-PO ₄	Si-Si(OH) ₄
N=618	µmol L ⁻¹						
MIN	1,39	<LOD	<LOD	<LOD	0,10	<LOD	0,04
MAX	105,46	6,12	1,16	68,67	1,18	0,73	47,34
Media	18,05	1,28	0,27	9,79	0,53	0,07	6,13
Mediana	15,42	1,13	0,20	6,05	0,53	0,04	4,72
MAD	11,71	0,65	0,21	8,08	0,27	0,04	4,03

Tab.1.13 - Tabella riassuntiva delle concentrazioni dei nutrienti dell'area costiera regionale e relativa ai 12 mesi di monitoraggio aprile 2006-marzo 2007 (LOD, limite di rilevabilità).

I valori mediani dei nutrienti e della salinità, rilevati nei dodici mesi di campionamento, sono stati analizzati statisticamente per evidenziare eventuali raggruppamenti. Il risultato ottenuto ha permesso di suddividere le acque marino costiere della Regione in tre sottobacini:

- sottobacino I, caratteristico del Golfo di Trieste (transetti A e C)
- sottobacino II, Baia di Panzano (transetto D)
- sottobacino III, fascia di mare compresa tra P.ta Sdobba ed il fiume Tagliamento (transetti G, S, F, H e I).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	151	di 437	00			

	N _{TOT} μmol L ⁻¹	N-NH ₄ μmol L ⁻¹	N-NO ₂ μmol L ⁻¹	N-NO ₃ μmol L ⁻¹	P _{TOT} μmol L ⁻¹	P-PO ₄ μmol L ⁻¹	Si-Si(OH) ₄ μmol L ⁻¹
N=168 Sottobacino I							
MIN	2,07	<LOD	<LOD	<LOD	0,13	<LOD	0,04
MAX	42,50	4,24	1,16	13,54	1,18	0,73	7,28
Media	9,09	1,09	0,22	1,79	0,52	0,07	2,44
Mediana	7,52	0,95	0,10	1,09	0,53	0,04	2,28
MAD	3,89	0,64	0,14	1,63	0,27	0,04	1,66
N=72 Sottobacino II							
MIN	3,29	<LOD	0,03	<LOD	0,13	<LOD	0,94
MAX	73,48	5,12	0,62	68,67	1,07	0,43	47,34
Media	24,63	1,56	0,23	16,86	0,54	0,11	11,22
Mediana	23,53	1,47	0,21	12,35	0,50	0,08	9,80
MAD	17,76	0,95	0,13	14,54	0,34	0,10	8,23
N=382 Sottobacino III							
MIN	1,39	0,01	<LOD	<LOD	0,10	<LOD	0,20
MAX	105,46	6,12	1,03	61,94	1,18	0,47	44,01
Media	20,71	1,31	0,30	11,98	0,53	0,06	6,80
Mediana	18,85	1,17	0,25	9,65	0,53	0,03	5,79
MAD	9,80	0,65	0,22	9,30	0,27	0,04	4,12

Tab.1.14 - Tabella riassuntiva della concentrazione dei nutrienti nei tre sottobacini individuati nell'area costiera Regionale e relativa ai dodici mesi di monitoraggio.

Nel caso di elevate precipitazioni nel bacino imbrifero del fiume Isonzo le acque dolci e di conseguenza il relativo carico di sostanze nutrienti, possono interessare anche la zona più orientale del Golfo di Trieste fino a lambire le coste della Repubblica Slovena e di quella Croata.

Dalla fotografia satellitare riportata in Fig.1.36 risulta evidente che nel caso di "plume" consistenti le acque dolci isontine, evidenziate nell'immagine da un colore più chiaro dovuto al materiale solido trasportato dal fiume, riescano ad interessare tutto il golfo di Trieste (Fig.1.37).



METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	152 di 437	00	

Fig.1.36 - Immagine satellitare MODIF-AQUA relativa ad un evento di plume del fiume Isonzo, marzo 2001 (Gruppo Oceanografia da satellite, ISAC)



Fig.1.37 - Forte evento di “plume” Le acque isontine, più chiare per il carico solido particellato,raggiungono la zona portuale della città di Trieste (foto ed elaborazione di Andrea Bussani).

Nella Fig.1.38 sono illustrati gli andamenti dell'indice TRIX calcolati da aprile 2006 a marzo 2007. Nel sottobacino I è presente la migliore “qualità trofica”, secondo la vecchia normativa (D.Lgs. 152/99), nei termini della concentrazione dei nutrienti (DIN e fosforo totale) dei processi di fotosintesi e mineralizzazione batterica (percentuale di saturazione dell'ossigeno) e di biomassa dei produttori primari (clorofilla *a*). Il sottobacino II, pur mantenendo una percentuale elevata di condizioni elevate/buone, in tre occasioni (maggio, giugno e luglio) è risultato in una situazione di mediocrità; nel caso del sottobacino III questa condizione si è manifestata solamente nel febbraio 2007, mentre negli altri undici mesi la qualità delle acque sono risultate elevate/buone

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

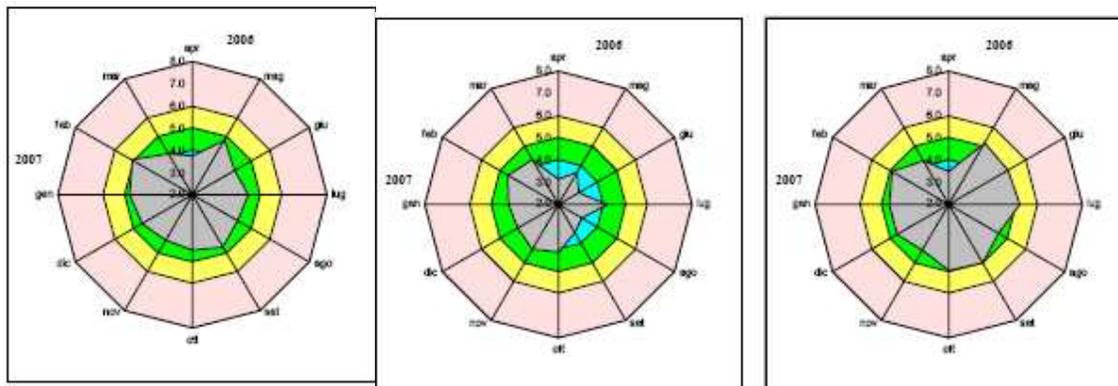
08807-ENV-RE-000-001

Foglio

153 di 437

Rev.:

00



Sottobacino III

Sottobacino I

Sottobacino II

	SB I	SB II	SB III
ELEVATO 2-4	5	1	1
BUONO 4-5	7	8	10
MEDIOCRE 5-6		3	1
SCADENTE 6-8			

Fig.1.38 - Indice TRIX dei sottobaciniregionali. Nella tabella sono indicati il numero di eventi –anno (SB: SottoBacino).

Transetto A

Le stazioni situate in località Punta Sottile sono le meno influenzate dagli apporti d'acqua dolce e di conseguenza le concentrazioni dei nutrienti risultano le più basse di tutta l'area del golfo monitorata) (Tab.1.15).

Il valore più elevato di azoto totale è stato rilevato nel mese di luglio 2006 (23,77 $\mu\text{mol L}^{-1}$). Il trend di questo analita, nei dodici mesi di monitoraggio, è abbastanza uniforme in tutta l'area indagata.

L'ammonio presenta il valore massimo a novembre 2006 (4,24 $\mu\text{mol L}^{-1}$); nel periodo novembre-febbraio la concentrazione di N-NH₄ segue un andamento irregolare, rispetto ai mesi precedenti. Nella fascia costiera dopo un valore massimo di 3,64 $\mu\text{mol L}^{-1}$, registrato a dicembre, si osserva un decremento monotono fino a febbraio 2007. Complessivamente si nota un lieve accumulo di ammonio nel periodo invernale.

I valori di nitrito risultano bassi fino a dicembre, successivamente si osserva un incremento di concentrazione in tutta l'area indagata che raggiunge i valori massimi a gennaio 2007

Le concentrazioni di azoto nitrico seguono un'evoluzione temporale simile a quella del nitrito; valori relativamente elevati sono stati raggiunti nel periodo invernale, quelli massimi sono stati registrato nel mese di marzo con concentrazioni variabili da 6,62 a 14 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

Da segnalare le basse concentrazioni di N-NO₃ rilevate nel periodo estivo che per più volte sono state inferiori del limite di rilevabilità del metodo analitico utilizzato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	154	di 437	00	

TRANS. A N=96	N _{TOT} μmol L ⁻¹	N-NH ₄ μmol L ⁻¹	N-NO ₂ μmol L ⁻¹	N-NO ₃ μmol L ⁻¹	P _{TOT} μmol L ⁻¹	P-PO ₄ μmol L ⁻¹	Si-Si(OH) ₄ μmol L ⁻¹
MIN	2,19	0,00	<LOD	<LOD	0,13	<LOD	0,04
MAX	23,77	4,24	1,16	12,14	1,18	0,47	5,56
Media	8,64	1,15	0,23	1,67	0,53	0,07	2,38
Mediana	7,17	0,92	0,09	0,83	0,53	0,04	2,21
MAD	3,79	0,65	0,13	1,41	0,28	0,04	1,54

N=96	DIN μmol L ⁻¹	N/P	Si/P	Si/N
MIN	0,02	1	1	0,0
MAX	13,40	1675	695	77,8
Media	3,05	99	83	2,3
Mediana	2,21	43	49	0,8
MAD	2,07	37	53	0,6

Tab.1.15 - Valori riassuntivi del transetto A.

Complessivamente il DIN (Dissolved Inorganic Nitrogen) contribuisce con il 35% al carico di azoto totale rilevato in questo transetto; delle specie inorganiche disciolte il nitrato provvede al 54,8%, l'ammonio al 37,7% mentre il nitrito al 7,5% del DIN.

Il valore massimo del fosforo totale è stato rilevato nel mese di giugno (1,18 μmoli L-1); il trend temporale delle concentrazioni di questo parametro, per quanto perturbato, sembra indicare una maggiore quantità di Ptot. da maggio ad ottobre rispetto agli altri mesi indagati nel piano di monitoraggio.

Il fosforo reattivo, rilevato sempre a basse concentrazioni, presenta un valore di concentrazione massimo a febbraio 2007 in tutta l'area indagata. La concentrazione di P-PO4 al largo segue l'andamento dei valori misurati vicino alla costa fino al mese di settembre, quindi aumenta sensibilmente fino a raggiungere un massimo relativo a gennaio (0,35 μmoli L-1); successivamente prosegue con lo stesso andamento delle concentrazioni rilevate nelle acque costiere.

Il fosforo reattivo disciolto contribuisce al fosforo totale nella misura del 12.5%.

Il silicio raggiunge il valore massimo a marzo 2007 in alcune zone (5,56 e 5,33 μmoli L-1), Contestualmente in gran parte della zona indagata si rilevano valori elevati che relazionati a quelli del nitrato indicano la presenza di acque dolci superficiali.

I valori mediani dei rapporti stechiometrici, riassunti nella tabella (Tab.1.15), indicano uno scompenso verso il fosforo, che risulta essere l'elemento limitante; anche il rapporto silicio:azoto è squilibrato dall'eccesso di azoto.

Complessivamente le acque presenti in questo tratto di costa risultano, secondo la scala dell'indice trofico, di qualità elevata per il 58% dei campioni e buona per il rimanente 42% . (Fig.1.39).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	155 di 437	00	

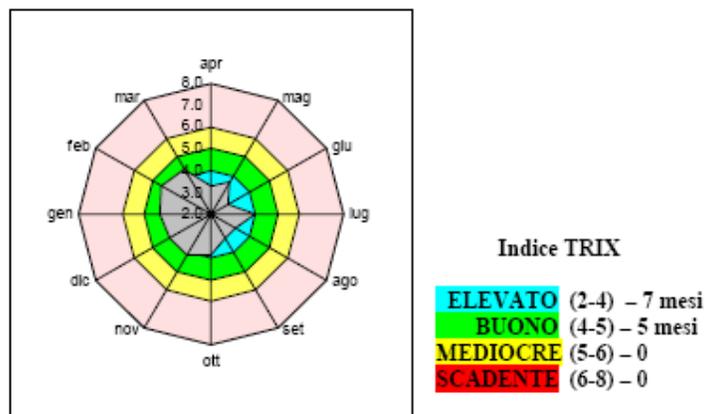


Fig.1.39 - Valori mediiani dell'indice TRIX nei dodici mesi di monitoraggio. Transetto A.

Transetto C

Il transetto C, corrispondente all'area di Miramare, è limitatamente interessato dagli apporti d'acque dolci e nel corso dei dodici mesi di monitoraggio, dati gli sporadici ed esigui eventi piovosi che hanno caratterizzato il secondo semestre del 2006 ed i primi mesi del 2007, le concentrazioni di azoto nitrico e silicio (specie chimiche legate agli apporti fluviali) sono sempre basse (Tab.1.15).

L'azoto totale raggiunge il valore massimo nel mese di giugno ($42,50 \mu\text{moli L}^{-1}$), il valore mediano è simile a quello del transetto A e pari a $7,68 \mu\text{moli L}^{-1}$ (Tab.1.15). Complessivamente l'andamento temporale della concentrazione è relativamente uniforme in questa area, data l'elevata variabilità che presenta questo parametro. Il trend non evidenzia particolari situazioni di accumulo o di consumo.

La concentrazione più elevata di ione ammonio è stata raggiunta nel mese di settembre; il valore mediano, pari a $1,02 \mu\text{moli L}^{-1}$, è leggermente superiore a quello rilevato per il transetto A (Tab.1.16). L'andamento temporale complessivo della concentrazione di questo parametro è abbastanza uniforme considerando che la differenza tra i valori minimi e quelli massimi è di circa $1 \mu\text{moli L}^{-1}$ (stimata dalla media mobile).

Nel nitrito, invece, è evidente l'accumulo che viene rilevato nei mesi invernali; il valore massimo è stato raggiunto a gennaio 2007 in tutta l'area.

Nei primi tre mesi di monitoraggio la concentrazione di ione nitrato varia tra $0,5$ e $4 \mu\text{moli L}^{-1}$, diminuisce a luglio, e ad agosto 2006 è inferiore al limite di rilevabilità del metodo analitico. Successivamente si osserva un aumento monotono dei valori di azoto nitrico che raggiunge il massimo a marzo 2007 in concomitanza delle piogge primaverili.

Complessivamente il "carico" di azoto inorganico disciolto è per il 61,4% imputabile al nitrato, mentre il nitrito e l'ammonio contribuiscono con il 6,7 e 31,9%. L'azoto totale è composto per il 33% dalle specie inorganiche disciolte e per il rimanente 67% da azoto organico disciolto e dai composti azotati adsorbiti sul particolato

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE						
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	156	di 437	00			

TRANS. C N=72	N _{TOT} μmol L ⁻¹	N-NH ₄ μmol L ⁻¹	N-NO ₂ μmol L ⁻¹	N-NO ₃ μmol L ⁻¹	P _{TOT} μmol L ⁻¹	P-PO ₄ μmol L ⁻¹	Si-Si(OH) ₄ μmol L ⁻¹
MIN	2,07	0,01	0,00	0,00	0,13	0,00	0,09
MAX	42,50	2,27	0,95	13,54	0,91	0,73	7,28
Media	9,68	1,02	0,21	1,96	0,52	0,08	2,52
Mediana	7,68	1,02	0,11	1,59	0,52	0,04	2,37
MAD	3,93	1,86	1,58	2,69	1,66	1,51	2,69

N=72	DIN μmol L ⁻¹	N/P	Si/P	Si/N
MIN	0,09	2	0	0,0
MAX	14,40	284	360	10,8
Media	3,19	77	78	1,1
Mediana	3,16	52	46	0,8
MAD	3,02	39	42	1,8

Tab.1.16 - Valori riassuntivi del transetto C.

La concentrazione massima di fosforo totale è stata rilevata nel mese di luglio in tutta l'area di indagine con valori pari a 0,88, 0,89 e 0,91 μmoli L⁻¹. Il trend temporale della concentrazione indicherebbe un accumulo estivo ed invernale ed una diminuzione di P_{tot} in autunno.

Il fosforo reattivo, rilevato sempre a basse concentrazioni, presenta il valore massimo a luglio 2006 ed un massimo relativo, riscontrato in tutta l'area, a febbraio 2007 con dei valori pari a 0,46, 0,47 e 0,46 μmoli L⁻¹

Al carico del fosforo totale, il fosforo reattivo disciolto contribuisce per il 14,6%.

I valori del silicio disciolto raggiungono la massima concentrazione nel mese di marzo nella zona più al largo (7,28 μmoli L⁻¹) e risultano relativamente elevati anche nelle zone vicino alla costa (4,69 e 4,26 μmoli L⁻¹). I valori mensili delle concentrazioni sono sostanzialmente uniformi su tutta l'area di indagine; l'andamento temporale delle concentrazioni espresso come media mobile dei valori medi presenta, invece, un andamento articolato con massimi e minimi relativi che si ripetono all'incirca ogni due o tre mesi.

I rapporti stechiometrici di Redfield sono simili a quelli calcolati per il transetto A (Tab.1.16) ed analoghe sono le conclusioni: fosforo limitazione e un lieve sbilanciamento nel rapporto Si/N. Anche in questo transetto l'indice trofico suggerisce una qualità delle acque elevata o buona (Fig.1.39).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	157 di 437	00	

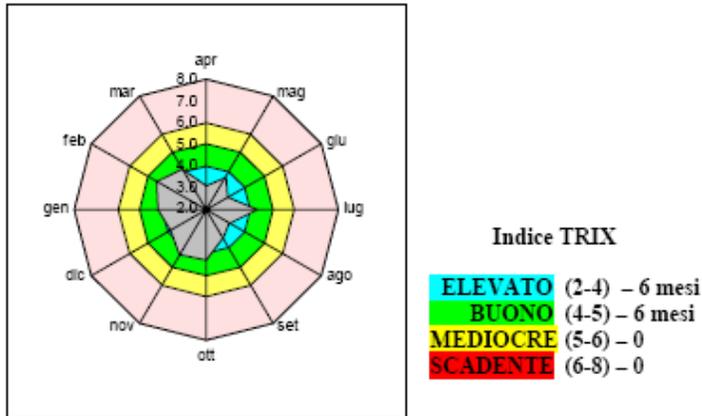


Fig.1.39 - Valori mediiani dell'indice TRIX nei dodici mesi di monitoraggio Transetto C.

Transetto S

Il transetto S, come gli altri transetti della zona occidentale della Regione Friuli Venezia Giulia, è influenzato dalle acque di provenienza isontina.

La concentrazione dell'azoto totale ha raggiunto il valore massimo nel mese di marzo 2007; l'andamento temporale indica un modesto accumulo di Ntot nel periodo primaverile ed in quello invernale Tab.1.17.

La concentrazione più elevata di ione ammonio è stata rilevata a gennaio 2007; il trend temporale individuato dalla media mobile accenna ad un esiguo accumulo di N-NH4 nel periodo invernale .

Il nitrito, rilevato a basse concentrazioni fino a novembre aumenta e raggiunge la concentrazione massima nel mese di gennaio. Il trend temporale evidenzia un accumulo di questa specie ionica nel periodo invernale.

Il nitrato raggiunge la massima concentrazione a febbraio. Questa zona essendo fortemente influenzata dalle acque dolci provenienti dal fiume Isonzo, presenta un'elevata variabilità nella concentrazione di azoto nitrico, che raggiunge una differenza di circa 36 µmoli L-1 tra la concentrazione minima e quella massima nel mese di febbraio.

Il contributo del DIN all'azoto totale è, in questa zona, pari al 59,7%; il DIN, a sua volta, è costituito per l'88,3% da nitrato, per il 9,9% da azoto ammoniacale e per il rimanente 1,8% da azoto nitroso.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE							
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar							
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE							
N° Documento:	Foglio			Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	158	di	437	00			

TRANS. S N=96	N _{TOT} μmol L ⁻¹	N-NH ₄ μmol L ⁻¹	N-NO ₂ μmol L ⁻¹	N-NO ₃ μmol L ⁻¹	P _{TOT} μmol L ⁻¹	P-PO ₄ μmol L ⁻¹	Si-Si(OH) ₄ μmol L ⁻¹
MIN	1,87	0,06	<LOD	<LOD	0,12	<LOD	0,21
MAX	52,48	3,52	0,81	39,33	1,16	0,47	20,97
Media	18,99	1,12	0,20	10,00	0,54	0,07	5,70
Mediana	18,69	1,08	0,16	8,11	0,53	0,04	4,80
MAD	11,99	0,63	0,12	9,80	0,24	0,05	4,15

N=96	DIN μmol L ⁻¹	N/P	Si/P	Si/N
MIN	0,28	16	7	0,1
MAX	40,76	4076	2097	4,5
Media	11,33	277	153	0,8
Mediana	9,30	151	104	0,5
MAD	10,25	127	106	0,3

Tab.1.17 - Valori riassuntivi del transetto S.

La concentrazione massima di fosforo totale è stata registrata nel mese di dicembre, con un valore pari a 1,16 μmol L⁻¹ Tab. 1.17; l'analisi della tendenza temporale suggerisce un andamento ciclico con tre massimi posizionati rispettivamente a luglio, ad ottobre ed a gennaio.

Il fosforo reattivo presenta un picco di concentrazione a febbraio in tutta l'area di indagine. Lo ione ortofosfato contribuisce nella misura del 12.2% al carico di fosforo totale. Il silicio, al pari del nitrato, è stato rilevato ad alte concentrazioni a febbraio; l'elevata variabilità che presenta la concentrazione di questa specie ionica rende difficile individuare eventuali trend temporali.

I valori dei rapporti stechiometrici sono riassunti nella tabella 3.1.4.7; risulta evidente l'elevata fosforo limitazione e un sensibile disequilibrio nel rapporto Si/N (valore mediano pari a 0,5).

L'indice trofico per questo transetto indica che le condizioni di qualità elevata è stata rilevata nel 8,3% dei campionamenti, le condizioni di qualità buona è stata riscontrata nel 66% mentre condizioni di mediocrità sono state registrate nei rimanenti 25% (Fig.1.40).

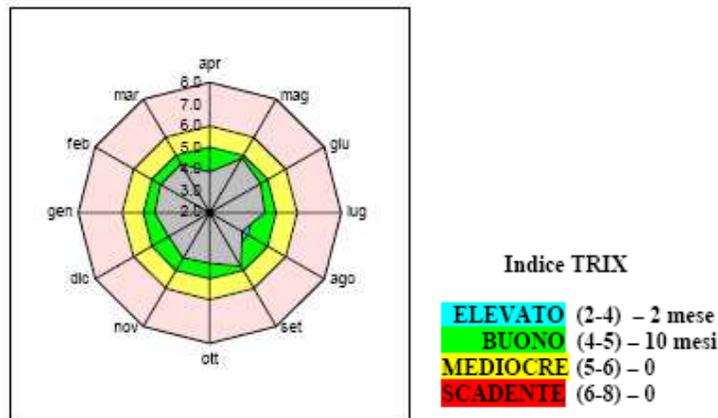


Fig.1.40 - Valori medi dell'indice TRIX nei dodici mesi di monitoraggio. Transetto S.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE							
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar							
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE							
N° Documento:		Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001		159 di 437		00			

Transetto F

Il transetto F, posto tra la bocca lagunare di Primero e la cittadina di Grado, è influenzato sia dalle acque lagunari che dalle acque dolci provenienti dalla vicina foce del fiume Isonzo

I valori dell'azoto totale raggiungono le concentrazioni più elevate nella prima campagna di febbraio 2007. Il trend, indica un accumulo di azoto totale nel periodo invernale (novembre 2006-marzo 2007).

L'andamento temporale della concentrazione di azoto ammoniacale risulta abbastanza regolare durante tutto il periodo di monitoraggio il valore mediano è di 1,11 $\mu\text{mol L}^{-1}$ (Tab.1.18).

I valori di nitrito sono relativamente elevati da gennaio a marzo che raggiungono un massimo nel periodo primaverile.

Il nitrato ha un comportamento analogo a quello dell'azoto totale e del nitrito: valori più elevati nei mesi primaverili ed invernali, mentre in quelli estivi la bassa concentrazione di NO_3 è legata, verosimilmente, alla modesta portata dell'Isonzo. A febbraio la concentrazione di azoto nitrico raggiunge in alcune stazioni il valore massimo.

L'azoto totale è costituito per il 65% da azoto inorganico disciolto; quest'ultimo, a sua volta, è formato per l'87,8% da azoto nitrico, per il 10,2% da azoto ammoniacale e per il rimanente 2,0% da azoto nitroso.

TRANS. F N=72	N_{TOT} $\mu\text{mol L}^{-1}$	N-NH_4 $\mu\text{mol L}^{-1}$	N-NO_2 $\mu\text{mol L}^{-1}$	N-NO_3 $\mu\text{mol L}^{-1}$	P_{TOT} $\mu\text{mol L}^{-1}$	P-PO_4 $\mu\text{mol L}^{-1}$	Si-Si(OH)_4 $\mu\text{mol L}^{-1}$
MIN	1,54	0,12	<LOD	<LOD	0,10	<LOD	0,23
MAX	40,88	6,12	0,70	35,17	1,10	0,46	13,48
Media	17,98	1,19	0,24	10,48	0,54	0,06	5,59
Mediana	18,02	1,11	0,20	9,80	0,53	0,02	5,46
MAD	8,52	0,62	0,15	7,17	0,27	0,03	2,74

N=72	DIN $\mu\text{mol L}^{-1}$	N/P	Si/P	Si/N
MIN	0,36	20	6	0,1
MAX	36,81	1899	1282	3,1
Media	11,74	335	218	0,6
Mediana	11,33	209	115	0,5
MAD	6,65	185	124	0,3

Tab.1.18 - Valori riassuntivi del transetto F.

Si evidenzia la presenza di due periodi in cui la concentrazione di fosforo totale è relativamente elevata: nel primo l'apice viene raggiunto nel mese di luglio nell'altro nel mese di gennaio 2007.

Il fosforo reattivo raggiunge la massima concentrazione in tutta l'area di indagine a febbraio 2007.

I valori più elevati sono stati rilevati nel periodo invernale.

I mesi di luglio ed agosto sono caratterizzati da basse quantità di silicio disciolto il cui valore medio (nel transetto) si colloca attorno alle 1,3 $\mu\text{mol L}^{-1}$.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	160 di 437	00		

I valori dei rapporti stechiometrici sono riassunti nella Tab.1.18; risulta evidente l'elevata fosforo limitazione e un sensibile disequilibrio nel rapporto Si/N (valore mediano pari a 0,5), L'indice trofico per questo transetto indica che le condizioni di qualità elevata è stata rilevata nel 8,3% dei campionamenti, le condizioni di qualità buona è stata riscontrata nel 66% mentre condizioni di mediocrità sono state registrate nei rimanenti 25% (Fig.1.41).

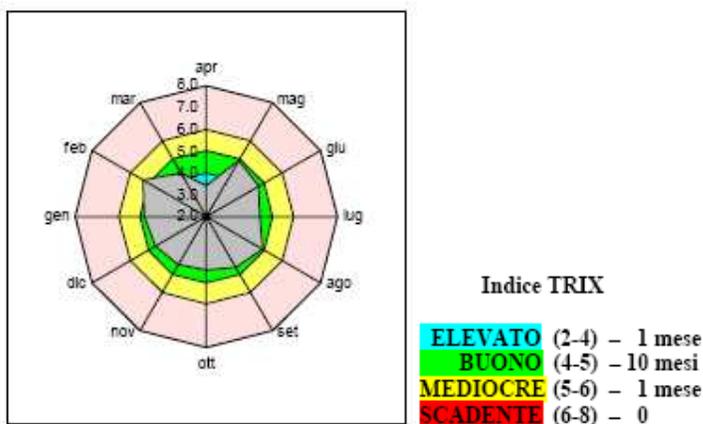


Fig.1.41 - Valori mediani dell'indice TRIX nei dodici mesi di monitoraggio. Transetto F.

Tipologia ed entità delle fonti di immissioni

Sul tratto di costa della regione FVG gravitano i corsi d'acqua dei fiumi Tagliamento e Isonzo oltre a contributi minori dati dal fiume Timavo, che è stato interessato da gravissimi fenomeni di inquinamento legati alla presenza di insediamenti industriali situati nell'ambito del bacino montano in territorio sloveno.

Ulteriori contributi provengono dalle principali bocche lagunari (Lignano, Porto Buso, Grado), che ricevono le acque dei fiumi e dei canali che sfociano all'interno della laguna di di Marano e di Grado, e, in misura ancora minore, dal torrente Rosandra e dal rio Ospio, che s'immettono nelle acque della parte orientale del Golfo di Trieste.

Gli insediamenti costieri più importanti sono costituiti dai porti commerciali di Trieste e di Monfalcone, che appartengono al sistema Alto Adriatico; troviamo poi vicino la città di Trieste la Ferriera di Servola e la centrale elettrica di cogenerazione, e vicino a Monfalcone la Cartiera Burgo e la centrale termoelettrica dell'ENEL.

I principali insediamenti urbani sono costituiti da Trieste, Monfalcone, Muggia, Grado e Lignano, quest'ultimi, essendo centri d'interesse turistico-balneare, incrementano notevolmente la popolazione residente in periodo estivo.

Utilizzo prevalente del territorio costiero

In generale, il 60% della costa ha vocazione balneare, il 10% risulta destinato all'allevamento dei molluschi ed il rimanente 30% è adibito ad usi diversi (portuali, ecc.).

Principali insediamenti urbani costieri

I principali insediamenti urbani presenti lungo la costa sono: la città di Trieste con 211200 residenti; la città di Monfalcone con 26400 residenti; le cittadine di Muggia con 13300 residenti; di Grado con 8700 residenti e di Lignano Sabbiadoro con 6.000 residenti .

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	161 di 437	00	

Quest'ultime due, essendo centri di insediamenti turistico-balneari, aumentano notevolmente la popolazione residente in periodo estivo, raggiungendo circa 250000 abitanti a Lignano Sabbiadoro e 80000 a Grado.

Tipologia ed entità degli apporti

Complessivamente lungo la costa, da Muggia alla foce del fiume Tagliamento, sono stati costruiti sette impianti che si caratterizzano per la lunghezza delle condotte, dell'ordine di diversi chilometri, e per i diffusori, che risultano molto lunghi e provvisti di numerosi getti di scarico. La dispersione dei liquami viene effettuata attraverso apposite colonne applicate alla tubazione principale che consentono un elevato frazionamento dei getti e pertanto rilevanti gradi di diluizione iniziale.

Gli impianti di depurazione (per agglomerati superiori ai 150000 abitanti equivalenti) che gravano sulle coste della regione sono tre:

- S.Giorgio di Nogaro, (carico totale trattato A.E. 250000);
- Lignano Sabbiadoro (carico totale trattato A.E. 180000);
- Trieste-Muggia- S.Dorligo (carico totale trattato in A.E. 239000);
- Zaule (trattamento di reflui depurati della condotta a mare di Trieste).

Gli altri impianti di depurazione (per agglomerati inferiori ai 150000 abitanti equivalenti) sono tre:

- Grado (53950 A.E.), in località Primero
- Staranzano (45000 A.E.)
- Duino-Aurisina (5000 A.E.).

Tutti gli impianti sopra citati scaricano i reflui direttamente in mare mediante condotte sottomarine, a distanze variabili dalla costa.

La condotta a servizio dell'impianto di depurazione centralizzato di S. Giorgio di Nogaro è stata realizzata allo scopo di allontanare dall'area lagunare gli scarichi civili ed industriali provenienti da un esteso bacino di utenza dell'entroterra. I liquami, prima dell'immissione nella condotta, sono sottoposti ad un trattamento di depurazione chimico, fisico e biologico tradizionale. La condotta attraversa la laguna ed il cordone litoraneo esterno e quindi si spinge a mare alla distanza di 6 km dalla costa, con un diffusore che presenta una conformazione ad Y.

L'impianto di depurazione di Lignano Sabbiadoro ha una condotta di scarico a mare della lunghezza di 7,5 km.

L'impianto di depurazione di Trieste è dotato di uno scarico a mare costituito da due condotte affiancate aventi lunghezza rispettivamente di 6,5 km e 7,5 km. I liquami sono sottoposti a un trattamento primario con precipitazione chimica (abbattimento fosforo).

Sono, inoltre, in via di ultimazione i lavori per la realizzazione di collettori di un sistema integrato di fognatura che comprende la realizzazione di collettori fognari, che raccolgono le acque reflue dei Comuni di Muggia e S. Dorligo della Valle, della Zona Est di Trieste e area industriale, e il convogliamento degli stessi presso l'impianto di depurazione di Zaule (TS), già in esercizio da qualche anno. Quest'ultimo recapita i reflui depurati nella citata condotta a mare di Trieste.

La condotta di scarico a mare dell'impianto di depurazione di Grado è lunga circa 5 km.

Quest'opera assieme a quella di S. Giorgio di Nogaro ha contribuito ad allontanare i liquami dal bacino lagunare.

Lo smaltimento dei liquami a Duino-Aurisina avviene mediante condotta sottomarina lunga circa 1,9 km, preceduto da un trattamento biologico tradizionale.

L'impianto di depurazione di Staranzano, intercetta o centralizza tutti gli scarichi del comprensorio di Monfalcone (9 comuni) smaltendo l'effluente finale a mare mediante

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		162 di 437		00	

condotta sottomarina (in corso di collaudo). I liquami sono sottoposti ad un trattamento biologico tradizionale.

Stima degli scarichi autorizzati

Per la Provincia di Trieste esistono altri apporti puntuali (scarichi autorizzati dalla Provincia ai sensi D. LGS. 152/99) di minore entità e diversa tipologia. Nella baia di Muggia, all'interno delle dighe foranee vengono scaricate in mare, sotto costa, le acque della centrale elettrica di cogenerazione di Servola e quelle reflue industriali della Ferriera. Nel torrente Rosandra vengono scaricate in superficie le acque reflue industriali di un'azienda (Wartsila Italia) che vende e fornisce assistenza nell'ambito di motori diesel. A S. Giovanni di Duino, vicino alla cittadina di Duino, vengono scaricate acque industriali superficiali della cartiera Burgo.

Tipologia ed entità dei carichi zootecnici

Altre fonti di immissione a mare sono dovute agli allevamenti zootecnici intensivi di notevole dimensioni che sono collocati nell'area tra i fiumi Stella e Cormor, sull'area dello Zellina ed infine su tutta l'area a Sud dell'abitato di Torviscosa. I percolati delle stalle e dei depositi di letame giungono in laguna attraverso il sistema di idrovore. Secondo i dati ISTAT del 5° censimento generale dell'agricoltura (ottobre 2000), nelle quattro province della regione (Pordenone, Udine, Gorizia e Trieste) gli allevamenti maggiori sono a carico delle specie avicole (Udine e Pordenone), seguiti da quelle bovine (Udine e Pordenone) e suine (Udine).

Tipologia ed entità degli allevamenti ittici

Per quanto attiene la produzione ittica, in Friuli Venezia Giulia esistono 120 aziende di cui 50 di acqua dolce e 70 di acqua salata.

In acque interne, un fenomeno molto particolare come quello delle risorgive, ha permesso di ottenere allevamenti di trote nella zona collinare di S. Daniele del Friuli, con caratteristiche del tutto simili a quelle dei torrenti di alta montagna.

La vallicoltura è diffusa fin dai tempi antichi nell'Alto Adriatico. Le zone lagunari di Grado e Marano hanno sviluppato, fin dai primi insediamenti di pescatori in questa zona, il metodo delle valli da pesca come organizzazione produttiva dell'ecosistema lagunare. In laguna di Marano sono presenti 17 valli da pesca per 320 ha di superficie, in laguna di Grado 38 per un totale di 1410 ha. Vengono allevate specie ittiche quali: orate, branzini, cefali ed anguille. A S. Dorligo, un comune in provincia di Trieste, opera un impianto di allevamento di salmonidi, che utilizza le acque del Rosandra.

Tipologia ed entità degli insediamenti industriali

Nel territorio della Bassa Friulana è localizzata la più importante zona industriale dell'area complessiva (Zona industriale Aussa-Corno). Il Consorzio per lo sviluppo Industriale gestisce dal 1964 l'area compresa fra i fiumi Aussa e Corno, nella zona più vicina al mare della provincia di Udine, area che comprende anche lo scalo di Porto Nogaro, area portuale di piccole dimensioni, la cui attività, però, è in costante sviluppo.

Le aziende sino ad ora insediate rappresentano alcune delle realtà più significative a livello nazionale nel settore siderurgico, metalmeccanico, conciario, chimico ed alimentare. Nella zona industriale gestita dal Consorzio sono attualmente presenti 50 insediamenti industriali che contano 2500 addetti. Lo scalo di Porto Nogaro ha movimentato, nel 1996, più di 800.000 tonnellate di merci.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		163 di 437		00	

L'altro polo produttivo è localizzato nella parte sud-orientale della regione ed è rappresentato dall'area del porto industriale di Trieste. Questa zona comprende una serie d'infrastrutture (Ferriera di Servola, Centrale elettrica di cogenerazione, Wartsila Italia), comprese tra l'area portuale della città di Trieste ed il confine sloveno, che costituiscono un' "area critica" per quanto riguarda la movimentazione di sostanze pericolose e di conseguenza la qualità delle acque marine. In particolare la zona compresa tra la foce del torrente Rosandra (Canale navigabile - Baia di Muggia) ed il rio Ospio, denominata piana di Zaule, è stata (fino agli anni '80) sede di numerose industrie, alcune di notevole importanza per il carico inquinante (Raffineria Aquila, Raffineria Triestina di Olii Minerali). Con la pubblicazione del decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 24 febbraio 2003, riguardante la perimetrazione delle "aree da sottoporre ad interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza d'emergenza, bonifica, ripristino ambientale e attività di monitoraggio," è stato individuato un sito d'interesse nazionale (SIN). Tale area si sviluppa, a terra, tra lo Scalo Legnami (Porto di Trieste) e la cittadina di Muggia, mentre la parte a mare, comprende la Baia di Muggia e tutto il tratto di mare tra il molo sesto e punta Ronco.

Sull'area, come già accennato, insistono svariate attività produttive di tipo siderurgico, chimico, di deposito e stoccaggio di oli minerali e prodotti petroliferi raffinati, nonché aree dimesse, sede in passato di impianti di smaltimento, di raffinazione e lavorazione di oli lubrificanti. Il principale problema ambientale è rappresentato dall'inquinamento delle aree di ex raffinerie e di depositi di idrocarburi (ex raffineria ESSO ed ex Aquila) per lo più costieri, nonché dalla presenza di una notevole contaminazione dei sedimenti nelle aree portuali.

Tipologia dei porti

Il Porto di Trieste si caratterizza per la presenza di aree "Porto Franco" (speciale normativa doganale che garantisce agli operatori commerciali internazionali condizioni esclusive). Porto classificato come "regional", viene considerato "regional competitive", ovvero dotato di strutture che garantiscono allo scalo una competitività in ambito regionale. È il primo scalo in Italia nella movimentazione di prodotti petroliferi, con un progressivo incremento del traffico container. Amministrato dall'Autorità Portuale, si sviluppa su una superficie di oltre due milioni di metri quadrati, lungo 20 km di costa. Il Porto Franco di Trieste ha 12000 metri di banchine, 47 ormeggi operativi, di cui 11 destinati al traffico container, e fondali fino a 18 metri di profondità.

Il porto di Monfalcone è il centro intermodale che, nel raggio di 25 km, ingloba il porto, l'aeroporto di Ronchi dei Legionari, l'autoporto e la stazione confinaria di Gorizia e lo scalo ferroviario di Cervignano. È classificato come porto di interesse "average", ossia dotato di strutture che rispondono "mediamente" alle esigenze degli operatori. Nell'attuale fase di sviluppo dell'attività del porto, in continua ascesa, vengono manipolate oltre 3 milioni di tonnellate di merce secca di varia natura. Il Porto di Monfalcone vanta il primato in Italia nel settore della manipolazione di prodotti forestali. Lo scalo ha 1500 metri di banchine e 140000 m² di piazzali, con fondali che variano dai 7,5 ai 12,5 metri di profondità.

Tipologia ed entità delle fonti di inquinamento da mare

Il sistema portuale regionale nell'anno 2000 ha dato luogo, tra sbarchi ed imbarchi, a una movimentazione di circa 52.481.000 tonnellate di merci, con un aumento rispetto al volume di traffici avvenuti nel 1999 del 6,9%. A tale aumento hanno contribuito tutti e tre i porti regionali (Trieste, Monfalcone e Porto Nogaro), ma in termini assoluti è significativo l'aumento dei traffici nel porto di Trieste, attraverso il quale passa il 90,7% del flusso

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		164 di 437		00	

marittimo di merci della regione. La maggior quota di merci che transitano attraverso il porto di Trieste è rappresentata da prodotti energetici di cui gli olii minerali sono la componente principale (74,5%), tra questi il petrolio greggio destinato al Terminal SIOT, il più importante del Mediterraneo, costituisce il 72,5%. Il restante traffico commerciale è costituito da altre tipologie merceologiche: carboni, legnami, minerali, cereali e semi oleosi; significativa è la specializzazione nel settore del caffè, con appositi terminali attrezzati. Il traffico containers è dell'ordine di 200000 T.E.U. l'anno, quello dei camion su navi RO-RO/ferry di circa 190000 unità, mentre il traffico passeggeri supera le 200000 persone imbarcate e sbarcate (Autorità portuale del Porto di Trieste).

Tipologia ed estensione di impianti di acquacoltura

Questa attività, descritta in dettaglio nel par.1.9.2.viene qui citata perché può avere ripercussioni sulla qualità delle acque.

Nel golfo di Trieste l'attività di gran lunga prevalente è la mitilicoltura che interessa in particolare tre zone:

- una a Sud di Muggia, tra Punta Sottile ed il confine di stato (Slovenia),
- la seconda lungo la costiera triestina, da Grignano a Sistiana (è l'area più estesa in lunghezza)
- la terza è la Baia di Panzano, che comprende le foci del fiume Timavo ed è in vicinanza di quelle dell'Isonzo.

Per quanto riguarda la maricoltura occorre segnalare la presenza di due impianti di riproduzione artificiale di orate e branzini e altri sparidi in gabbie galleggianti situati nella Baia di Panzano. Per quanto riguarda l'allevamento di queste specie, le attuali attività sono volte soprattutto all'avanterria (circa 6 milioni di pezzi/anno), l'allevamento che si svolge nel Golfo di Trieste è piuttosto limitato (circa 15 t di prodotto commerciale e 70 t di avannotti di varia taglia). Quest'attività comporta la trasformazione di produzioni primarie (mangimi costituiti prevalentemente da farina di pesce) in prodotti di maggior pregio con inevitabili scarichi a mare di deiezioni e mangime non utilizzato.

Le acque lagunari sono state utilizzate per varie sperimentazioni colturali, prima fra tutte l'allevamento di molluschi come il Mitilo (*Mytilus galloprovincialis*) e l'Ostrica portoghese (*Crassostrea gigas*). Nella laguna di Marano nel 1986 iniziarono le prime prove di allevamento di *Tapes philippinarum* (vongola verace filippina) che attualmente è in produzione.

1.3.2 Descrizione della qualità delle acque per l'area di progetto

Analizzando il Programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero effettuato dall'OSSERVATORIO DELL'ALTO ADRIATICO dell'ARPA FRIULI VENEZIA GIULIA per tutto il golfo di Trieste, tramite sonda multiparametrica con profili verticali in continuo, non si osservano particolari anomalie per salinità, pH, ossigeno disciolto, clorofilla a da fluorescenza indotta e profondità di svanimento del disco Secchi. Si registrano, invece, temperature delle masse d'acqua del bacino superiori alla media (2002-2006) nelle campagne effettuate da settembre 2006 a marzo 2007. In particolare, in gennaio 2007, si rileva un anomalo incremento medio della temperatura del golfo di circa 3,0°C, rispetto al valore medio di 8,3°C (2002-2006) che incrementa a 3,6°C ad inizio marzo rispetto al valore medio di 7,8°C (2002-2006).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	165	di 437	00		

La stratificazione termica della colonna d'acqua è presente da aprile a inizio settembre, il massimo gradiente termico tra superficie e fondo (22 m) è pari a 10°C e si osserva in luglio, mese in cui si rilevano anche le massime temperature superficiali corrispondenti a 27,3°C. Da fine settembre e in tutto il periodo autunnale-invernale le masse d'acqua del golfo si presentano in situazione di instabilità termica, i minimi di temperatura (7,6°C e 7,2°C) interessano lo strato superficiale di alcune stazioni (Grado e Porto Buso) rispettivamente nel mese di dicembre 2006 e gennaio 2007. Tali valori sono, comunque, superiori ai minimi della serie storica, è inoltre, importante evidenziare che da fine dicembre 2006 si registra un leggero ma costante incremento della temperatura del mare soprattutto nell'area occidentale del bacino a minor batimetria.

Diluizioni dello strato superficiale del golfo, ad opera di apporti isontini e lagunari, si osservano da aprile ad inizio giugno 2006. Inoltre, diluizioni delle acque costiere si registrano in settembre, inizio ottobre e novembre, fine dicembre e tra gennaio e marzo 2007, queste sono principalmente da imputare ad apporti isontini, che interessano soprattutto l'area nord occidentale del bacino.

Nel periodo di omogeneità termica, lo strato superficiale (0-4 m) a bassa salinità rimane comunque confinato dalle masse d'acqua centro-orientali a maggior tenore salino dalla presenza di un ben definito sistema frontale.

Valori relativamente bassi di pH in superficie sono spesso associati ad apporti fluviali, mentre un incremento di tale parametro si registra nelle campagne di luglio in concomitanza ad elevate concentrazioni di ossigeno disciolto, un incremento della clorofilla *a* da fluorescenza indotta ed un decremento della profondità di svanimento del disco Secchi.

Tale situazione potrebbe indicare, un incremento dell'attività fitoplanctonica, infatti, le analisi al microscopio ottico evidenziano una fioritura della specie *Chaetoceros* spp.. Valori relativamente elevati di tali parametri e un leggero decremento della profondità di svanimento del disco Secchi si individuano anche tra febbraio e marzo 2007 e sono da associare ad una fioritura di diatomee planctoniche (*Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus*, *Cerataulina pelagica*, *Pseudonitzschia seriata complex* e *Chaetoceros* spp.).

Si riporta di seguito una breve descrizione dei parametri misurati lungo i transetti più rappresentativi del tracciato, relativi alla campagna di monitoraggio ARPA (Fig. 1.27).

Transetti A e C

Tali transetti sono rappresentativi della zona orientale (A) e centrale (C) dell'area marina costiera del golfo e si sviluppano su una batimetria compresa tra 16 m (area costiera) e 23 m (area al largo). In generale presentano una stratificazione termica nel periodo primaverile e estivo mentre l'omogeneità termica è osservabile in autunno ed inverno. Sono interessati dalle acque di derivazione isontina solo in corrispondenza di forti apporti fluviali, mentre, soprattutto le masse d'acqua del transetto A presentano elevate salinità per l'effetto della corrente istrodalmata risalente lungo la costa orientale del bacino.

Tra aprile 2006 e settembre 2006 tale area è costituita da masse d'acqua stratificate termicamente, il massimo gradiente superficie-fondo è di 9,7°C e si registra a fine giugno nel transetto A, la temperatura massima di 26,58°C si misura, invece, nello strato superficiale della stazione C121. Ad ottobre per l'effetto del mescolamento convettivo e meccanico delle masse d'acqua causato da una perturbazione atmosferica accompagnata da venti del I e II quadrante tale area del bacino presenta una struttura termicamente omogenea sebbene con una temperatura media di circa 1,2-1,4°C più elevata rispetto a quella media della serie storica (2002-2005).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		166	di 437	00	

L'omogeneità termica permane fino a marzo 2007 ma le masse d'acqua hanno valori medi decisamente più elevati rispetto alla serie storica, quest'ultima situazione si accentua soprattutto nel periodo gennaio-marzo 2007 dove la differenza tra il valore medio della serie storica (2002- 2006) e quello del marzo 2007 è di 3,5°C.

La salinità non presenta particolari anomalie ed ha un valore medio nel periodo esaminato di 37,49. Salinità relativamente più basse caratterizzano il periodo tra aprile e giugno 2006 (valore medio transetto A: 37,47; valore medio transetto C: 37,34), i valori minimi si individuano nello strato superficiale per l'effetto della maggior dispersione spaziale delle acque di derivazione isontina e del fiume Timavo in una situazione di stratificazione termica del bacino. Nel successivo periodo estivo ed autunnale il parametro permane su valori relativamente elevati (valore medio transetto A:37,51; valore medio transetto C: 37,41) e solamente ad inizio marzo 2007 il tenore alino decresce (valore medio transetto A e C: 37,0) per l'azione degli apporti del fiume Isonzo del febbraio 2007; i massimi di salinità (38,07) caratterizzano gli strati profondi della stazione A414 ad inizio aprile 2006.

Nel periodo esaminato il pH, l'ossigeno disciolto e la clorofilla a da fluorescenza indotta non presentano particolari anomalie. Valori elevati dei tre parametri caratterizzano il periodo fine giugno e inizio agosto e probabilmente sono associati ad un incremento dell'attività fitoplanctonica negli strati subsuperficiali e prossimi al fondo della colonna d'acqua. In particolare, a luglio il pH raggiunge valori di 8,35, l'ossigeno disciolto il 120% saturazione e la clorofilla a indotta i 5µg/L. Un valore particolarmente elevato (8-9 µg/L) di quest'ultimo parametro si misura, ad inizio agosto negli strati della colonna d'acqua prossimi alla condotta sottomarina di Trieste (A414), ciò potrebbe indicare un aumento della comunità autotrofa o comunque un incremento del particolato sospeso. Ossigeno disciolto e clorofilla a indotta si presentano elevati anche a febbraio e marzo 2007, periodo in cui il bacino è stato interessato, come già precedentemente citato, da una fioritura a diatomee planctoniche.

Situazione di sottosaturazione di ossigeno disciolto (60% sat.) si rileva, invece ad inizio ottobre in prossimità del fondo dell'area più orientale (A313).

Transetto S

Il transetto identifica l'area prospiciente la foce del fiume Isonzo ed è quindi direttamente influenzato dai suoi apporti. Si sviluppa su una batimetria compresa tra 9 m (area costiera) e 21 m (area al largo). In generale presenta una distribuzione dei parametri idrologici simile a quella del transetto C. Si evidenzia però una maggior variabilità della salinità e del pH che presentano un valore medio rispettivamente di 36,98 e di 8,20. La temperatura massima 25,69°C e minima 7,91°C si registrano rispettivamente a fine giugno nello strato superficiale della stazione S252 e ad inizio aprile nello strato di fondo della stazione S454, il massimo gradiente termico tra superficie e fondo si individua a fine giugno ed è di 10,11°C ed è quindi paragonabile a quello del transetto A. È importante notare che la temperatura minima si misura ad aprile 2006 e non nei mesi invernali del 2007, gli strati prossimi al fondo del marzo 2007 presentano valori di 11,40°C, valore superiore di ben 3,5°C rispetto a quello dell'aprile 2006, ciò è indice del debole raffreddamento del bacino durante l'inverno 2007. Salinità di 24,40 caratterizzano le acque superficiali della campagna fine aprile 2006 e inizio marzo 2007 e sono associate agli apporti isontini che si dispongono con una "plume" più o meno estesa e a morfologia variabile davanti alla foce fluviale. Salinità elevate (38,06) anche per questo transetto si osservano ad inizio aprile 2006 nello strato di fondo della St. S454.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		167	di 437	00	

La distribuzione temporale del pH, ossigeno disciolto e clorofilla a indotta segue l'andamento già evidenziato per i transetti A e C .

Transetto F

Il transetto F identifica l'area prospiciente la bocca lagunare di Primero e si sviluppa su una batimetria compresa rispettivamente tra 5-10 m e tra 2-10 m. A causa sia del relativo esiguo battente d'acqua, sia per l'interazione con le acque provenienti dalla retrostante laguna di Grado si ha una maggiore variabilità dei parametri idrologici rispetto ai precedenti transetti A, C ed S. In generale rispecchiano la distribuzione dei parametri descritta negli altri transetti presentando comunque sia una maggiore omogeneità termica della colonna d'acqua che una elevata variabilità della salinità. Nel periodo esaminato la temperatura media nel transetto F è di 16,43°C con valori minimi e massimi rispettivamente di 8,37°C (strato superficiale della stazione F161 a fine gennaio 2007) e 25,41 (strato superficiale della stazione F363 a fine giugno 2006).

Una stratificazione della colonna d'acqua è individuabile solamente nella campagna di fine giugno 2006 ed il gradiente termico tra superficie e fondo è pari a 4,7°C. La salinità media è di 36.04 con una deviazione standard di 1,81 indicante l'elevato intervallo di variabilità del parametro. Il pH presenta valori particolarmente elevati (8,44) a fine luglio 2006 soprattutto delle stazioni più costiere. I tenori di ossigeno disciolto sono principalmente in saturazione o sovrassaturazione ad eccezione della seconda campagna di novembre e prima di dicembre che è in sottosaturazione (75-80% sat.) nello strato superficiale.

Si rilevano anche in questi due transetti gli elevati valori di clorofilla a indotta a febbraio 2007.

1.3.3 Individuazione di zone con elementi di criticità e/o sensibilità

Dalla analisi dei dati riportati nel paragrafo precedente risulta che nel golfo di Trieste esistono due zone critiche situate rispettivamente nei pressi della foce dell'Isonzo e nella baia di Muggia. Nel primo caso si tratta della zona marina circostante la foce che riceve il carico di sali nutritivi e di altri inquinanti presenti nelle acque isontine che causano la formazione di processi trofici in tutta la colonna d'acqua e interessano un'area notevolmente estesa con saltuarie carenze di ossigeno disciolto negli strati prossimi al fondale marino.

Nel secondo caso tutta la baia di Muggia fino a Punta Sottile è interessata da stati d'ipossia/anossia con presenza di aree particolarmente influenzate da elevata trofia causata dalla presenza nella fascia costiera di numerose attività industriali e dalla pressione antropica del contesto urbano.

Un'altra zona, ma di scarsa estensione, in cui sono presenti fenomeni di eutrofia è situata nei pressi delle Bocche del Primero nel tratto terminale di diffusione dei reflui della condotta dell'impianto di depurazione.

Per quanto riguarda gli elementi di sensibilità si segnala la zona costiera e marina del Parco marino di Miramare che ospita una fauna ittica e bentica di grande interesse biogeografico, esso non sarà comunque interferito dalla sealine in progetto, in fase di costruzione o di esercizio.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	168 di 437	00	

1.4 Suolo, sottosuolo e ambiente marino

1.4.1 Geologia

Al fine di fornire un inquadramento geologico generale che comprenda un intorno d'area più vasto di quello direttamente interessato dall'area in oggetto, vengono di seguito riportate le informazioni di carattere geologico, dedotte dalle Carte Geologiche delle Tre Venezie, Foglio 53A – Trieste e Foglio 40A – Gorizia, edite alla scala 1:100.000 a cura del Ministero dei Lavori Pubblici Ufficio Idrografico del Magistrato delle Acque di Venezia, e dalla Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia a scala 1:150.000 (Carulli G.B. 2006) (Fig. 1.42).

Il territorio della città di Trieste e le zone ad essa limitrofe, si presentano caratterizzate, sotto il profilo geologico, dalla presenza di formazioni rocciose e litotipi appartenenti geologicamente a due “mondi” diversi: formazioni di natura carbonatica e formazioni di natura arenacea e marnosa.

I rilievi di natura carbonatica sono quelli del Carso triestino, posti prevalentemente a nord del capoluogo mentre quelli di natura flyschoidi affiorano nella porzione ad est e sud-est della città.

I rilievi dell'altipiano calcareo del Carso triestino, che proseguono ad est con un naturale tratto dell'Istria montana, sono costituiti nel loro insieme da una vasta anticlinale parzialmente spianata, percorsa e complicata da pieghe secondarie dirette da SE a NO, a volte strette e pronunciate, che vedono la presenza di numerose formazioni di natura carbonatica.

I flysch appartenenti alla successione cenozoica sono costituiti da un'alternanza ritmica di marne e arenarie. Le marne sono di tipo vario, spesso a contenuto calcareo basso, in genere assai friabili. Alterate superficialmente assumono colorazioni grigiastre e le coperture che ne derivano scivolano spesso lungo i declivi ripidi dei canali e dei calanchi di erosione; le superfici marnose inalterate vengono messe a nudo in più tratti e spiccano per il loro caratteristico colore grigio-azzurrognolo o ceruleo, quando la vegetazione non riesce ad affermarsi sulle superfici esposte.

Anche le arenarie sono di tipo a grana assai varia da luogo a luogo e da orizzonte a orizzonte e la loro composizione oscilla entro limiti alquanto larghi. I noti processi di alterazione atmosferica sui minerali di ferro fanno sentire la loro influenza fino a parecchi centimetri all'interno della roccia che diventa friabile e si colora nettamente in giallo-rossastro a varie tonalità. In generale la formazione si presenta ben stratificata, con calciruditi e calcareniti che in affioramento si presentano con potenti bancate.

Le arenarie non alterate e non argillose sono invece molto resistenti e colorate in grigio, grigio-bluastro, talora a tendenza verdastra. Il complesso del Flysch raggiunge e a volte supera la potenza di 500 m. La sua permeabilità è praticamente nulla e le modeste quantità d'acqua che riescono tuttavia ad infiltrarsi per imbibizione o capillarità alimentano piccole sorgenti sparse, a quote diverse, nel complesso litologico.

Oltre ai terreni marnoso-arenacei e a quelli calcarei, discreta diffusione hanno anche i terreni alluvionali che sono in generale di tipo argilloso e costituiscono i fondovalle degli attuali corsi d'acqua epigei e dei loro affluenti principali. Tra questi molto diffusa è la “terra rossa” che copre per tratti più o meno estesi le superfici calcaree.

Nella zona orientale del Golfo, questi depositi costituiscono i fondovalle dei corsi d'acqua. Talora sono formati da argille leggermente arenacee, derivanti dal disfacimento e dall'alterazione chimico-meteorica delle marne e delle arenarie eoceniche. In qualche caso

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	169 di 437	00	

sono state riscontrate delle lenti ghiaiose. L'età di questi depositi alluvionali per quanto riguarda i materiali in superficie è sempre recente, postwürmiana, giacché le analoghe formazioni precedenti sono state ovunque sepolte dal materiale recente ed attuale che di continuo va depositandosi in fondo alle valli, specie alle foci dei corsi d'acqua.

Si consideri inoltre che in seguito alla trasgressione eustatica postwürmiana e al bradisismo discendente, gli antichi piani alluvionali pleistocenici sono stati per lo più sommersi, mentre oggi l'intenso fenomeno di sedimentazione in atto, sta continuando a guadagnare sul mare con vasti e relativamente rapidi interramenti.

Per quel che riguarda la parte occidentale del golfo i depositi continentali recenti ed attuali sono in massima parte costituiti da materiali depositati dal fiume Isonzo la cui foce, negli ultimi millenni, ha subito molteplici deviazioni interagendo con i depositi palustri della limitrofa laguna di Grado. In generale nei pressi di Punta Sdobba prevalgono i sedimenti sabbiosi, mentre nella valle Cannata e nell'area delle Bocche di Primero, compare un'alternanza di depositi sabbiosi e pelitici. La geologia degli approdi è rappresentata in Allegato 12 (Volume 3 di 5).

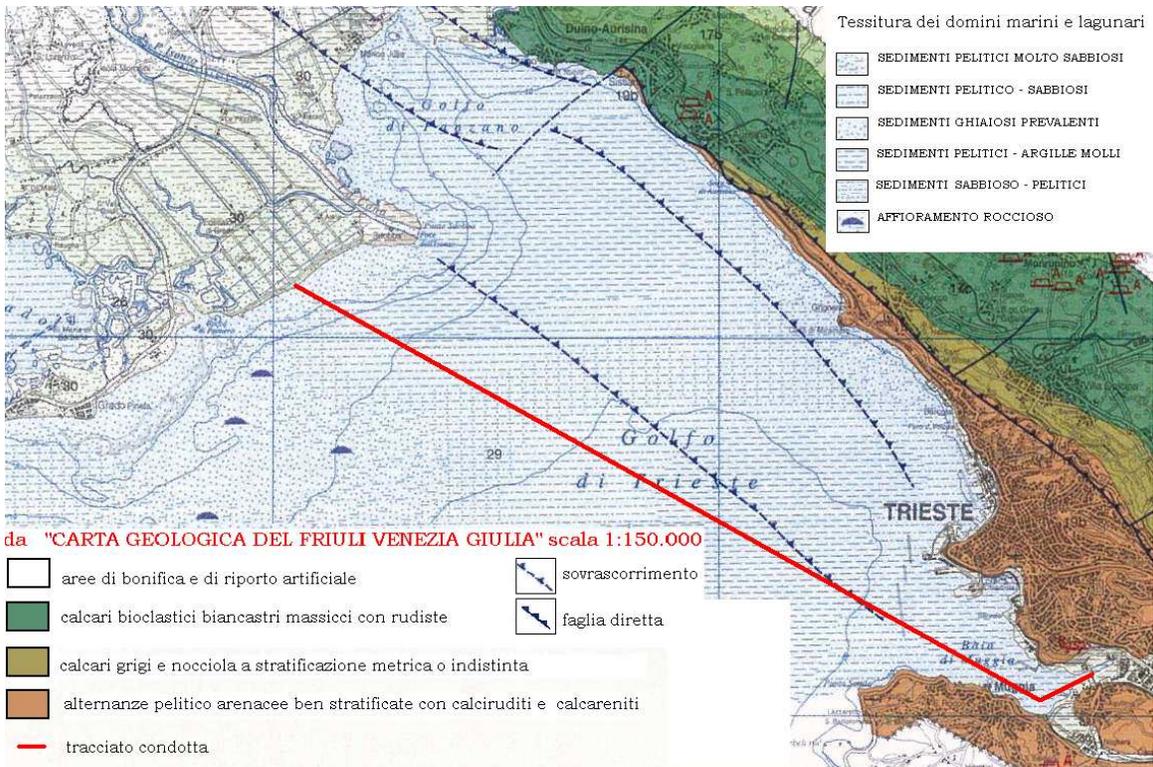


Fig. 1.42 - Stralcio della Carta geologica delle Tre Venezie.

Geologia Strutturale

L'area in studio è compresa nel settore orientale delle Alpi meridionali e quello nord occidentale delle Dinaridi che presentano la più elevata attività sismica di tutta la catena alpina (Fig. 1.43).

Questa attività è collegata con l'intenso stress originato dalla sua evoluzione geodinamica che determina l'accorciamento crostale che caratterizza l'area friulana.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 170 di 437	Rev.:			
		00			

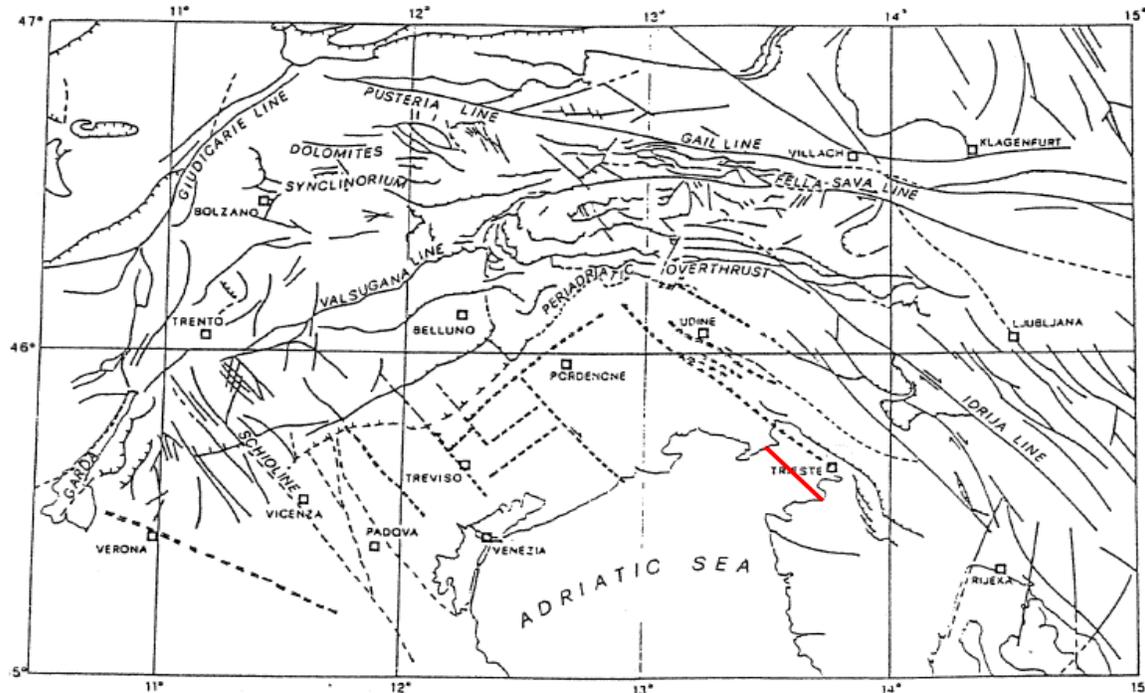


Fig. 1.43 - Schema tettonico Alpi Orientali e Dinaridi

L'inquadramento strutturale è caratterizzato, da ovest verso est, dai seguenti elementi:

- Il sistema giudicariense, il cui basamento è coinvolto nelle deformazioni, mostra una serie di accavallamenti con direzione NNE-SSO e piani immergenti verso ONO.
- Il sistema scledense è rappresentato da faglie subverticali, come la linea Schio-Vicenza, che hanno direzione NO-SE e rigetti verticali anche di 2000 metri.
- Il sinclinorio dolomitico è invece poco deformato mentre il sistema valsuganese si presenta con sovrascorrimenti a direzione ENE-OSO e superfici che interessano anche il basamento cristallino, immergenti verso NNO.
- Il sistema tilaventino costituisce la continuazione del precedente ma è caratterizzato da un accorciamento maggiore. Esso mostra strutture a direzione E-O comprese tra la lineazione Fella-Sava a nord e la pianura friulana a sud.
- Infine il sistema dinarico, è costituito da accavallamenti con direzione NO-SE e immersione verso NE nonché da faglie sub verticali trascorrenti destre che hanno la stessa direzione. Queste linee tettoniche si ritrovano nelle Dinaridi esterne e nel sottosuolo della pianura friulana occidentale.

Il quadro qui descritto è il risultato dell'orogenesi ercinica e di quella alpina. L'evoluzione geodinamica recente di quest'area è, dal Cretaceo in avanti, condizionata dall'avvicinamento tra la placca africana e quella europea che provoca la collisione alpina. Gli studi neotettonici a scala regionale indicano che la condotta in progetto non interseca nessuna importante struttura tettonica, infatti il sovrascorrimento più vicino è identificabile a nord est della foce dell'Isonzo, cioè fuori dal corridoio del tracciato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 171 di 437	Rev.:	
		00	

Inoltre, per quel che riguarda la subsidenza a scala regionale, tali studi indicano che l'area in cui ricade l'opera è soggetta ad un generale abbassamento.

In base a queste analisi appare che la sismicità dell'Italia nord-orientale è legata ad un sistema di sovrascorrimenti e di faglie superficiali che si raccordano con il tetto del basamento cristallino posto alla profondità di 10-12 km.

Questo modello sismotettonico identifica la causa dei terremoti dell'area nel sistema di sovrascorrimenti e faglie attivate dalla rotazione che avviene in senso antiorario della microplacca adriatica in collisione con la placca europea (Fig. 1.44).

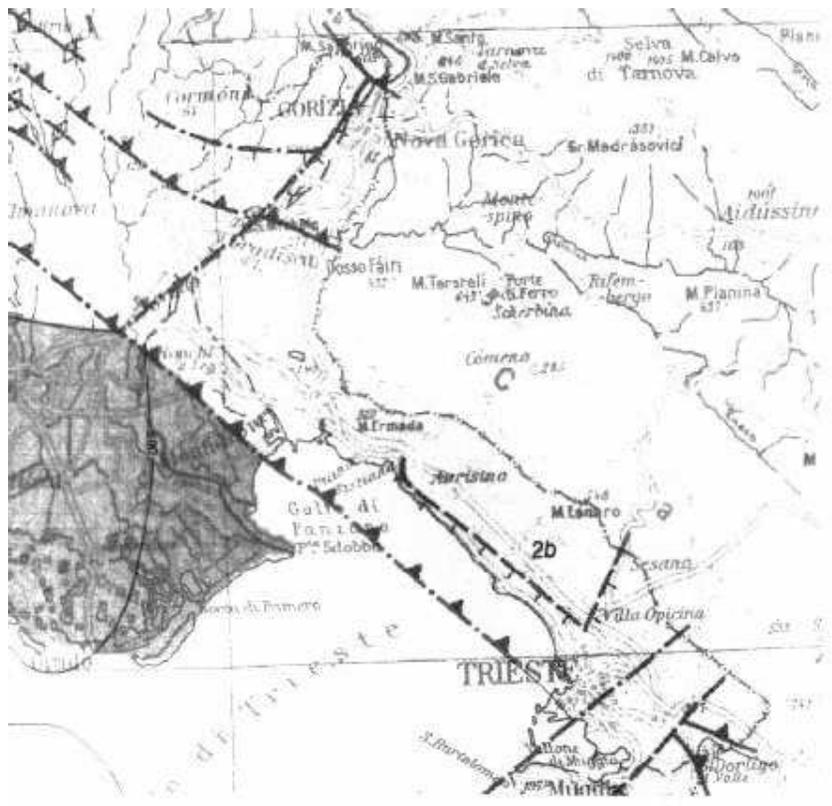


Fig. 1.44 - Principali lineamenti tettonici dell'area di Trieste

1.4.2 Geomorfologia

1.4.2.1 *Paleoceanografia dell'Alto Adriatico e del Golfo di Trieste*

L'Adriatico settentrionale e in particolare il Golfo di Trieste sono stati oggetto di una serie di rilievi particolarmente dettagliati che hanno consentito di costruire una carta morfologica del fondale marino.

I risultati di questi rilievi possono essere utilizzati per effettuare ricostruzioni paleogeografiche di grande interesse su un'area che un tempo era emersa.

Si tratta di un'epoca abbastanza recente che abbraccia l'intervallo che va dalla fase finale del Würm III ai giorni nostri, cioè, un arco temporale che abbraccia all'incirca gli ultimi 20.000 anni.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	172 di 437	00	

Il fondale dell'Adriatico settentrionale esaminato nel dettaglio è piuttosto complesso. La notevole differenziazione morfologica presente è collegabile alla recente sommersione a cui è stata soggetta questa zona con conseguente copertura, da parte di sedimenti marini di modesto spessore, di aree in precedenza emerse costituite da depositi continentali di origine fluviale.

Che non molti millenni orsono il livello marino dell'Adriatico era assai più basso dell'attuale è dimostrato dalla presenza di depositi continentali di sabbie nei pressi di Punta Salvore e di fenomeni carsici oggi sommersi; anche nella Baia di Muggia, durante le perforazioni per la fondazione di un terminal petrolifero, sono stati individuati, a 45–55 metri e a 28-35 metri sotto l'attuale livello marino, due livelli continentali con depositi di ghiaie con inclusioni marnose che testimoniano come nel Quaternario recente si ebbero, in queste zone, almeno due ingressioni marine seguite da successive fasi regressive.

Da un primitivo basso livello, il mare è salito, in modo non continuativo ma con fasi di più rapido innalzamento seguite da periodi di relativa stasi e forse anche da temporanei brevi riabbassamenti. Questa ricostruzione è basata sul rinvenimento, sui fondali attuali, di piccole ma marcate scarpate nel settore di mare immediatamente antistante l'attuale linea di riva che testimoniano la stazionarietà del mare durante la formazione, prodotta dai depositi degli apparati fluviali di tali linee costiere.

In queste fasi la parte sommersa veniva ricoperta da sedimento fine di origine continentale; a questo proposito si deve ricordare che i depositi dell'Adriatico settentrionale sono per la maggior parte di tipo terrigeno, con solo una minima frazione organogena, pertanto solo ipotizzando forti apporti terrigeni da parte degli antichi bacini fluviali è possibile giustificare la presenza di depositi sedimentari spessi decine di metri depositatesi nell'arco di pochi millenni.

Dopo queste fasi di stasi il mare riprende ad invadere le aree continentali erodendo le antiche superfici emerse e facendo diminuire, a causa dell'innalzamento del livello di base dei fiumi, l'apporto sedimentario fluviale, dando origine, in questo modo, ad aree lagunari e di palude, dei cui sedimenti resta chiara traccia nella successione sedimentaria.

Oggi le tracce dell'antica morfologia subaerea, non totalmente mascherata dalla successiva deposizione marina che depositandosi ha riprodotto le strutture sepolte di origine continentale, sono ancora rilevabili e le vecchie linee di riva, a causa del modesto spessore della sedimentazione marina che non supera qualche decina di metri, sono identificabili nelle scarpate costiere degli attuali fondali.

Poiché lo spessore di materiale clastico in costipamento fin dal Pliocene ammonta, in media, ad alcune centinaia di metri, oggi, a causa dei fenomeni di subsidenza, è molto difficile valutare gli spostamenti relativi e/o i livelli assoluti delle antiche linee costiere; possiamo però dire che l'antica pianura, oggi coperta dalle acque dall'Adriatico settentrionale, aveva pendenze, pari a 10 metri per ogni 10 km e direzione N-S, minori di quelle che oggi si riscontrano nell'attuale pianura friulano-veneta. Ciò è correlato alla maggior lunghezza degli sistemi fluviali che divagando su piane alluvionali più ampie delle attuali erano in grado di distribuire i loro depositi su aree più vaste, con conseguente diminuzione delle relative pendenze che assumevano valori di 10 metri ogni 50 km, paragonabili all'attuale Valle Padana.

Sulla costa istriana, a causa della mancanza di grandi fiumi che con i loro apporti sedimentari potevano opporre resistenza all'ingressione, il mare è penetrato in misura maggiore all'interno delle terre emerse.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	173 di 437	00	

In considerazione a quanto detto finora, gli studi paleogeografici sono in grado di fornire una dettagliata ricostruzione degli eventi accaduti in quest'area a partire dalla fase terminale del Würm III, circa 20.000 anni fa.

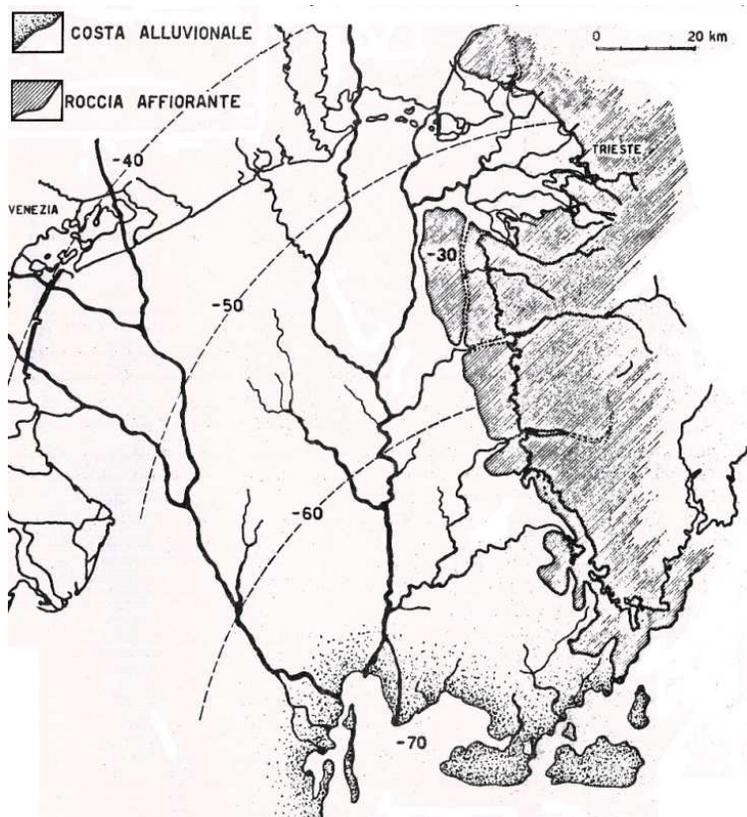


Fig. 1.45 - Paleogeografia (fase terminale del Würm III – 20.000 anni fa)

La Fig. 1.45 fa riferimento al periodo terminale del Würm III; essa mostra che in quest'epoca il livello del mare era ancora stazionario, su quote inferiori di 70 metri rispetto ad oggi, e che la linea di costa di quell'epoca era simile a quella di adesso ma si trovava molto più al largo, all'incirca in corrispondenza dell'attuale isobata di 50 metri.

Le diverse linee tratteggiate che compaiono parallelamente alla linee di riva corrispondono probabilmente a livelli intermedi raggiunti dal mare nel suo moto di salita che fu senz'altro rapido, ma tuttavia costantemente bilanciato dalla sedimentazione fluviale che portò alla formazione di deboli scarpate costiere ancora evidenti sui fondali.

A quel tempo, tutta la pianura occidentale si elevava di poco rispetto al livello marino e lungo la costa erano presenti aree acquitrinose e banchi litoranei a causa del modesto apporto di materiali sedimentari a granulometria fine da parte di fiumi, le cui portate erano scarse a causa della permanenza, nella parte più alta del loro bacino, di condizioni di tipo glaciale.

Invece nella parte orientale il suolo istriano, di tipo calcareo, debolmente sollevato rispetto alla pianura e già soggetto ad estesi fenomeni di carsismo, si estendeva notevolmente più

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	174 di 437	00	

ad ovest di oggi, immergendosi con lieve pendenza fino ad una linea all'incirca parallela alla costa attuale, spostata, nella sua parte settentrionale, di una decina di chilometri più verso ponente. Quest'area calcarea, poco sollevata sul livello del mare, era già stata spianata dalle azioni erosive avvenute in epoche molto più antiche rispetto a quelle che qui si stanno considerando, ma il fenomeno erosivo è stato nuovamente rinnovato in seguito alla successiva ingressione marina nell'ultima fase post würmiana di sollevamento del mare.

Pochi chilometri al largo delle coste istriane, di fronte a Punta Salvore, si nota oggi un profondo solco a carattere fluviale, con sovrastrutture di tipo carsico scavate nel calcare, che non è stato successivamente riempito dalle alluvioni fluviali recenti perché i fiumi furono deviati, sia pur di poco, verso ponente, in seguito al sollevamento dell'Istria durante il Messiniano. Il fondo di questo solco, che nel Miocene era stato creato da un antico fiume, si allinea con una struttura equivalente ancora emersa individuabile nei pressi di Doberdò.

Nella zona corrispondente all'attuale golfo, in particolare tra Trieste e Pirano, le colline della formazione marnoso-arenacea affiorante, durante il Würm, si immergevano sotto la pianura lungo una linea, corrispondente all'incirca alla attuale profondità di 50 metri dello zoccolo di arenaria, abbastanza ravvicinata alla costa odierna.

La prova diretta di ciò è ricavabile sia dai sondaggi effettuati nella Baia di Muggia che rivelano la presenza di due coltri di sedimenti fluviali: la prima direttamente sopra al basamento di arenaria a quota di - 55 metri rispetto all'attuale livello marino e la seconda tra -28/-35, intervallate da abbondante sedimentazione marina, nonché dalle tracce dei solchi fluviali, risorgive e foci del Timavo incisi ad oltre i 60 metri di profondità rispetto all'attuale superficie del Golfo di Trieste.

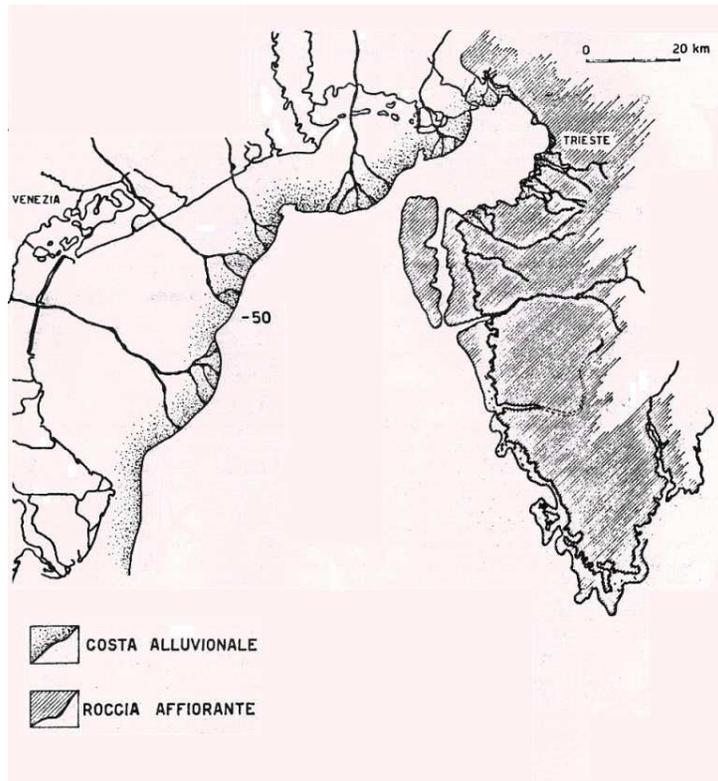


Fig. 1.46 - Paleogeografia (fase finale della glaciazione würmiana)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	175 di 437	00	

La figura precedente (Fig. 1.46) rappresenta la fase finale della glaciazione würmiana, quando il livello del mare si sollevò in breve tempo di una ventina di metri sopravanzando l'alluvionamento fluviale, proveniente da nord e da ovest, ed il mare penetrò in tutta l'area più depressa; lungo la costa istriana esso si incuneò profondamente fino all'attuale golfo di Trieste. In particolare questa figura fa riferimento ad un'epoca immediatamente successiva alla rapida ingressione marina, quando l'apporto fluviale era ancora poco attivo. Oltre alla sommersione di gran parte della antica pianura, il mare portò la costa della metà meridionale della Penisola Istriana pressappoco nella situazione attuale e penetrò anche nel solco di Punta Salvore. Nel contempo, in seguito alla fusione dei ghiacciai alpini, ebbero inizio forti apporti fluviali per l'aumentata portata dei corsi d'acqua settentrionali che andavano ora opponendosi all'invasione del mare con la spinta delle loro alluvioni che giungevano in gran quantità. Il mare, dopo essersi alzato di una ventina di metri ed esser penetrato nel Golfo di Trieste, subì pertanto una stasi nell'innalzamento e la deposizione fluviale prevalse di nuovo nettamente, come mostrato nel successivo schema che vede gli apparati deltizi dei paleofiumi friulani estendersi verso SE nella Baia di Muggia che si va interrando. A quota prossima al livello del mare dell'epoca (circa - 30 rispetto all'attuale), tornarono a depositarsi sedimenti fluviali grossolani. Il Golfo di Trieste è ormai quasi chiuso, ad ovest, dalle conoidi alluvionali dell'Isonzo e del Tagliamento che creavano un'estesa un'area acquitrinosa.

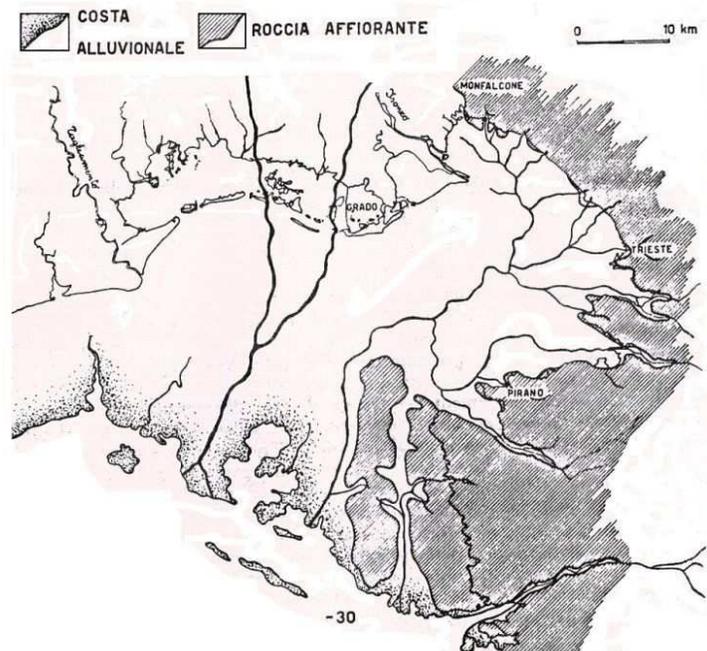


Fig. 1.47 - Paleogeografia (6.000 anni fa)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	176 di 437	00	

Nella precedente figura (Fig. 1.47) che è ormai limitata al solo Golfo di Trieste, è invece evidenziata un'epoca immediatamente successiva alla precedente, quando l'interramento dell'Adriatico settentrionale era ormai completo con una profondità effettiva del mare all'incirca di 30-35 metri minore rispetto ad oggi.

La pianura tuttavia era ancora molto bassa sul livello marino, derivando dal lento interrimento di un bacino semipalustre ormai quasi staccato dal mare. I corsi d'acqua provenienti dall'arco collinare tra Trieste e Pirano si congiungevano col Timavo e defluivano poi nel paleo Adriatico appena ad ovest del lembo calcareo, ormai anch'esso quasi al livello del mare, che prolungava verso ponente la zolla calcarea istriana.

La situazione presentata in questa figura è riferibile a circa 6.000 anni fa, quando, ormai finito il Würm III, tornò a verificarsi una fase di relativo raffreddamento e di stasi nell'innalzamento del mare.

La successiva immagine si riferisce ad una fase ancora posteriore, con livello del mare ulteriormente innalzato fino a sommergere nuovamente l'area del Golfo di Trieste con l'antica linea di costa corrispondente all'incirca all'attuale isobata di 20 m.

Soprattutto nel settore più settentrionale della costa, tale isobata definisce abbastanza nettamente la traccia di una differenziazione morfologica tuttora visibile; infatti troviamo, immediatamente a nord della isobata, presso l'attuale foce del Tagliamento, il cosiddetto Banco della Tressa che rappresenta il relitto di un'antica formazione deltizia.

Analogamente più ad est, davanti all'attuale delta dell'Isonzo, si trova un altro relitto deltizio che riproduce grossomodo la morfologia attuale.

Il mare, dopo essere rimasto stazionario per un certo tempo permettendo la formazione di alluvioni a scarpata lungo la costa settentrionale, si è velocemente innalzato creando uno scenario, per il Golfo di Trieste, molto simile a quello di oggi; nell'area a SE dell'attuale baia, l'ingressione del mare in profondità nelle insenature, ha modellato quasi nella situazione attuale, le insenature di Muggia, Capodistria e Pirano. Il fiume Isonzo defluisce ormai separato dal Tagliamento mentre il Timavo, pur notevolmente più lungo rispetto ad oggi, è ormai ridotto a un breve corso e tutti i torrenti della costa tra Trieste e Pirano, che in precedenza costituivano un bacino idrografico esteso e complesso, ora sboccano direttamente in mare, in posizioni molto simili a quelle di oggi.

Nella Fig. 1.48 è rappresentata una situazione appena precedente all'epoca storica. Il mare si è sollevato gradatamente giungendo a quote ancor più prossime alle attuali. L'ingressione è marcata anche presso la costa settentrionale in cui però gli apporti fluviali sono ancora notevolmente attivi.

Il Tagliamento sbocca ancora in corrispondenza dell'attuale Banco della Tressa, ma più ad est rispetto ad oggi, mentre l'Isonzo defluisce più a ponente rispetto all'alveo odierno.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	177 di 437	00	

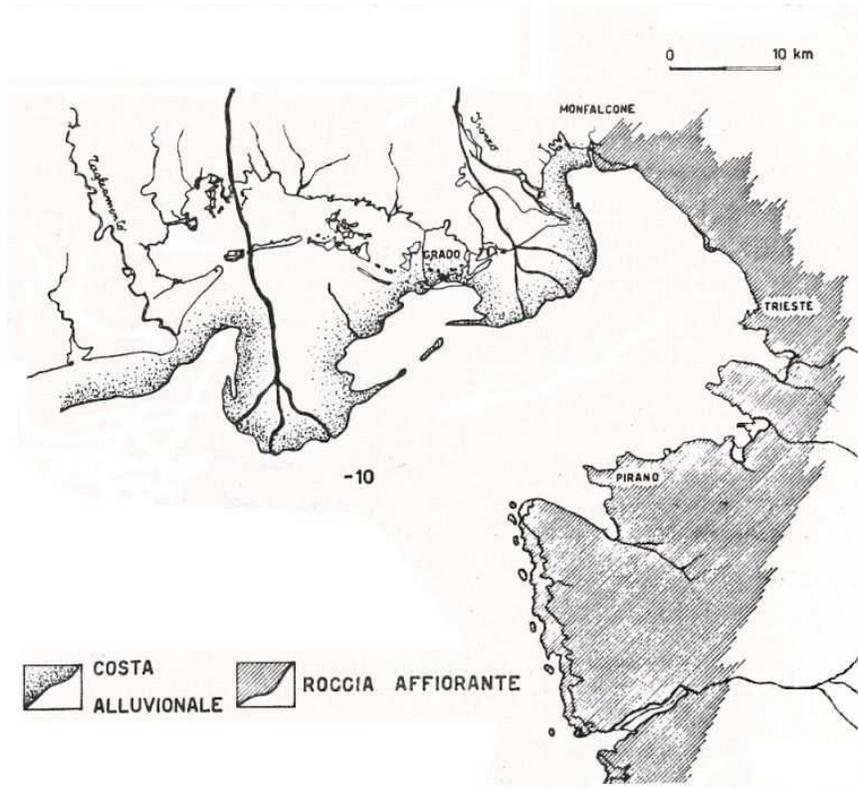


Fig. 1.48 - Paleogeografia (situazione recente)

La costa istriana appare pressoché uguale a quella di oggi; nei suoi valloni l'ingressione marina comincia ad essere equilibrata dalla deiezione dei rispettivi corsi d'acqua. Dopo questa situazione, gradualmente il mare si è ulteriormente sollevato ed è penetrato ben oltre i limiti settentrionali della costa attuale e le lagune di Grado e Marano sono il residuo parziale di tale ingressione ancor oggi in atto.

Il moderno aspetto delle coste dell'Adriatico Settentrionale è la prova del recente sollevamento del mare, con insediamenti romani e medioevali, posti in località costiere istriane, che risultano sommersi mentre, all'opposto, l'alluvionamento è prevalente nel settore nord occidentale; nella città di Aquileia si ha la prova che la sedimentazione ha praticamente compensato se non superato l'innalzamento del mare.

Sulla costa istriana, mancando grandi corsi d'acqua, l'apporto della sedimentazione è minimo e quindi prevale la sommersione mentre sulla costa friulano-veneta, per il forte deposito operato dai fiumi, l'aumento del livello del mare è in un certo senso equilibrato dall'apporto terrigeno dalle aste fluviali.

Poiché nel passato il mare non è aumentato in maniera continua, ma con periodi di maggiore attività accompagnati da momenti di stasi o anche di lievi ritiri in corrispondenza degli stadi post-Würmiani, le sue oscillazioni hanno influito sulla deposizione continentale formando alternanze nelle fasi di avanzamento e ritiro delle terre; oggi è intervenuto anche l'uomo modificando ulteriormente le condizioni naturali, non sappiamo ancora con quali effetti futuri.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		178	di 437	00	

1.4.2.2 *Geomorfologia del tracciato*

Approdo di Trieste

L'area si presenta delimitata, nella sua porzione settentrionale, dai modesti rilievi di natura flyschoida del Monte S.Pantaleone; nel settore orientale dalla zona industriale che comprende gli impianti petroliferi e l'inceneritore del Comune di Trieste, mentre ad Ovest e a Sud, è delimitata dal mare della Baia di Muggia.

Nel complesso il paesaggio si presenta pianeggiante con quote modeste sul livello del mare, ma con ondulazioni e terrazzamenti di natura antropica legate agli interventi effettuati nel tempo per la realizzazione prima di una cassa di colmata, poi di una discarica di inerti e, successivamente, di impianti di lavorazione di materiale di cava.

Nel complesso la Valle di Zaule si presenta come una piana di circa 3 km² di ampiezza, allungata in senso E-O.

La piana, che risulta essere assai modificata rispetto alla sua condizione naturale, ha forma sinusoidale collegabile ad un antico meandro che nei tempi antichi doveva continuare nella Valle di Muggia, a quel tempo emersa.

Verso sud bordano la pianura le piccole alture della dorsale Caresana – Aquilina, allungate in senso Est-Ovest che comprendono il rilievo di Monte d'Oro Belvedere, mentre la parte settentrionale si mostra morfologicamente più articolata con le modeste ondulazioni di Monte Montebello, Monte Castiglione e Monte S. Pantaleone.

L'attuale morfologia è il risultato del modellamento operato dagli agenti meteorici, in particolare l'azione fluviale e marina nel corso del Quaternario. Ne sono derivati, tra l'altro, alcuni estesi terrazzamenti di cui resta traccia nella costanza di quota topografica dei rilievi collinari, che bordano i crinali del Carso e dell'Istria settentrionale nonché le forme incise, attualmente riempite di sedimenti di natura continentale e marina, che prolungano la morfologia acclive del substrato verso il largo del Golfo di Trieste e della Baia di Muggia.

Testimonianze storiche confermano che fino alla fine del '700 la Valle di Zaule aveva un aspetto ben diverso dall'attuale; risultava infatti meno protesa nel mare e occupata quasi per intero da ampie saline, presenti nella piana fin dall'epoca romana.

La presenza delle saline fin da tempi così antichi ha certamente condizionato anche il reticolo idrografico minore in quanto le vie d'acqua dolce dovevano essere controllate per evitare che interferissero con le vasche di evaporazione dove si depositava il sale e pertanto è evidente che in queste zone gli interventi antropici, modificatori del paesaggio, hanno avuto inizio da tempi antichissimi.

Sempre in quel periodo e fino ai primi anni dell'800 le pendici meridionali del Monte S.Pantaleone risultavano quasi rettilinee con orientamento est-ovest ed acclivi verso il mare, ma circa due secoli fa furono realizzati, in quest'area, estesi movimenti di terra collegati all'ampliamento del porto triestino che portarono ad evidenti modificazioni del paesaggio naturale.

Attorno agli impianti portuali della costa di Trieste la fascia costiera è stata profondamente rimaneggiata e così pure nel Vallone di Muggia, attorno alla piana di Zaule, ove la linea di costa deriva in parte da interramenti e da bonifiche. Sulla costa meridionale del Vallone di Muggia (e proseguendo verso l'Istria) la costa presenta generalmente, come fra Sistiana e Trieste, una breve spiaggia di detriti, con fondali rapidamente decrescenti verso il largo.

Sempre in quest'area il fondale non presenta particolarità strutturali degne di nota; esso segue inizialmente la morfologia costiera, e degrada liscio verso le maggiori profondità.

Qualche possibile anomalia del fondo, qualora rilevabile, potrebbe essere di origine artificiale legata a detriti derivati da lavori di scavo e di costruzione delle opere portuali e dei terminal petroliferi.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		179 di 437		00	

Campagne geognostiche eseguite in questo settore, in particolare quelle effettuate dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale negli anni Sessanta, individuarono all'incirca alla terminazione verso monte del canale artificiale della zona industriale, un substrato roccioso di natura flyschoidale sicuramente inciso da erosione fluviale fino a profondità di circa – 30 dall'attuale livello medio del mare. Secondo tali indagini questo mostra un andamento abbastanza regolare con debole approfondimento al centro e marcato sui lati. Dai dati bibliografici disponibili si ricava che in altri sondaggi, effettuati nell'area dei fabbricati ex Vetobel, si è individuato il substrato roccioso a profondità pari a – 32 metri mentre nell'area più occidentale della zona industriale di Zaule il bedrock è presente a maggiori profondità, più o meno attorno a – 50 metri. Nei sondaggi effettuati in mare, poco al largo, all'incirca in corrispondenza dell'imboccatura della Valle di Zaule, il substrato arenaceo – marnoso si rinviene attorno a – 60 m.

Come riportato nel rapporto geotecnico redatto per il rigassificatore di Gas Natural, in base alle analisi di perforazione effettuate nella zona a ridosso dell'area di varo della condotta, ubicata in un'area di colmata in quanto il sito in origine era sott'acqua, si individua un primo strato in cui si rinvenivano resti di discarica di rifiuti industriali come mattoni, frammenti cemento, materia organica ed altro, dispersi in una matrice di sabbie, silt ed argille. I sondaggi hanno evidenziato la presenza casuale di frammenti metallici anche di grosse dimensioni che potrebbero essere rischiosi durante gli scavi di largo diametro. Lo spessore di questo orizzonte, per sua stessa natura, è molto variabile ma a luoghi potrebbe essere anche superiore ai 15 m.

Le quote di questo rilevato sono comprese tra 7,7 m nella zona delle vecchie cisterne fino a 1,4 m nella zona più occidentale. In base ai dati disponibili il materiale che rappresenterà la base d'appoggio delle strutture in progetto, sembra mostrare caratteristiche meccaniche particolarmente scadenti ed ampiamente eterogenee; sono prevedibili quindi sia cedimenti abbastanza marcati che problemi di stabilità degli scavi.

Elementi di alterazione della formazione flyschoidale, costituita dall'alternanza di arenarie e marne che affiorano a nord dell'area di colmata, in corrispondenza del tracciato della nuova sopraelevata, sono presenti al di sotto dello strato di "suolo artificiale" sopra descritto e risultano costituiti da argille siltose più o meno alterate.

In base a dati disponibili ricavati da fonti bibliografiche, la formazione, costituita da strati arenacei dello spessore di 10-15 cm alternati a strati marnosi di minor spessore, appare fratturata ed alterata e si rinviene a profondità a circa 30 m dal p.c.

Tratto off-shore

Il mare Adriatico è un modesto bacino epicontinentale avente forma allungata in direzione NO-SE e mostra un gradiente batimetrico della piattaforma continentale molto modesto, pari a circa a 3,5-4 m per 10 km, in particolare nel Golfo di Trieste che ne costituisce la parte più settentrionale.

Nella sezione più orientale la baia giuliana è caratterizzata da coste alte e da valori di pendenza del fondo abbastanza elevati; vicino a Trieste questi variano tra il 4% e il 10%, mentre nella zona più occidentale, tra Grado e la Baia di Panzano, la costa si presenta bassa e in gran parte sabbiosa a causa del forte deposito sedimentario operato dai corsi d'acqua e le pendenze del fondo, molto modeste, sono comprese tra 0,2% e 0,4%.

Questa zona è divisibile in due fasce più o meno parallele tra loro, la prima si estende, generalmente, dalla linea di riva fino all'isobata di 4,5 – 5 metri ed è caratterizzata da sedimenti sabbiosi, anche grossolani e da sistemi allungati di barre costiere ed avallamenti con pendenze variabili ma sempre inferiori all'1%. La seconda fascia è invece costituita da

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 180 di 437	Rev.:			
		00			

depositi di transizione e si sviluppa, con fondali lisci e pendenza più o meno costante, pari allo 0,2%-0,3%, fino alla profondità di circa 12,5 m - 13 m.

Con fondali così bassi è logico che, durante il Quaternario, come risulta chiaramente anche dalla ricostruzione paleogeografia descritta in precedenza, le glaciazioni abbiano svolto un ruolo fondamentale nell'ambito dei processi deposizionali continentali e marini legati ai cicli di emersione e sommersione relazionabili ai cambiamenti del livello marino, a sua volta influenzato dalle variazioni climatiche del Würm.

Nei momenti in cui il livello del mare nel bacino adriatico raggiungeva la sua posizione più bassa, si aveva lo sviluppo di una grande piana alluvionale caratterizzata da un gradiente minimo e deposizione di sedimenti a granulometria media ed elevata, in particolare sabbie, mentre nei periodi di trasgressione, in cui il livello marino risaliva più o meno lentamente, avveniva la deposizione di un ciclo pelitico costituito da torbiditi che scendevano dalle nuove scarpate continentali depositando argille sovrastate da sottili strati di sabbia alla chiusura delle sequenze.

Dal periodo terminale dell'Olocene fino al presente si ha la chiusura del ciclo trasgressivo precedente, con il livello marino che va lentamente abbassandosi e fondali caratterizzati da deposizione di argille siltose e limi.

La morfologia del fondo e del sottofondo marino del Golfo di Trieste è stata indagata tramite una serie di campagne mareografiche e rilievi ecometrici che hanno fornito un quadro significativo riguardo la natura e la composizione di questo estremo settore dell'Adriatico settentrionale.

In particolare si fa riferimento ai dati raccolti dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste che, nel periodo 1966 – 1968, ha realizzato diversi profili ecometrici e prelievi di materiale dal fondale.

Da questi studi emerge che il fondo del Golfo di Trieste mostra una struttura complessa ed articolata in una molteplicità di ambienti sedimentari, ciascuno dei quali caratterizzato da motivi morfologici distinti ed originali.

Un'idea delle diverse morfologie di fondale presenti è facilmente ricavabile dalla Fig. 1.49, ricavata da una pubblicazione sulla morfologia dell'Adriatico settentrionale compresa tra la foce del Tagliamento e Punta Salvore (Rossi S. Mosetti F. e Cescon B. -1968), nella quale, per comodità di schematizzazione, è stato inserito anche il tracciato del pipeline in progetto.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	181 di 437	00	

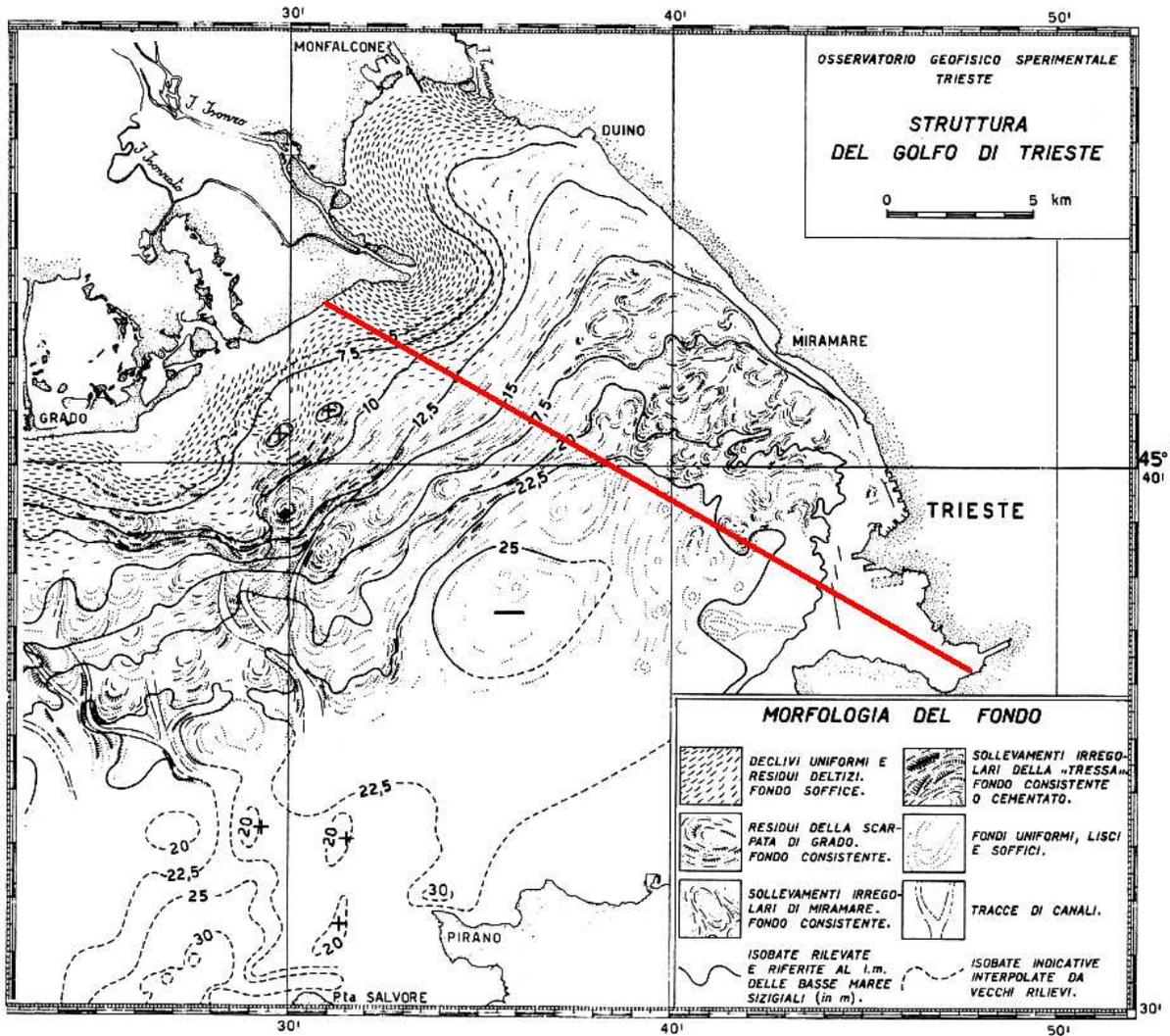


Fig. 1.49 - Struttura del Golfo di Trieste – Morfologia del fondo

Analizzando la Fig. 1.49, risulta evidente quanto descritto nei precedenti paragrafi, infatti le coste dell'Istria e le falesie rocciose che si estendono da Trieste a Duino mostrano un fondale che degrada molto rapidamente, mentre lungo i litorali occidentali della pianura friulana lo stesso decresce, dapprima con piccole pendenze e solo verso il largo accenna ad un più ripido declivio; si individuano anche i già menzionati gradonamenti e truogoli associati alle barre costiere che si rinvergono fino all'isobata di 12.5 metri.

Parimenti, nella parte più occidentale del bacino, la fascia costiera nei primi 12 metri di profondità è caratterizzata da un fondo liscio, degradante regolarmente dalla costa verso il largo, costituito da sedimenti più grossolani, in particolare sabbie e sabbie limose derivanti dalla deposizione attuale dell'Isonzo, che si sovrappongono sui depositi più antichi.

Questi ultimi sono invece ben identificabili al disotto dell'isobata di 12,5 m e recano ancora la traccia delle azioni erosive derivate dalle periodiche emersioni che questa zona ha subito nel corso del Quaternario più recente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	182 di 437	00	

Pertanto proprio l'isobata di 12,5 m sembra costituire il limite tra la parte di fondo costiero ed il fondale marino vero e proprio dove, muovendosi all'incirca da Ovest verso Sud-Est, si possono distinguere sei zone morfologicamente diverse:

- B1. L'area della «Tressa», a fondale irregolarissimo, al largo della laguna di Grado.
- B2. La zona di fondo debolmente irregolare antistante Grado.
- B3. La zona degradante a scarpata irregolare davanti a Primero.
- B4. La zona di fondo debolmente irregolare davanti a Miramare.
- B5. La zona sud orientale più depressa, a fondo molto regolare e liscio, che si estende fino alla baia di Muggia.
- B6. Il bordo sud occidentale davanti a Pirano e Punta Salvore, con bruschi e ampi sollevamenti e forti incisioni.

Ai fini del presente studio ed in considerazione del corridoio percorso dalla “sealine” in progetto, le aree di maggiore interesse, ad esclusione delle fasce costiere, corrispondono ai fondali marini più profondi ricadenti nelle *Zone B2/B3/B5* per le quali si procede ad una dettagliata descrizione.

- Zona B2
- La fascia di mare antistante Grado rappresenta in un certo qual senso il passaggio tra la zona B1, nota ai pescatori col nome di «Tressa», che è un'area dove il fondo marino è estremamente irregolare, cosparso di sollevamenti, anche dell'ordine del metro, e rugosità alternate ad incisioni, qua e là delimitate da piccole scarpate, e la zona B3 di fondo irregolare antistante Primero.

La “Tressa”, per la sua struttura, per la vegetazione e gli animali che vi risiedono, costituisce un ambiente del tutto particolare che si viene comunque a trovare molto prossimo alle aree di interesse di questo studio.

Già in passato sulle vecchie carte nautiche per i depositi de “La Tressa” venivano fornite generiche indicazioni di «roccia» ma il dato era parzialmente impreciso in quanto sono stati effettivamente estratti, durante i dragaggi effettuati in questa parte di mare, pezzi di sabbia cementata a consistenza lapidea simili al cosiddetto «Maltone», che affiora in terraferma alle spalle di Grado e in molti isolotti della sua laguna, ma in realtà la maggior parte delle rugosità sono invece determinate da sollevamenti sabbiosi legati a radici di fanerogame marine, costipati con gusci di molluschi e solo in minor misura da sabbie cementate tanto da costituire dei veri crostoni di arenaria.

C'è da dire che nella zona B2, nel mare di fronte a Grado, le forme del fondale, rispetto all'area più occidentale, antistante la laguna di Marano, dove il deposito della Tessa è predominante, risultano molto più addolcite e mancano quasi del tutto le rugosità che qui acquistano forma di sollevamenti attenuati, per lo più mammellonati, che si alternano a incisioni anche molto prolungate.

Alcune di queste incisioni hanno forma e dimensione che testimoniano di una remota idrografia emersa, legata ad antiche linee costiere, qui ancora conservata perché le correnti hanno protetto questi fondali da una eccessiva sedimentazione, mentre più a N e NE, nei pressi della foce isontina, l'antica pianura oggi sommersa è stata occultata dai sedimenti recentissimi di origine fluviale. Qui i fondali sabbiosi presentano una pendenza di circa 0,4% mentre tra Grado e Primero affiora, in corrispondenza dei più bassi livelli di marea, il banco sabbioso della “Mula di Muggia” che degrada verso SE con una serie di gradini ed ondulazioni secondarie che ricordano in parte, anche se attenuate, le forme della “Tressa”.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	183 di 437	00	

- Zona B3**

Appena più a Nord della zona B2, sulla costa fra Primero e la Baia di Panzano, dove è previsto l'approdo del pipeline, all'incirca nei pressi di Punta Sdobba, attuale foce dell'Isonzo, l'affondamento costiero è inizialmente lievissimo ma scende poi bruscamente verso il largo.

Tale discesa è abbastanza uniforme in diretta corrispondenza di Punta Sdobba mentre più al largo si notano tre distinti gradini, in corrispondenza delle profondità di 15 m, 20 m e 22,5 m.

I sedimenti più immediatamente costieri mostrano arcate caratteristiche che dipendono verosimilmente dai fiumi che le alimentano.

Un primo arco più occidentale corrisponde a Primero, e con buona probabilità costituisce la traccia di un antico sbocco dell'Isonzo, un secondo arco, evidentissimo, corrisponde all'Isonzo attuale mentre un terzo, appena accennato, si riferisce all'apporto sedimentario del fiume Timavo che sfocia un po' più a nord, tra Monfalcone e Duino.

Il sedimento deltizio è generalmente disposto con una certa regolarità e appare per le più omogeneo come se si trattasse, almeno per i primi metri superficiali attraverso i quali riesce a penetrare l'ultrasuono, di una coltre omogenea e abbastanza compatta di sabbia.

Nella zona di relativa scarpata, al largo della traccia deltizia di Primero, si può invece trovare, qua e là, qualche crostone di sabbia cementata, residuo di spiagge fortemente diagenizzate, di aspetto simile all'arenaria, che molto probabilmente corrisponde al «Maltone» descritto dal Comel sulle dune emerse attorno alla laguna di Grado.

All'altezza della foce dell'Isonzo sono presenti due banchi sabbiosi denominati rispettivamente "Banco del Becco" a sud, e il "Banco Spigolo" a NE, in sinistra idrografica, entrambi costituiti da sabbie di medie dimensioni. Secondo i dati bibliografici disponibili in quest'area il fondale risulta essere costituito da declivi uniformi a fondo soffice che saranno interessati dall'infrastruttura subacquea in progetto e dalle relative attività di scavo per la posa in opera.
- Zona B5**

Questa è la zona più depressa del golfo ed ha una forma vagamente allungata in direzione SO-NE e si trova abbastanza a ridosso delle coste alte che vanno da Miramare a Trieste.

Si tratta in pratica di una debole conca in cui la profondità supera appena i 25 metri. Il fondale è molto regolare, con qualche insignificante sollevamento forse artificiale (scarichi, relitti) in corrispondenza dei maggiori approdi.

Il deposito del fondo è rappresentato da una fanghiglia finissima, assai scarsa di popolamenti animali e priva praticamente di vegetali.

Questo dato litologico è confermato anche dai sondaggi effettuati per la costruzione del terminal petrolifero dai quali risulta che nella zona di mare antistante la raffineria di Trieste è presente uno strato superficiale di 6-12 m di argille limose ad alta plasticità, che sovrasta un litotipo costituito da una alternanza di sabbia e ghiaia addensata, con argille compatte, di spessore molto variabile, che va da 0 m a 30 metri.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	184 di 437	00		

Sotto questi sedimenti il basamento roccioso è costituito da marne arenacee alternate ad argille marnose che affiorano più a SO nei rilievi del promontorio di Pirano.

Nel sottofondo della baia di Muggia lo spessore massimo raggiunto da questo spesso materasso di alluvioni fluviali, più grossolane, alternate ai sedimenti marini, a minor granulometria, ha una potenza massima di un'ottantina di metri.

Tale zona di fondo liscio e regolare, fangoso, continua verso E nel vallone di Zaule e in quello più ampio di Capodistria.

Nella parte più a SE del Golfo, il fondo non presenta particolarità strutturali degne di nota; esso segue inizialmente la morfologia costiera, e degrada liscio verso le maggiori profondità.

Bisogna però tener conto che attorno agli impianti portuali della costa di Trieste la fascia costiera è stata profondamente rimaneggiata e così pure nel Vallone di Muggia, attorno alla piana di Zaule, ove la linea di costa deriva, come ricordato in precedenza, anche da interramenti e bonifiche; pertanto le anomalie qua e là rilevabili sono spesso di natura antropica, come il canale scavato per l'accesso delle petroliere al Terminal dell'Oleodotto e le massicciate rocciose che sostengono i più antichi impianti portuali.

In base ai campionamenti di sedimento marino effettuati nel 2004 da Lega Ambiente al largo di Punta Sottile, nelle vicinanze di Muggia, su questi sedimenti argillosi si sono evidenziate elevatissime concentrazioni di mercurio, cromo e metalli pesanti ma anche inquinamento da IPA, Benzene, PCB e pesticidi. Questo inquinamento è molto probabilmente correlato all'attività petrolifera e portuale della città di Trieste e la scadente qualità chimica di questi sedimenti dovrà essere attentamente considerata al momento dell'effettuazione degli scavi.

I rilievi ecometrici riescono a penetrare anche per una decina di metri del fondale marino, cioè il sottofondo del Golfo di Trieste, ed hanno evidenziato, nella parte più interna della baia una discontinuità regolare posta circa – 5 metri dal contatto acqua-fondo, questa discontinuità ha molto probabilmente un notevole significato paleogeografico e potrebbe rappresentare una antica superficie emersa caratterizzata da sedimentazione regolare e costante assimilabile a quella attualmente in atto nelle zone costiere paludose.

Nelle aree più vicine a Punta Sdobba, nell'area della Tressa e di fronte a Grado tale superficie non è stata trovata e probabilmente risulta celata dai potenti depositi sabbiosi attuali che hanno notevole spessore costituiscono un sottofondo omogeneo e compatto, praticamente impenetrabile dagli ultrasuoni che non sono in grado di scorgere la sua struttura interna.

Invece nel settore costiero compreso tra la foce del Tagliamento e Grado e nei pressi di Punta Salvore, il sottofondo è costituito invece da stratificazioni multiple che probabilmente indicano cicli deposizionali che hanno risentito molto delle variazioni del livello marino.

Infine nelle aree più orientali e centrali del bacino i rilievi sonar hanno evidenziato la presenza di una stratificazione di sottofondo caratterizzata da andamento irregolare che probabilmente indica una antica superficie emersa rimaneggiata ed alterata dagli agenti atmosferici.

Un quadro completo di quanto descritto è ricavabile dalla figura sottostante (Fig. 1.50)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	185 di 437	00	

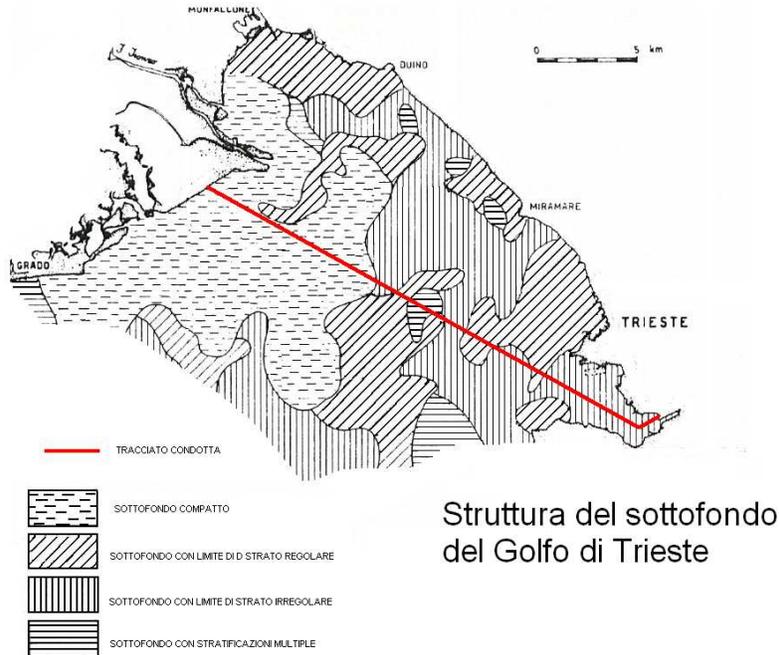


Fig. 1.50 - Struttura del sottofondo del Golfo di Trieste.

Approdo di Grado

Il gasdotto in progetto approderà in località Golameto, in particolare nella zone in destra idrografica della foce del fiume Isonzo.

La costa dell'Adriatico settentrionale risulta essere rocciosa nella sua parte orientale, mentre al contrario, tra Monfalcone a Venezia, prevalgono le deposizioni sabbiose ma la continuità areale delle spiagge è spesso rinterrotta da foci fluviali, paludi e canali lagunari.

Come è noto le linee di costa sabbiosa possono variare di posizione anche di centinaia di metri per cause sia naturali che artificiali; normalmente sono i fiumi che trasportando una grande quantità di sedimento, che viene poi distribuito lungo la costa dalle correnti marine, che provvedono al ripascimento naturale delle spiagge. Questo movimento non è però costante e varia con le condizioni meteorologiche stagionali; i cambiamenti maggiori però coprono un periodo di molti anni e non sembrano legati ai maggiori o minori apporti stagionali ma dipendono da una molteplicità di cause, non tutte ancora ben note.

In particolare, per quel che riguarda l'area di studio, rappresentata nella figura sovrastante, il paesaggio è quello tipico delle lagune bonificate, compreso tra terra ed acqua, dove ad estese superfici coltivate si contrappone una fitta rete di canali, molto spesso ortogonali tra loro, che sottraggono l'acqua ai terreni saturi, morbidi e fangosi, delle antiche superfici palustri per convogliarle nelle aste fluviali principali che non mostrano quasi più il loro aspetto naturale.

Le quote altimetriche sono minime e in alcuni casi risultano addirittura sotto il livello medio del mare. Nell'ambito della Bonifica della Vittoria, nella cui area è previsto l'arrivo del gasdotto proveniente dal Golfo di Trieste, ad eccezione del minuscolo nucleo di Golameto

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	186 di 437	00	

non sono presenti significativi agglomerati rurali ma solo case sparse, mentre la viabilità minore segue la struttura dei canali di bonifica.
 Come le terre emerse anche l'area litorale ha subito nel corso degli anni interventi radicali che hanno mutato il suo naturale evolversi.
 Un quadro chiaro della condizioni morfologiche presenti in questa zona, sia per quel che riguarda la parte emersa che per la prima linea costiera, sono ricavabili dalla Fig. 1.51 che mostra, per l'area interessata dall'approdo del gasdotto sulla terra emersa, terreni di bonifica costituiti da depositi alluvionali e lagunari e la fascia costiera definibile come un ambiente di piana deltizia a carattere paludoso.

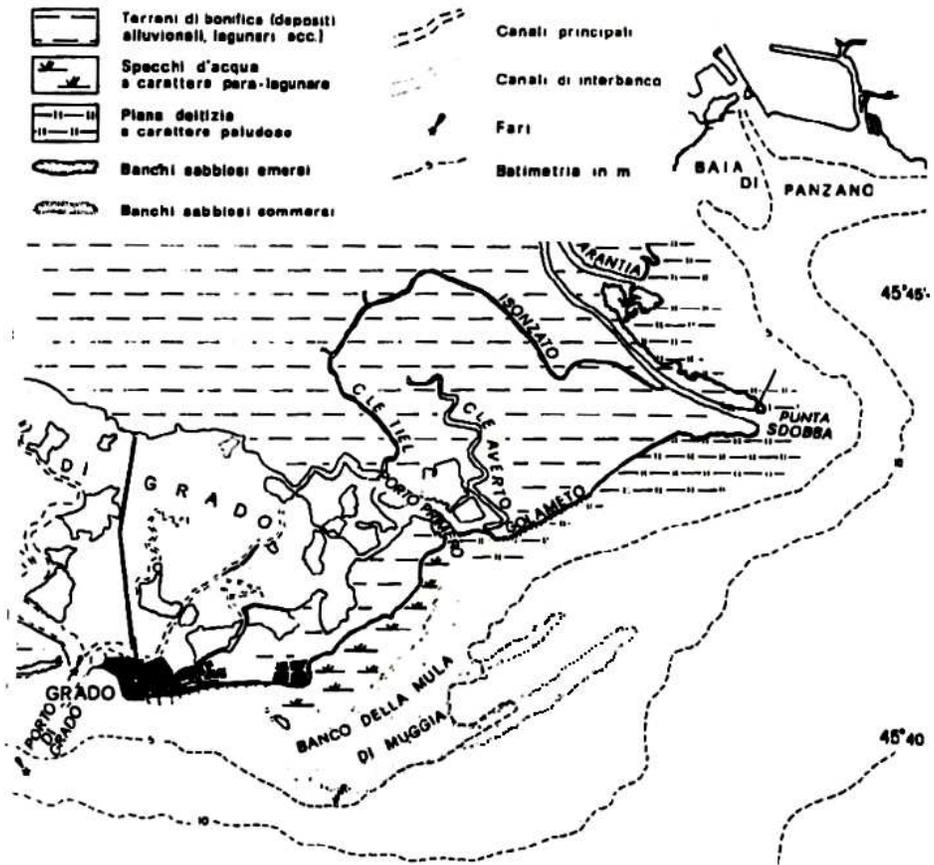


Fig. 1.51 - Inquadramento geografico e morfologico

Per quel che riguarda il solo settore costiero, dalla foce dell'Isonzo, si ha una dispersione di sedimenti in forma quasi radiale, che si distribuiscono, classati per granulometria, in fasce omogenee all'incirca parallelamente alla linea di battigia.
 Le sabbie più grossolane occupano una zona immediatamente prossima alla costa, mentre le sabbie più fini si dispongono parallelamente alle prime ma più al largo; infine le peliti si disperdono più al centro del bacino e verso nord nel Golfo di Panzano a causa di particolari condizioni meteomarine presenti in questa baia.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	187 di 437	00		

Per quel che riguarda nel dettaglio la zona in oggetto la situazione dell'evoluzione costiera e degli interventi antropici a difesa del litorale è ben rappresentata nella Fig. 1.52 che riporta lo stato delle linee di riva dal 1896 al 1985.

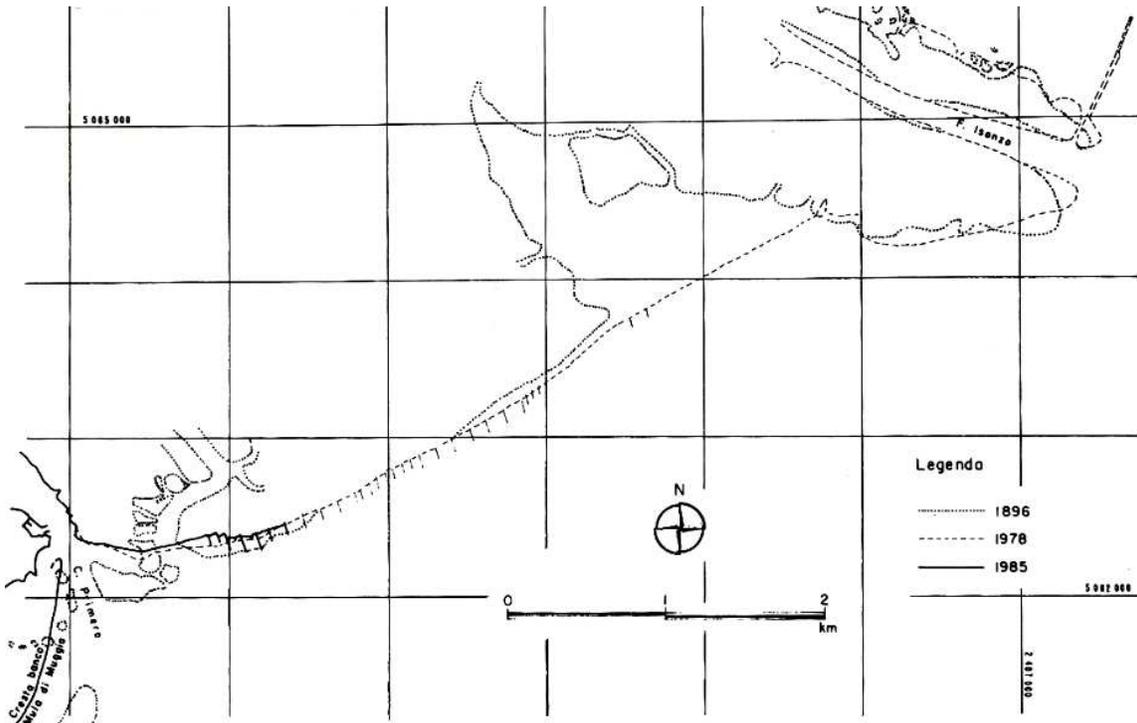


Fig. 1.52 - Spiaggia tra il Primero e la Sdobbba (foce Isonzo): variazioni della linea di riva dal 1896 al 1985.

Nella parte più occidentale compresa nell'immagine, nei pressi dello sbocco del canale di Primero, sono evidenti i pennelli costieri posti a protezione del litorale, in particolare lungo la porzione in sinistra del Canale di Primero.

Proprio qui, negli Anni Trenta, si sono effettuati consolidamenti della linea di riva con opere di difesa per frenare un'erosione che all'epoca aveva raggiunto circa 3.4 metri l'anno.

Nel dettaglio, per quel che riguarda in particolare l'area dell'approdo, un quadro definito della situazione erosiva e deposizionale è ricavabile dall'Allegato 21 (Volume 3 di 5) che illustra, con apposita simbologia, l'evoluzione costiera tra il Golfo di Panzano e la Bocca del Canale di Primero.

Risulta evidente che nell'area immediatamente antistante la Sdobbba si ha una forte progressione naturale legata al trasporto solido dell'Isonzo ma già ai suoi lati, in corrispondenza del Banco del Becco" a sud, e del "Banco Spigolo" a nord, l'azione erosiva è prevalente così come accade anche in corrispondenza della Bocca di Primero.

Le uniche aree stabili si hanno o per ripascimento artificiale o per opere di difesa costiera. Ulteriori informazioni sullo stato del fondale nei pressi dell'arrivo della tubazione dal mare si ricavano anche dalla sezione batimetria che illustra l'evoluzione del fondo marino in corrispondenza della foce della Sdobbba dal 1822 al 1978 (Fig. 1.53).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	188	di 437	00	

Si nota che nel corso dell'ultimo secolo è cambiata la forma della spiaggia sommersa con evidenti erosioni della stessa nella parte prossima alla battigia, probabilmente dovute a fenomeni di trasporto trasversale (rip current) che hanno mobilizzato i sedimenti e li hanno portati a quote batimetriche maggiori, spesso con un bilancio in negativo in quanto nelle posizioni attuali, essi non vengono più mobilizzati dall'azione delle onde.

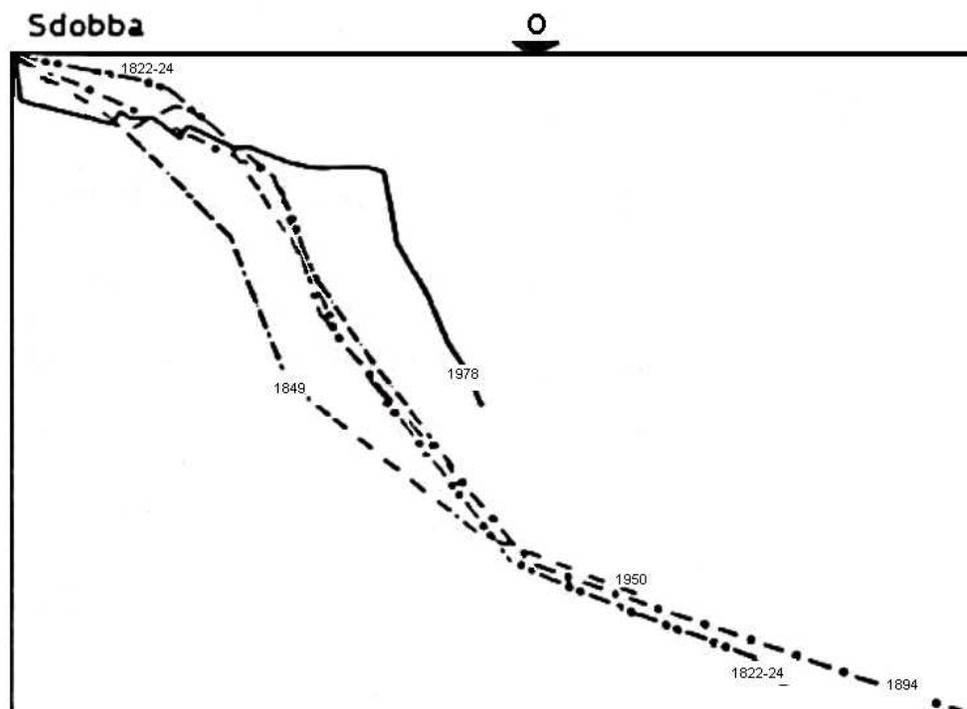


Fig. 1.53 - Sezione batimetrica in corrispondenza di Punta Sdobba.

L'intera zona si è modellata negli ultimi 10.000 anni, sotto l'azione demolitrice del mare debolmente contrastata da quella edificatrice dei due principali fiumi: l'Isonzo ad oriente e il Tagliamento all'estremità occidentale.

Con la deviazione della foce dell'Isonzo verso est, in parte favorita dall'uomo, le aree che un tempo emergevano si sono gradatamente abbassate per il fenomeno del costipamento di questi sedimenti e non più alimentate dal trasporto solido fluviale, si sono trasformate in barene e fondali lagunari.

In questo modo si son venuti a creare specchi d'acqua interni, denominati valli da pesca, come la Valle Cavanata dove, oltre ad una proficua attività peschereccia, che da epoche immemorabili rappresenta la fonte principale di sostentamento dei residenti, trova rifugio un'ampia comunità di specie animali in particolare uccelli acquatici come aironi, nitticore e sgarze, creando un ambiente di pregevole qualità naturalistica.

Oggi il confine interno del complesso lagunare anziché degradare impercettibilmente, come avveniva un tempo, prima dei massicci interventi antropici legati alle bonifiche idrauliche, in paludi e boschi planiziali, risulta segnato in modo netto da un argine artificiale che separa le zone allagate o comunque inondabili dalle maree da quelle agricole

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	189	di 437	00		

sottoposte a bonifica e, per la maggior parte, servite da drenaggio meccanico mediante pompe idrovore.

1.4.3 Interferenze con il PAI (approdi)

Come viene riportato nel disegno 08807-PPL-DW-000-030 (Allegato 15 Volume 3 di 5), l'approdo in località Golameto, nel comune di Grado, interferisce con un'area definita dal PAI del Fiume Isonzo come "Pericolosità idraulica moderata".

Tale situazione non costituisce un pericolo per la stabilità della condotta, che per altro in quel tratto risulterà notevolmente approfondita dato il fatto che verrà realizzata una TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) lunga circa 1300 m.

1.4.4 Sedimentologia

È bene inquadrare in modo generale la situazione sedimentologica della parte superficiale del fondale del golfo di Trieste, come si può evincere dalla Fig. 1.54.

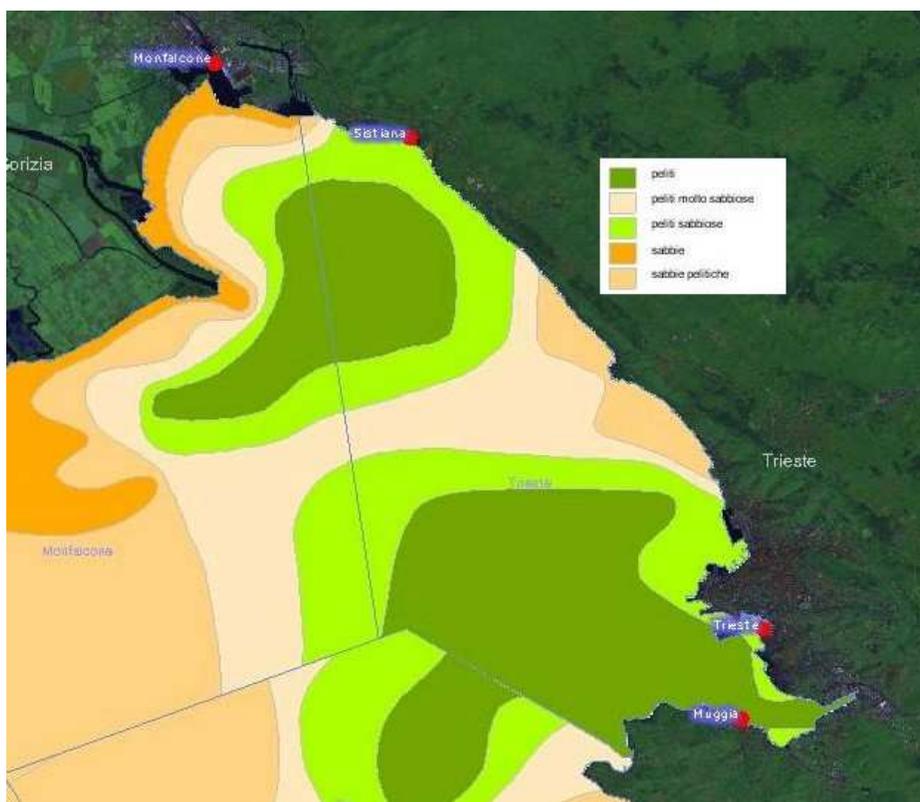


Fig. 1.54 - Principale distribuzione sedimentologica del Golfo di Trieste (Fonte ARPA FVG – Adriblu)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	190	di 437	00		

I sedimenti nel Golfo sono prevalentemente fini con classica distribuzione a granulometrie decrescente dalla costa verso il largo. Sabbie costiere o ghiaie sono seguite, dopo una breve zona di transizione, dai sedimenti sempre più pelitici che rappresentano l'accumulo di materiali fini portati in mare dai fiumi e distribuiti in funzione delle condizioni fluviali e meteomarine. Lo spessore dei sedimenti superficiali, depositati nelle condizioni attuali del livello marino, è variabile in relazione principalmente agli apporti fluviali. Questi sedimenti possono sovrastare sia uno strato più grossolano, sabbioso o ghiaioso, sia sedimenti pelitici entrambi di origine continentale o di transizione. Lo spessore massimo risulta essere nei pressi di Punta Sbobba e nella zona del Porto di Trieste ove si trovano valori di 7 m a 200 m da riva, mentre a Marina di Aurisina si ha uno spessore variabile tra 0,5 e 4,5 m (Brambati e Catalani, 1988).

Descrizione dei sedimenti e delle dinamiche deposizionali

Dalla carta di distribuzione tessiturale (Fig. 1.55) risulta che i fondali sono caratterizzati da sedimenti superficiali costituiti da materiali generalmente fini, quasi sempre granulometricamente inferiori o uguali alle sabbie. In particolare si distingue una zona fangosa dove prevale la sedimentazione di carbonato di magnesio ($MgCO_3$) dovuta all'apporto solido del Tagliamento e in misura minore del Piave, ed una dove prevale una componente mineralogica a carbonato di calcio ($CaCO_3$) imputabile alle acque dell'Isonzo. Solo in una ristretta zona a poche centinaia di metri dalla costa della Baia di Panzano sono presenti sul fondo anche ghiaie alluvionali ben arrotondate, in matrice sabbiosa-limosa.

Nella parte settentrionale del Golfo di Trieste la distribuzione dei vari tipi tessiturali via via più fini verso il largo, ha un andamento simmetrico verso la foce del fiume Isonzo, dalle sabbie, per lo più limitate alla spiaggia emersa e lungo la riva, alle peliti.

Solo nelle immediate vicinanze della costa alta della Costiera Triestina sono presenti sedimenti a granulometria maggiore, di dimensioni anche superiori alle ghiaie, quasi sempre in abbondante matrice limosa. Questi materiali costituiscono il prodotto dell'azione erosiva da parte del moto ondoso e degli agenti atmosferici sulle rocce costituenti la falesia e sui depositi immediatamente al piede. Tali sedimenti possono essere anche spigolosi per la moderata energia di fondo, generata dal moto ondoso. (Allegato 14 Volume 3 di 5).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	191 di 437	00	

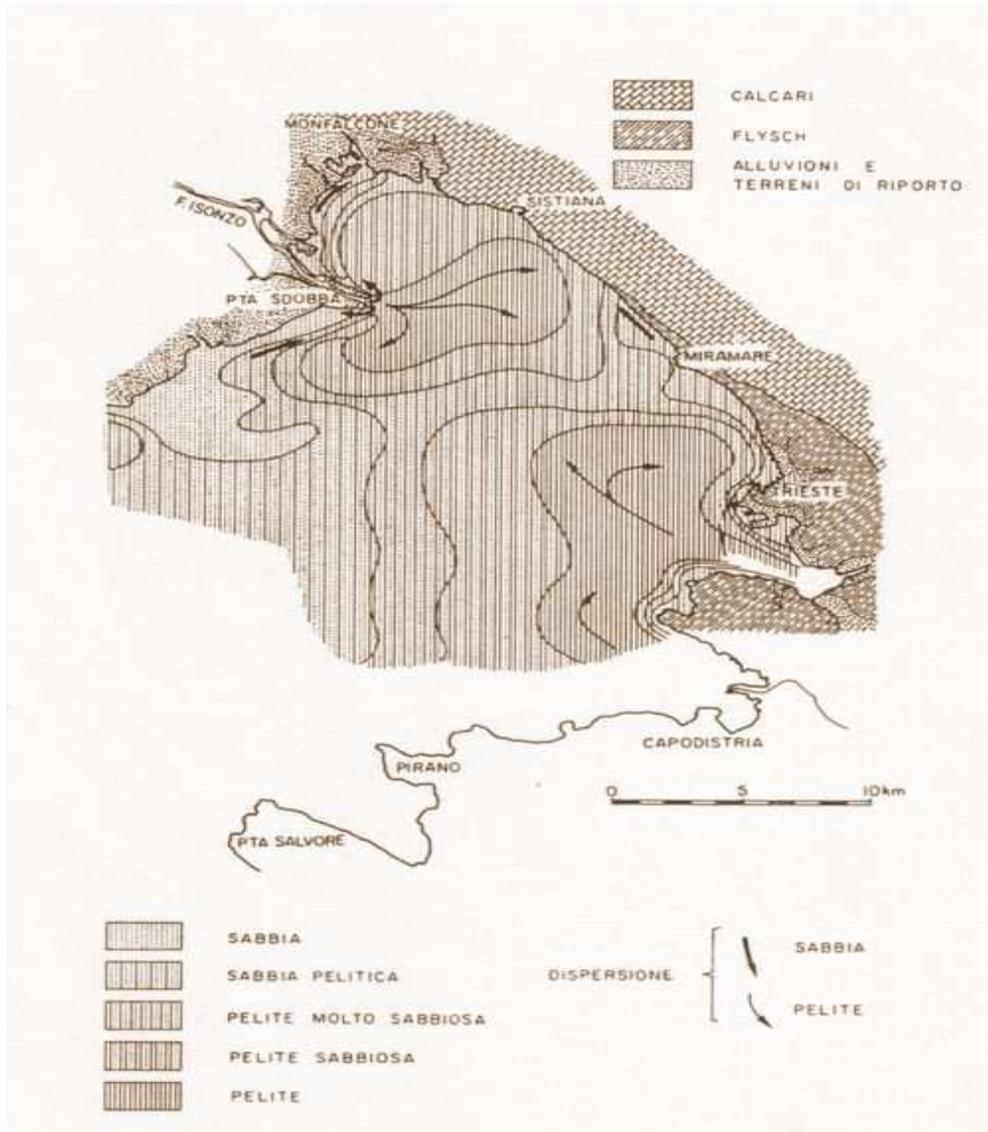


Fig. 1.55 - Distribuzione tessiturale dei sedimenti superficiali del fondale e loro dispersione

La distribuzione dei sedimenti, per lo più in zone concentriche rispetto alle foci dei fiumi principali, evidenzia che la sedimentazione è controllata essenzialmente dagli apporti fluviali e dalla morfologia dei fondali.

Le correnti marine, presenti con velocità variabili mediamente tra 2 e 10 cm/s, hanno un ruolo subordinato nella dispersione dei sedimenti. Gli effetti del moto ondoso sui processi di sedimentazione sono locali e limitati, in quanto la geometria del bacino e le caratteristiche del vento sono tali che, in generale, tutto il Golfo presenta condizioni di energia molto basse.

Infatti i venti regnanti e dominanti del primo quadrante (Bora), pur molto forti, hanno “fetch” (zona di mare su cui il vento, soffiando, innesca le onde) molto ristretto e , nella zona di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	192 di 437	00		

Trieste, addirittura nullo. Il conseguente moto ondoso generato è caratterizzato da onde ripide, ma di altezza limitata.

I venti del secondo quadrante (Scirocco) hanno un “fetch” notevole (pari anche allo sviluppo di tutto il Mare Adriatico), ma le onde generate investono il Golfo quasi esclusivamente come onde rifratte e ciò a causa della Penisola Istriana, che chiude e ripara il Golfo da Sud-Est.

I venti del terzo quadrante (Libeccio) sono quelli che determinano le mareggiate più forti, in quanto presentano un “fetch” ampio (in pratica dal Litorale di Chioggia a Trieste), e le onde, quasi per nulla attenuate da fenomeni di rifrazione, raggiungono la costa orientale del Golfo attraverso l’imboccatura Grado-Punta Salvare, aperta proprio verso Sud-Ovest. Gli apporti fluviali, essendo condizionati dalla natura e dall’estensione del bacino, oltre che ben inteso dal clima, sono continui, ma presentano visibili variazioni stagionali, con rilevanti aumenti nei periodi di maggior piovosità.

Di particolare interesse riveste l’analisi del sottofondo sedimentologico del Golfo, intendendo con questo termine le variazioni di stratificazione dei sedimenti fino a pochi metri (circa 5 metri) sotto il contatto acqua-fondo. Dalla Fig. 1.56 si possono individuare quattro tipologie di strutture del sottofondo, nell’ordine: sottofondo compatto, sottofondo con un limite di strato regolare, sottofondo con un limite di strato irregolare, sottofondo con stratificazione multiple (Rossi S., 1969).

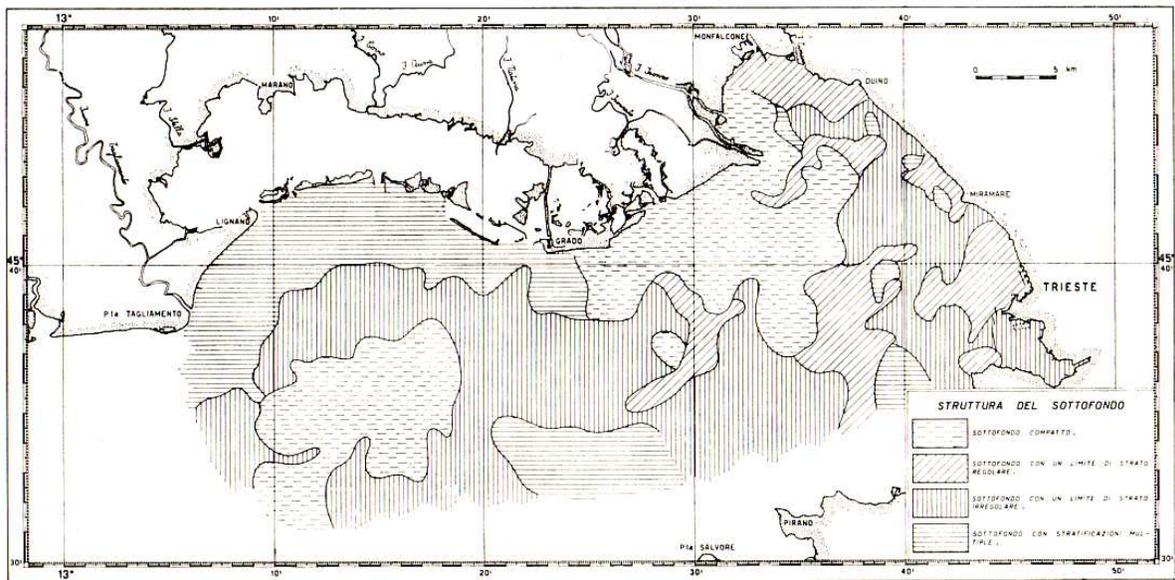


Fig. 1.56 - Struttura del sottofondo nel golfo di Trieste

Il fondo costituito da stratificazioni multiple compare prevalentemente nella fascia costiera da Punta Tagliamento a Grado e in qualche parte al largo delle coste istriane (Punta Salvatore, Punta Sottile), nonché in più limitate zone nella parte orientale del Golfo.

Un limite di stratificazione nel sottofondo, a struttura però irregolare si trova in tutta la parte centrale del rilievo al largo della costa da Punta Tagliamento fino oltre Pirano (con l’eccezione della zona della trezza) e in un abbondante area della zona orientale. Questo

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	193 di 437	00	

limite di strato dovrebbe corrispondere al residuo della superficie emersa anticamente e rimaneggiata dagli agenti atmosferici.

In qualche caso, soprattutto nella zona orientale, il limite di strato diventa regolare e definisce un'altra struttura abbastanza caratteristica del sottofondo.

Al fine di dare ulteriori informazioni sedimentologiche nel tratto prospiciente il passaggio della condotta nella zona di indagine, sono interessanti da osservare i dati provenienti da alcuni carotaggi svolti durante una campagna di rilevamento effettuata dall'ARPA – FVG nell'anno 2005. Come si può evincere dalla Fig. 1.57 di particolare interesse risultano i dati riferiti alle stazioni A3 e A4 (con relativi transetti associati)



Fig. 1.57 - Punti di prelievo della campagna di indagine ARPA 2005

Di seguito si riportano i dati rilevati ai carotaggi segnalati e ai relativi transetti associati:

- Carota A3
Sedimento pelitico-siltoso, leggermente più fine rispetto alle carote di A0 e A2, afferenti allo stesso transetto di Punta Sottile, ma più sottocostiere. Il sedimento di aspetto omogeneo, risulta di colore grigio scuro (5Y/4/1, *dark gray*). Lo strato ossidato, di circa 0.3 cm di spessore, ha colore 5Y/3/2 (*dark olive gray*).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	194 di 437	00	

- Carota A4

Pelite siltoso argillosa, con diffusi resti conchigliari di dimensioni millimetriche, omogenea e di colore grigio scuro (5Y/4/1, *dark gray*). Lo strato ossidato ha uno spessore di circa 1.5 cm; il sedimento si presenta, inoltre, bioturbato fino a 6 cm di profondità

- Transetto di Punta sottile

I campioni realizzati al largo di Punta Sottile (Fig. 1.58) mostrano un'unica moda, per quanto non marcata, in corrispondenza della classe 7 Φ (silt fine), dove, infatti, si osservano percentuali superiori all'11%. Decisamente subordinata e scarsamente significativa risulta la frazione sabbiosa, le cui percentuali risultano sempre inferiori al 5 %. Significativi risultano, al contrario, i tenori di argilla, variabili da 12,41 % (campione A3) a 12,80 % (campione A0). Dalla figura si può notare come i tre sedimenti di questo transetto mostrino caratteristiche tessiturali del tutto simili.

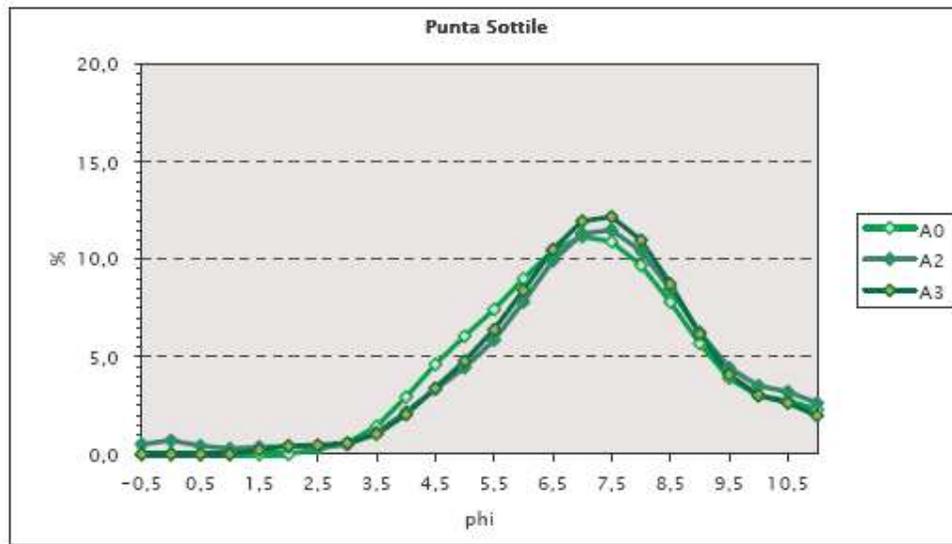


Fig. 1.58 - Transetto di Punta Sottile: curva granulometrica dei campioni A0, A2, A3

- Transetto Isonzo

Come si può notare dalla Fig.1.59, i campioni del transetto Isonzo mostrano curve granulometriche fra loro simili, in cui si evidenzia la presenza di un'unica moda, in corrispondenza della classe 7 Φ (silt fine). Le percentuali di frequenza di questa classe, comunque, superano l'11% della distribuzione solo nel campione IS2. Le classi della sabbia risultano statisticamente significative unicamente nel campione A4, per quanto non si possa escludere che la moda secondaria che si individua in corrispondenza della classe 2 Φ (sabbia medio-fine), sia da attribuire alla presenza di resti conchigliari. L'argilla risulta sempre significativa con percentuali variabili dal 17,43 al 12,41 %.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	195 di 437	00		

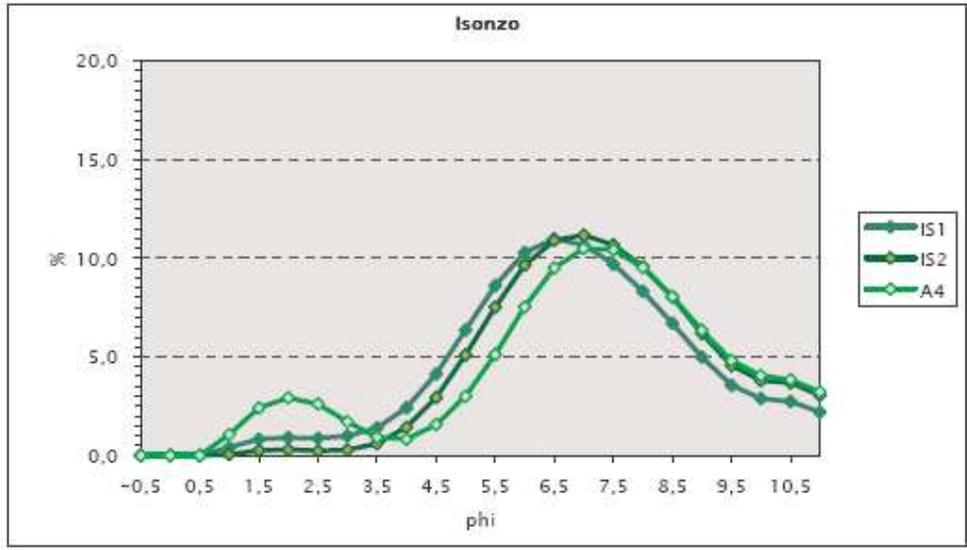


Fig. 1.59 - Transetto Isonzo: curva granulometrica dei campioni IS1, IS2, A4.

1.4.5 Determinazione del livello di qualità ambientale del fondale marino per il Golfo di Trieste

Per la caratterizzazione della situazione della qualità dei sedimenti si sono estrapolati i dati da due campagne di ricerca che si sono svolte nel Golfo, rispettivamente eseguite dall'ARPA FVG nel 2005 e nel 2007. In questo ultimo caso, nella relazione di presentazione dell'indagine a livello ufficiale, sono stati presentati anche dati risalenti al 2006, che si sono riportati in questo sottocapitolo a seconda delle opportune necessità di confronto con gli altri dati del 2007.

Secondo la legislazione vigente i parametri chimici e biologici presenti nelle acque e nei sedimenti marini sono espressi in concentrazione quale limite massimo consentito per la protezione dell'ambiente e della salute umana dal DM 367/2003, di cui riportiamo i valori in Tab. 1.18.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 196 di 437	Rev.:			
		00			

D.M. 367/2003		
<i>Metalli</i>	mg/kg s.s	
Arsenico	12	
Cadmio	0,3	PP
Cromo totale	50	
Mercurio	0,3	PP
Nichel	30	P
Piombo	30	P
<i>Organo metalli</i>	µg/kg s.s	
Tributilstagno	5	PP
<i>Policiclici aromatici</i>	µg/kg s.s	
IPA totali	200	PP
Benzo(a)pirene	30	PP
Benzo(b)fluorantene	40	PP
Benzo(k)fluorantene	20	PP
Benzo(g,h,i)perilene	55	PP
Indenopirene	70	PP
Antracene	45	P
Fluorantene	110	P
Naftalene	35	P
<i>Pesticidi</i>	µg/kg s.s	
Aldrin	0,2	
Alfa esaclorocicloesano	0,2	PP
Beta esaclorocicloesano	0,2	PP
Gamma esaclorocicloesano	0,2	PP
lindano	0,2	PP
DDT	0,5	
DDD	0,5	
DDE	0,5	
Dieldrin	0,2	
Esaclorobenzene	0,1	PP
<i>Diossine e Furani</i>	µg/kg s.s	
Sommatoria PCDD, PCDF e PCB diossina simili (T.E.)	1,5 x 10 ⁻³	
<i>PCB</i>	µg/kg s.s	
PCB totali	4	

Tab. 1.18 - Analiti previsti dal DM 367/2003 per i sedimenti marini

Le zone di campionamento per le due campagne di ricerca sono state individuate all'interno del Golfo di Trieste e hanno interessato i sedimenti superficiali del fondo (circa 0-5 cm). Di seguito vengono riportate nelle Figg. 1.60 e 1.61 i siti di campionamento per le due campagne svolte.

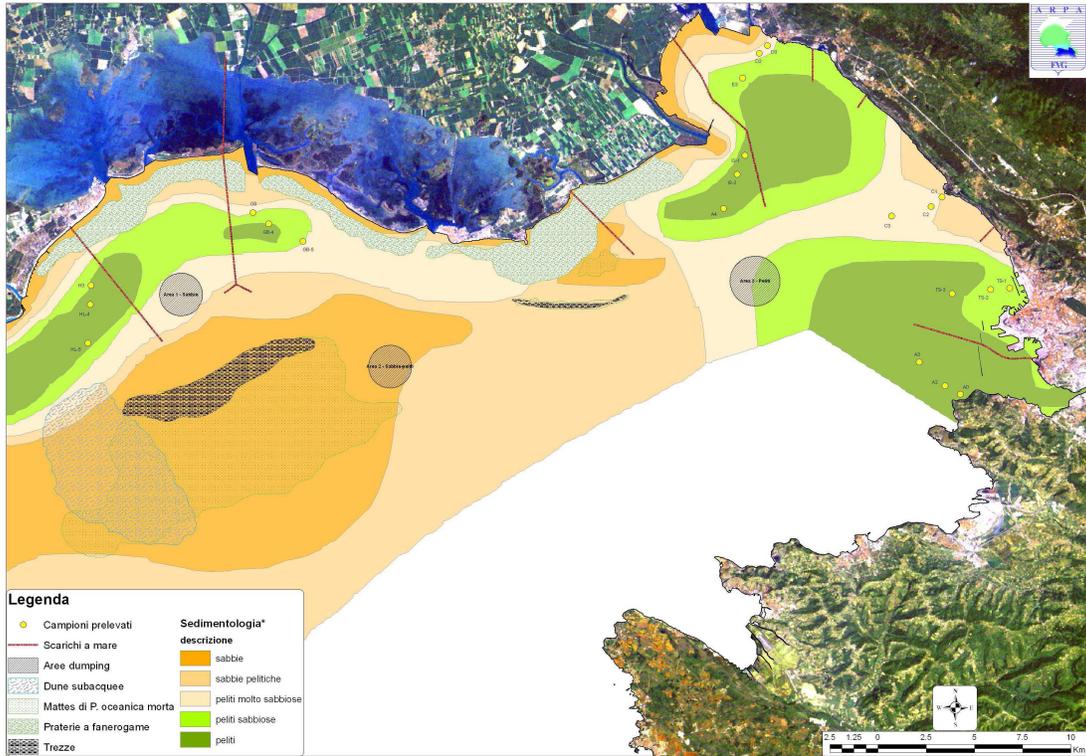


Fig. 1.60 - Zonazione dei campionamenti (indagine ARPA 2005)

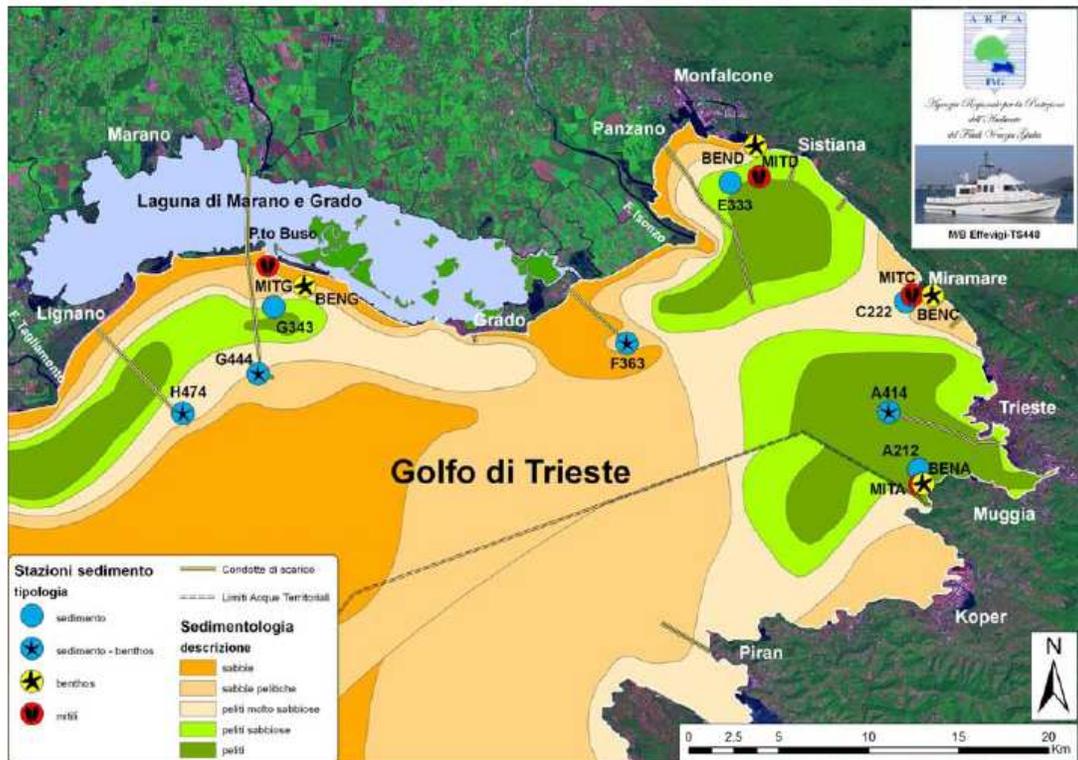


Fig. 1.61 - Zonazione dei campionamenti (indagine ARPA 2007)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 198 di 437	Rev.: 00	

Chiaramente interessano soprattutto i valori provenienti dai carotaggi della zona orientale del golfo e quindi, nella prima campagna di indagine del 2005 le stazioni contrassegnate dalla lettera A, TS, E, IS, mentre nella seconda del 2007 le stazioni identificate dalle lettere A, C, E ed F e associate rispettivamente ai transetti A, C, D ed F.

Di seguito si riportano i dati estrapolati dalle due indagini, per la prima (a parte il caso della concentrazione della sostanza organica) a livello grafico con aerogrammi visualizzati su cartina, per la seconda con tabelle riassuntive

Carbonio organico e azoto totale

I valori relativi alle due campagne sono riportati nelle Tab. 1.19 e Tab. 1.20.

Transetto	Campione	C (%)	N (%)
1 Punta Sottile	A0	1,069	0,183
	A2	1,021	0,176
	A3	1,115	0,189
2 Trieste	TS1	1,476	0,220
	TS2	1,242	0,181
	TS3	1,013	0,169
3 Grignano	C1	0,829	0,162
	C2	0,927	0,210
	C3	0,892	0,241
4 Panzano	D0	1,101	0,256
	D2	1,131	0,176
	E3	1,115	0,189
5 Isonzo	IS1	0,911	0,191
	IS2	0,905	0,199
	A4	0,943	0,203
6 Porto Buso	G3	0,505	0,195
	GB4	0,619	0,153
	GB5	0,657	0,152
7 Lignano	HL3	0,703	0,111
	HL4	0,855	0,119
	HL5	0,552	0,124
Media		0,932	0,180
Dev. St.		0,238	0,037
Min.		0,505	0,111
Max.		1,476	0,256

Tab. 1.19 - Contenuto di sostanza organica presente nei campioni analizzati (campagna ARPA 2005).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 199 di 437	Rev.:			
		00			

<i>Campagna</i>	A212		C222		E333	
<i>ottobre 2006</i>	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)
<i>media</i>	1,06	0,30	1,03	0,17	0,95	0,17
<i>dev.st</i>	0,15	0,07	0,03	0,04	0,10	0,04
<i>CV</i>	13,8	22,3	2,8	22,1	10,1	21,8
<i>Campagna</i>	A414		F363		G444	
<i>ottobre 2006</i>	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)
<i>media</i>	1,04	0,33	0,77	0,26	0,64	0,24
<i>dev.st</i>	0,05	0,05	0,18	0,03	0,05	0,03
<i>CV</i>	4,8	15,3	23,4	11,0	8,0	11,6
<i>Campagna</i>	A212		C222		E333	
<i>marzo 2007</i>	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)
<i>media</i>	1,15	0,30	1,27	0,24	1,06	0,21
<i>dev.st</i>	0,02	0,03	0,15	0,06	0,02	0,02
<i>CV</i>	1,9	10,4	11,5	25,1	2,1	10,3
<i>Campagna</i>	A414		F363		G444	
<i>marzo 2007</i>	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)	C.org (%)	N.tot (%)
<i>media</i>	1,36	0,23	0,20	0,05	0,78	0,20
<i>dev.st</i>	0,19	0,04	0,02	0,00	0,17	0,05
<i>CV</i>	14,1	18,4	7,9	4,9	21,5	23,7

Tab. 1.20 - Contenuto di sostanza organica presente nei campioni analizzati (campagna ARPA 2007).

In riferimento all'indagine del 2007 si sono estrapolati i seguenti dati:

Transetto A

Nel transetto di Muggia la stazioni A212 ed A414 contengono concentrazioni simili di sostanza organica con un valore medio per il carbonio di 1,15 e per l'azoto di 0,29 Le percentuali di carbonio organico variano da un minimo di 1,04 della stazione A414 nella campagna 2006 ad un massimo di 1,36 ritrovate sempre nella stessa stazione nella campagna del 2007. L'azoto totale invece varia da 0,23 a 0,33 entrambi ritrovati in A414.

Transetto C

La stazione C222 ha un andamento simile al transetto precedente, con i valori massimi di carbonio organico nella prima campagna del 2007 e percentuali di 1,27 e minimi nella campagna di ottobre 2006 e percentuali di 1,03. Anche l'azoto totale segue lo stesso andamento temporale con variazioni da 0,17 (ottobre 2006) a 0,24 (marzo 2007.)

Transetto D

Nella Baia di Panzano la stazione E333 soprattutto per il carbonio presenta concentrazioni di sostanza organica leggermente inferiori a quelle dei due transetti più orientali le sue percentuali variano infatti da 0,95 (ottobre 2006) a 1,06 (marzo2007). I valori di azoto invece si mantengono allineati a quelli delle precedenti stazioni con un valore medio per le due campagne di 0,19.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	200 di 437	00	

Non appaiono valori allarmanti o con variazioni repentine tra i periodi di indagine

TBT

Una rilevante quantità di organostannici è stata impiegata nella produzione di vernici antivegetative utilizzate sia nell'industria navale che in quella dei manufatti immersi in mare e acque dolci; il composto più usato è il tributilstagno (TBT) ossido e metacrilato. Nelle formulazioni più vecchie il TBT era aggiunto direttamente alle vernici con il risultato che questo composto veniva rilasciato in notevoli quantità nell'acqua attorno allo scafo appena verniciato ed in breve tempo la vernice perdeva le caratteristiche di biocida.

È stato stimato che il tempo di semivita del TBT in acqua di mare varia dai 3 ai 15 giorni, a seconda della temperatura e da altri fattori naturali. La velocità di degradazione del TBT nel sedimento, invece, è molto minore: varia da 4 mesi fino a più di 8 anni a seconda della natura del sedimento e della forma in cui il TBT è presente. Se, ad esempio, il TBT è presente in frammenti di vernice depositatisi sul fondo, è molto resistente ai fenomeni di biodegradazione.

I dati in questo caso provengono solo dall'indagine del 2007 (Tab. 1.21).

CAMPAGNA SEMESTRALE MARZO 2007

Campagna 0107

	A212	A414	C222	E333
	$\mu\text{g g}^{-1}$ s.s.	$\mu\text{g g}^{-1}$ s.s.	$\mu\text{g g}^{-1}$ s.s.	$\mu\text{g g}^{-1}$ s.s.
TBT	0,038	0,055	0,051	0,050

Tab. 1.21 - Concentrazione di TBT nelle stazioni prossime all'area di progetto (indagine ARPA 2007)

Il valore più elevato di TBT è stato rilevato nella stazioni che non rientrano nell'area di progetto, comunque in generale la concentrazione di questo organometallo è molto bassa. Il valore medio calcolato per le otto stazioni è di 0,063 $\mu\text{g g}^{-1}$ ad ottobre e di 0,037 $\mu\text{g g}^{-1}$ a marzo 2007

PCB

I policlorobifenili (PCB) sono miscele complesse costituite dai derivati della clorurazione del bifenile. Le zone di campionamento sono riportate nella Fig. 1.62.

I pesticidi clorurati sono sostanze ad attività insetticida il cui meccanismo d'azione, prevalentemente a danno del sistema nervoso, è riferibile a strutture molecolari organiche fortemente clorate. Tali composti di origine esclusivamente industriale sono molto stabili, scarsamente reattivi, fortemente assimilabili dalle particelle, insolubili in acqua, solubili nei grassi e per lo più resistenti all'azione batterica.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 201 di 437	Rev.:			
		00			

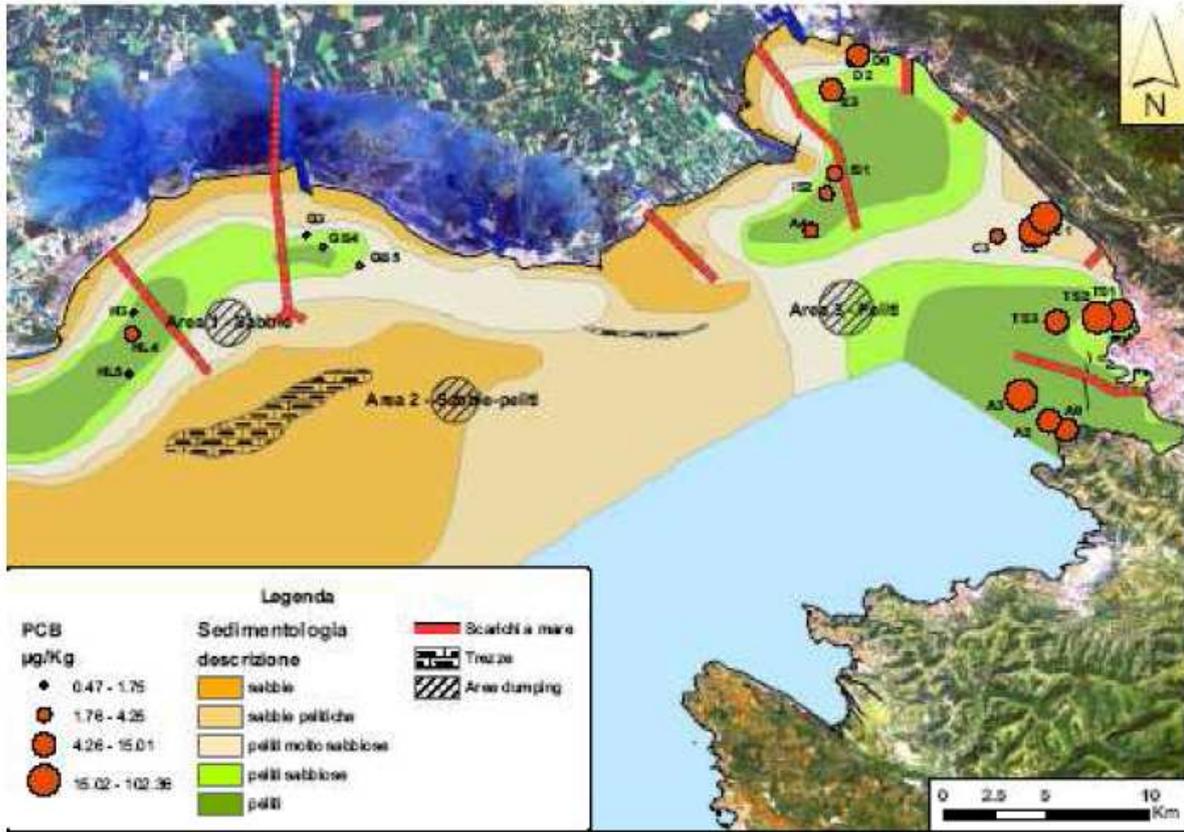


Fig. 1.62 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di PCB nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

I valori più elevati di PCB si concentrano nella parte orientale del golfo con valori abbastanza preoccupanti oltre i limiti del DM 367/2003 (Tab. 1.22).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	202 di 437	00	

CAMPAGNA SEMESTRALE MARZO 2007

Campagna 0107

	A212	A414	C222	E333
	$\mu\text{g Kg}^{-1}$ (s.s.)	$\mu\text{g Kg}^{-1}$ (s.s.)	$\mu\text{g Kg}^{-1}$ (s.s.)	$\mu\text{g Kg}^{-1}$ (s.s.)
4,4' -DDT	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
2,4' -DDT	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
4,4' -DDE	<LOD	0,3	0,2	0,2
2,4' -DDE	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
4,4' -DDD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
2,4' -DDD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
alfa HCH	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
beta HCH	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
gamma HCH	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
delta HCH	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Aldrin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
Dieldrin	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
HCB	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 52	<LOD	0,5	<LOD	<LOD
PCB 77	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 81	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 128	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD
PCB 138	<LOD	0,6	<LOD	<LOD
PCB 153	0,6	0,6	0,7	0,4
PCB 169	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD

Tab. 1.22 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di PCB nella zona costiera del Golfo (dati ARPA 2007).

In riferimento all'indagine del 2007 sono stati estrapolati i seguenti dati:

Transetto A

Nel campione prelevato nella stazione A202, ad ottobre 2006, sono stati rilevati i congeneri CB-138 e CB-153 a concentrazioni pari rispettivamente a 0,4 e 1,1 $\mu\text{g Kg}^{-1}$; a marzo l'unico congenere rilevato è stato il CB-153 (0,6 $\mu\text{g Kg}^{-1}$). In tutte e due le campagne non è stata evidenziata la presenza di pesticidi organoclorurati.

Nella stazione A414 la concentrazione totale di policlorobifenili (congeneri CB-138 e CB-156) a ottobre 2006 ha raggiunto i 2,0 $\mu\text{g Kg}^{-1}$; a marzo il valore complessivo di questi composti è stato pari a 1,7 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ inoltre è stato rilevato anche il CB-52 ad una concentrazione di 0,5 $\mu\text{g Kg}^{-1}$. In questo stesso mese è stata osservata la presenza di p,p'-DDE (0,3 $\mu\text{g Kg}^{-1}$).

Transetto C

Ad ottobre 2006, nella stazione C222, è stata rilevata la presenza di CB-138 (0,8 $\mu\text{g Kg}^{-1}$), mentre a marzo 2007 l'unico congenere presente nel campione è il CB-153 (0,7 $\mu\text{g Kg}^{-1}$).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	203 di 437	00	

Il solo pesticida organoclorurato rilevato è il p,p'-DDE a concentrazioni pari a 0,5 e 0,2 µg Kg-1 rispettivamente nella campagna di ottobre e marzo.

Transetto D

La concentrazione dei PCB nella stazione E333, ad ottobre 2006, è risultata pari a 1,5 µg Kg-1 (CB-52, CB-138 e CB-156); a marzo l'unico congenere rilevato è stato il CB-153 ad una concentrazione di 0,4 µg Kg-1. Della classe dei pesticidi, il p,p'-DDE è l'unico presente a concentrazioni quantificabili e pari a 0,7 e 0,2 µg Kg-1 rispettivamente nella campagna di ottobre e di marzo.

IPA

Tra le sostanze organiche inquinanti, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) rappresentano una classe di composti ad elevato rischio ambientale. Gli IPA derivano soprattutto da attività antropiche, quali i processi di combustione (IPA "pirolitici") e gli sversamenti di petrolio o di prodotti petroliferi secondari (IPA "petrogenici").

Tali composti comunque hanno anche un'origine naturale. I punti di campionamento e la rappresentazione degli intervalli di concentrazione sono riportati nella Fig. 1.63.

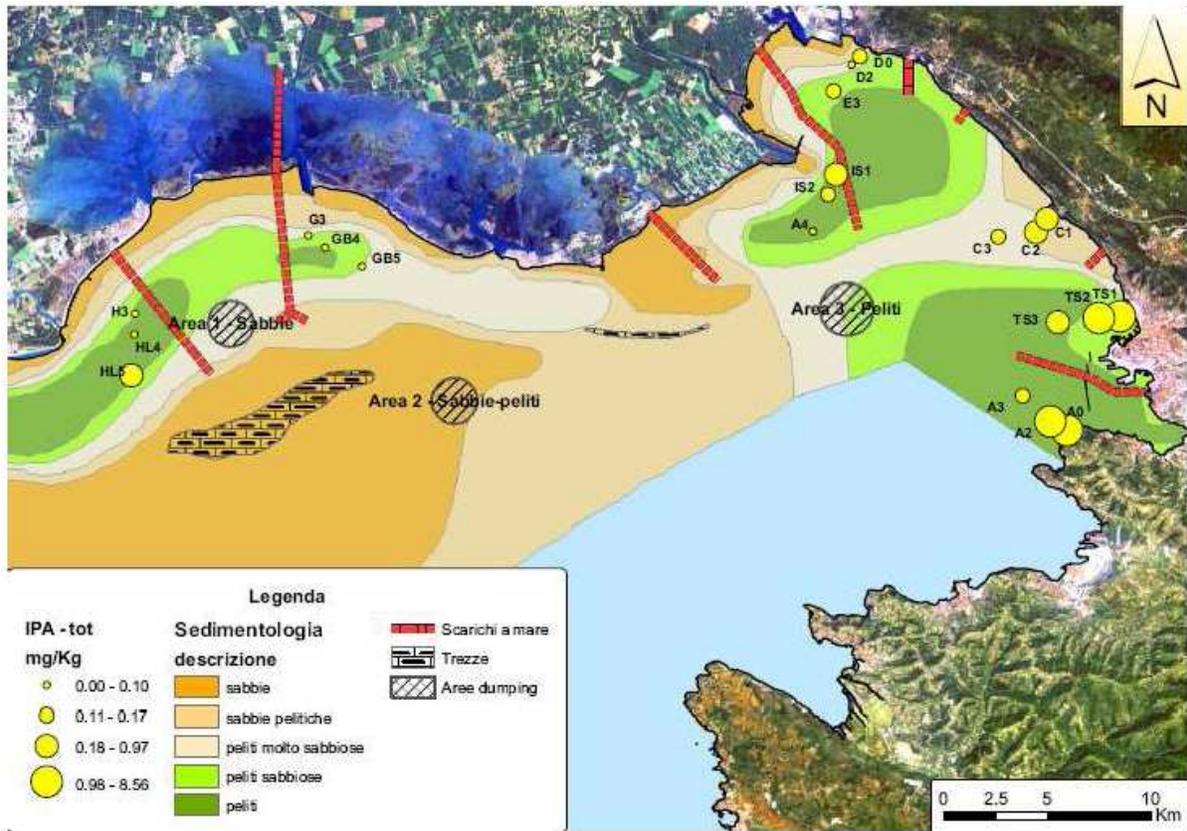


Fig. 1.63 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di IPA nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	204	di 437	00		

Nell'area di progetto non risultano valori oltre la norma.

Nella Fig. 1.64 sono stati comparati i dati del 2007 con quelli del 2006, dove vengono riportati i seguenti composti:

- N, naftalene
- Ace, acenaftene
- F, fluorene
- P, fenantrene
- A, antracene
- FL, fluorantene
- Py, pirene
- BaAn, benzo,a,antracene
- C, crisene
- BbFL, benzo,b,fluorantene
- BkFL, benzo,k,fluorantene
- BaPY, benzo,a,pirene
- DA.dibenzo,ah,antracene
- BgH, benzo,ghi,perilene
- ID, indeno,123-cd,pirene

In riferimento all'indagine del 2007 sono stati estrapolati i seguenti dati:

Transetto A

Da un'analisi riassuntiva dei dati, nella stazione A202 la concentrazione totale di Idrocarburi Policiclici Aromatici, espressa come valore medio dei valori ottenuti nelle singole campagne di ottobre 2006 e marzo 2007, è pari a 0,809 mg Kg⁻¹, il valore massimo (0,9175 mg Kg⁻¹) è stato rilevato nella campagna di marzo 2007. Più in particolare, come si evince dalla Fig. 1.64, il benzo(a)pirene è stato rilevato ad una concentrazione di 0,0407 mg Kg⁻¹ ad ottobre 2006, mentre a marzo 2007 la concentrazione riscontrata è stata di 0,0924 mg Kg⁻¹

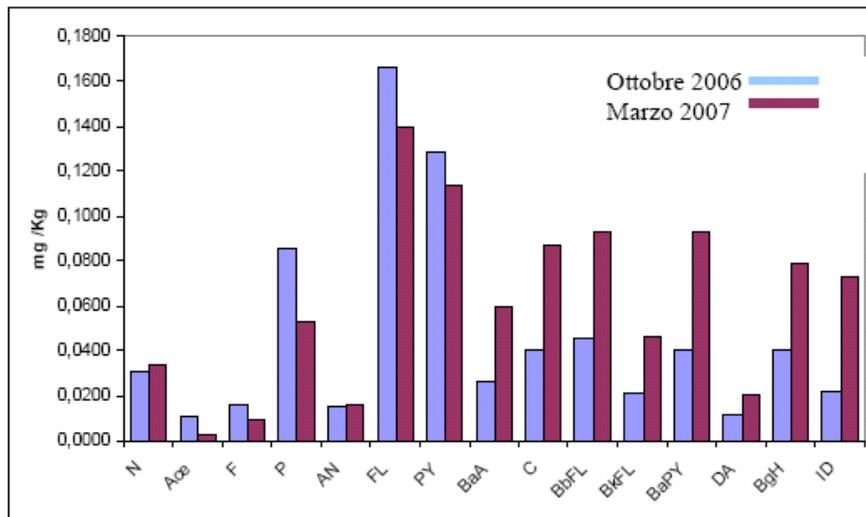


Fig. 1.64 - Andamento dei valori di IPA nella stazione A202 (indagine ARPA 2007)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	205 di 437	00	

Nella Fig. 1.65 sono stati comparati i dati del 2007 con quelli del 2006 relativi alla stazione A414.

Da un'analisi generale, il valore medio rilevato nella stazione A414 è pari a 0,482 mg Kg-1 di IPA totali, il valore più elevato è risultato quello relativo al campione di ottobre 2006 (0,5531mg Kg-1). Più in dettaglio, come mostrato in Fig. 1.65, il composto presente a concentrazioni più elevate in tutte e due la campagne è il fluorantene (0,0804 e 0,0489 mg Kg-1 rispettivamente ad ottobre 2006 e marzo 2007); il benzo(a)pirene è leggermente superiore ad ottobre con una concentrazione pari a 0,0521 mg Kg-1.

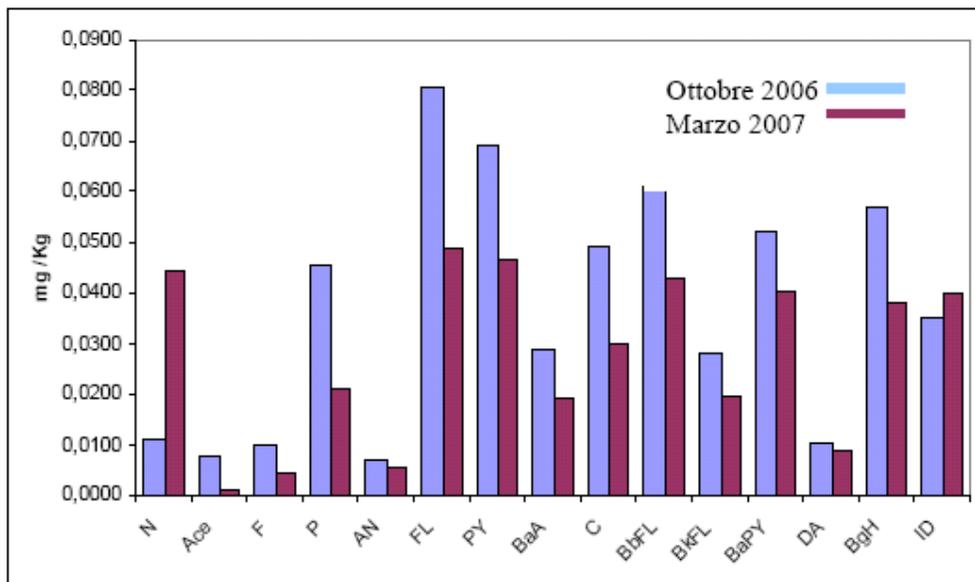


Fig. 1.65 - Andamento dei valori di IPA nella stazione A414 in confronto con i dati 2006 (indagine ARPA 2007).

Transetto C

Da una visione di insieme di tutti gli IPA, nel transetto C, rappresentato dalla stazione C222, si è rilevata la maggiore quantità di composti poliaromatici. Ad ottobre 2006 la somma delle singole molecole ha raggiunto una concentrazione pari a 1,1927 mg Kg-1, mentre a marzo 2007 sono stati rilevati 0,9396 mg Kg-1 di IPA. In particolare, si evince dalla Fig. 1.66 come il composto presente in quantità maggiori è sempre il fluorantene ed è pari a 0,1776 e 0,1295 mg Kg-1 (ottobre 2006 e marzo 2007 rispettivamente); il benzo(a)pirene, invece, raggiunge una concentrazione di 0,1104 e di 0,0968 mg Kg-1 nelle due campagne

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	206 di 437	00	

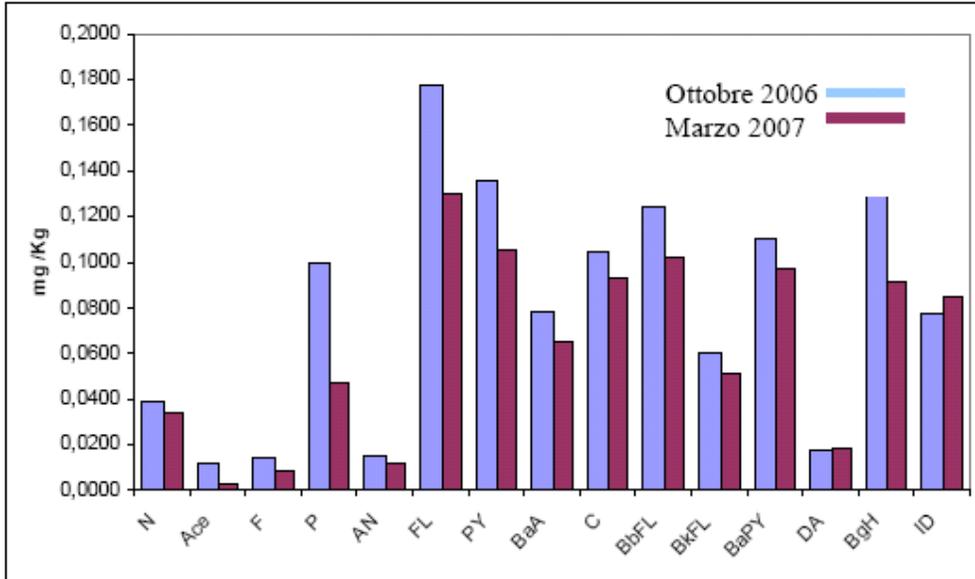


Fig. 1.66 - Andamento dei valori di IPA nella stazione C222 in confronto con i dati 2006 (indagine ARPA 2007)

Transetto D

Da un'analisi generale, la concentrazione più elevata di IPA totali è stata rilevata nel campione prelevato ad ottobre 2006 con un valore pari a 0,3248 mg Kg⁻¹; nella campagna successiva la somma dei singoli composti poliaromatici ha fornito un valore di 0.2677 mg Kg⁻¹. Tra i composti più rappresentativi (Fig. 1.67), il fluorantene è quello presente a maggiore concentrazione anche nella stazione E333 con valori pari a 0,046 e 0,0369 mg Kg⁻¹ (ottobre 2006 e marzo 2007).

I benzo(a)pirene ha dei valori molto simili nelle due campagne e pari a 0,0284 e 0,0236 mg Kg⁻¹.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	207 di 437	00	

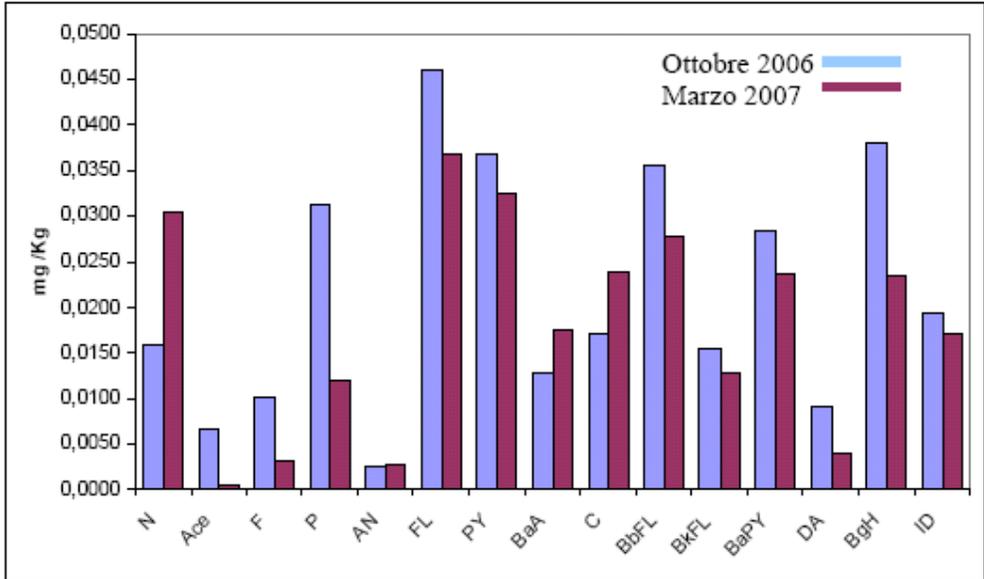


Fig. 1.67 - Andamento dei valori di IPA nella stazione E333 in confronto con i dati 2006 (indagine ARPA 2007).

Metalli pesanti

Vengono definiti “metalli pesanti” una serie di elementi facenti parte del sistema di transizione e la cui densità atomica è, per definizione, $> 6 \text{ g cm}^{-3}$ (Alloway, 1990). La maggior parte di questi elementi svolgono importanti funzioni biologiche a livello degli organismi in quanto rappresentano micronutrienti essenziali coinvolti nella fine regolazione dei loro sistemi enzimatici. Sia i processi naturali (dilavamento delle rocce, erosione, attività geotermale) sia le attività antropiche (uso di combustibili fossili, fusione di minerali, attività petrolifere) contribuiscono al ciclo globale dei metalli pesanti tra l’atmosfera, le acque interne e gli oceani, i suoli ed i sedimenti fluviali e costieri (Salomons e Föerstner, 1984). In particolare i sedimenti rappresentano il più importante sito di deposizione finale nonché una importante fonte secondaria di elementi biogenici, azoto, fosforo, elementi in traccia, composti organici e radionuclidi per l’ambiente marino (Müller et al., 1979, 1980; Leoni e Sartori, 1997).

Il particellato ed i sedimenti depositati sono strettamente interconnessi tra loro attraverso i processi di sedimentazione ed erosione. All’interno del sedimento avvengono i processi diagenetici che determinano la presenza di elevate concentrazioni di metalli disciolti nelle acque interstiziali (Libes, 1992); a causa dei flussi diffusivi, della consolidazione, della bioturbazione e irrigazione del sedimento, i metalli disciolti possono diffondere verso la sovrastante colonna d’acqua. Inoltre, possono essere biodisponibili per la componente bentonica. Perciò il comportamento di un particolare metallo nel sistema risulta, quindi, molto complesso, a causa dell’elevato numero di interazioni tra i composti disciolti e la fase solida sospesa (Leckie et al., 1980; Salomons, 1980; Cauwet, 1987; Szefer e Skwarzec, 1988; Alongi et al., 1996; Morford e Emerson, 1999; Cho et al., 1999). In aggiunta, la presenza di molecole organiche più o meno complesse, fornisce ulteriori siti di legame per i metalli disciolti con la conseguente formazione di complessi più o meno forti che vanno in definitiva ad influenzarne la speciazione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	208 di 437	00	

In sequenza vengono riportati i dati grafici della campagna ARPA 2005 e una tabella riassuntiva dei dati della campagna 2007. A commento dei dati portati viene sempre introdotta una breve panoramica dei valori relativi al metallo rinvenuti negli anni precedenti.

Alluminio

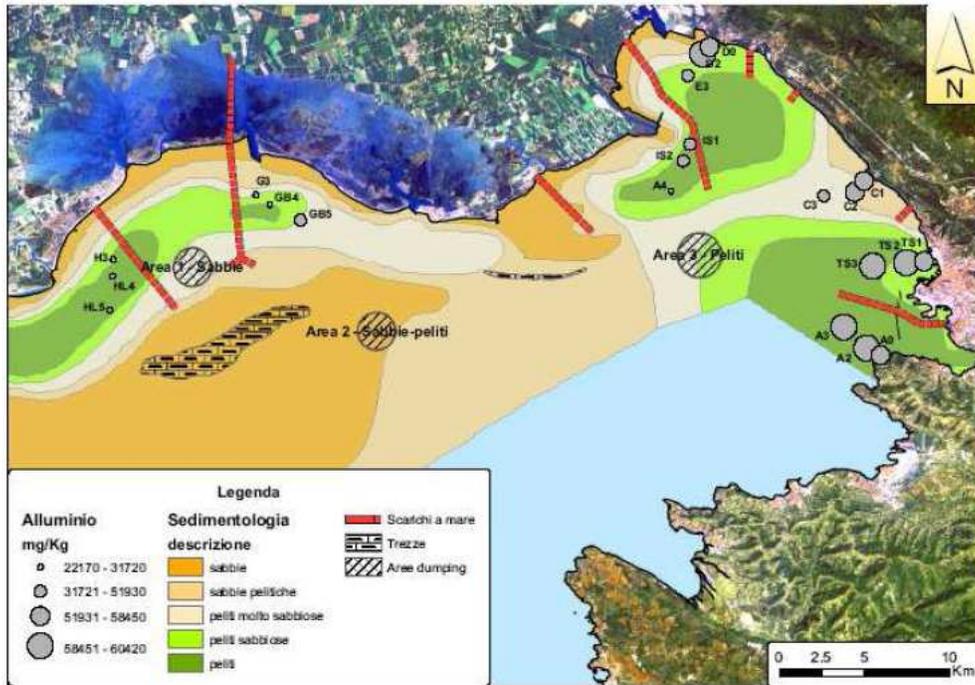


Fig. 1.68 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di alluminio nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	209 di 437	00	

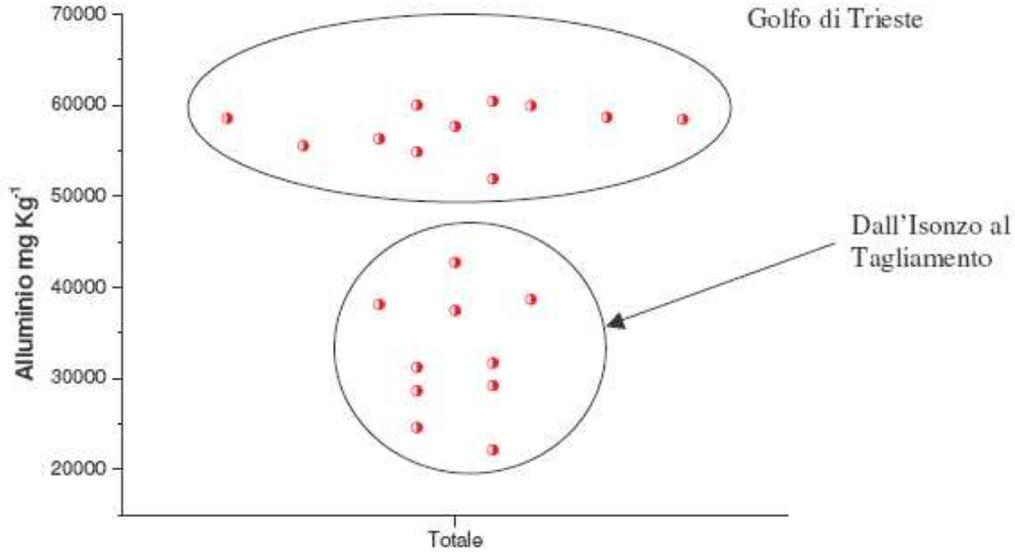


Fig. 1.69 - Concentrazione dell'alluminio nei campioni analizzati e relativa suddivisione nelle due aree regionali (dati ARPA 2005)

Dati pregressi indicano come l'alluminio è presente a concentrazioni elevate nell'area regionale più orientale, con valori pari all'8%, mentre nell'area occidentale le concentrazioni diminuiscono fino all'1% e raggiungono i valori minimi (0,22%) nei campioni a più elevato tenore sabbioso prelevati alla foce del fiume Isonzo.

I dati ottenuti dallo studio ARPA 2005 hanno inoltre evidenziato come sia possibile suddividere l'area costiera regionale in due distinte province geochemiche. In particolare, l'area geografica che si estende da Punta Sottile (prospiciente al confine con la Slovenia) fino a Punta Sdobba (foce dell'Isonzo) è caratterizzata da valori di percentuale sempre superiori al 4,5%. L'altro areale, che si estende sino alla foce del fiume Tagliamento presenta, al contrario, valori sempre inferiori. Nello stesso studio la suddivisione veniva confermata anche dai dati relativi ad altri metalli come Ni, Pb, Cu e V con l'eccezione del Hg a causa degli apporti derivanti da attività antropiche.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	210 di 437	00		

Arsenico

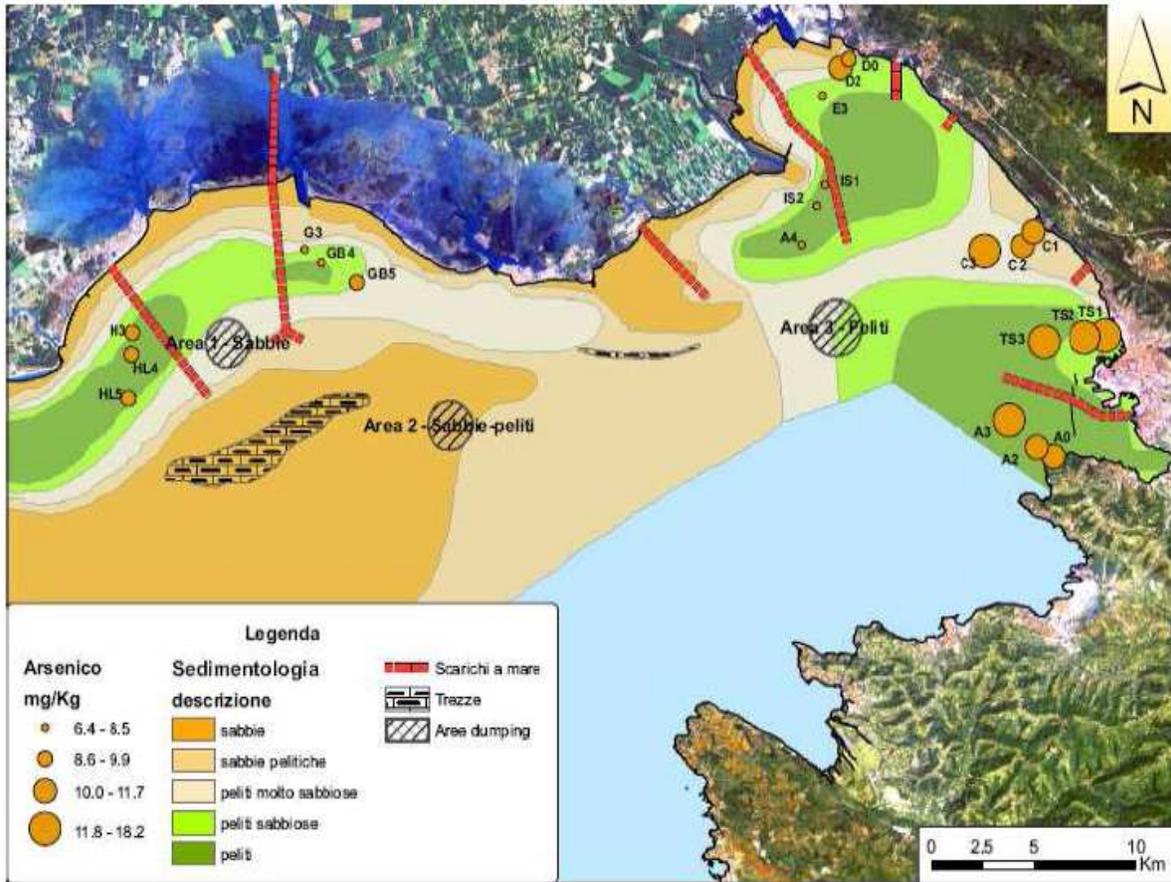


Fig. 1.70 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di arsenico nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Relativamente ai sedimenti costieri i dati pregressi di arsenico evidenziano un valore medio pari a 7,4 mg Kg⁻¹ con la presenza di un leggero gradiente negativo tra la zona orientale e quella occidentale dell'area marina costiera regionale (Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio, 2005); il valore massimo storico, pari a 17,7 mg Kg⁻¹, è stato rilevato nella zona centrale (Kosta et al., 1978).

Dall'indagine ARPA 2005 solo alcuni valori concentrati nella costa orientale del Golfo assumono valori prossimi ai valori limite dati dal DM 367/2003.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	211 di 437	00	

Cadmio

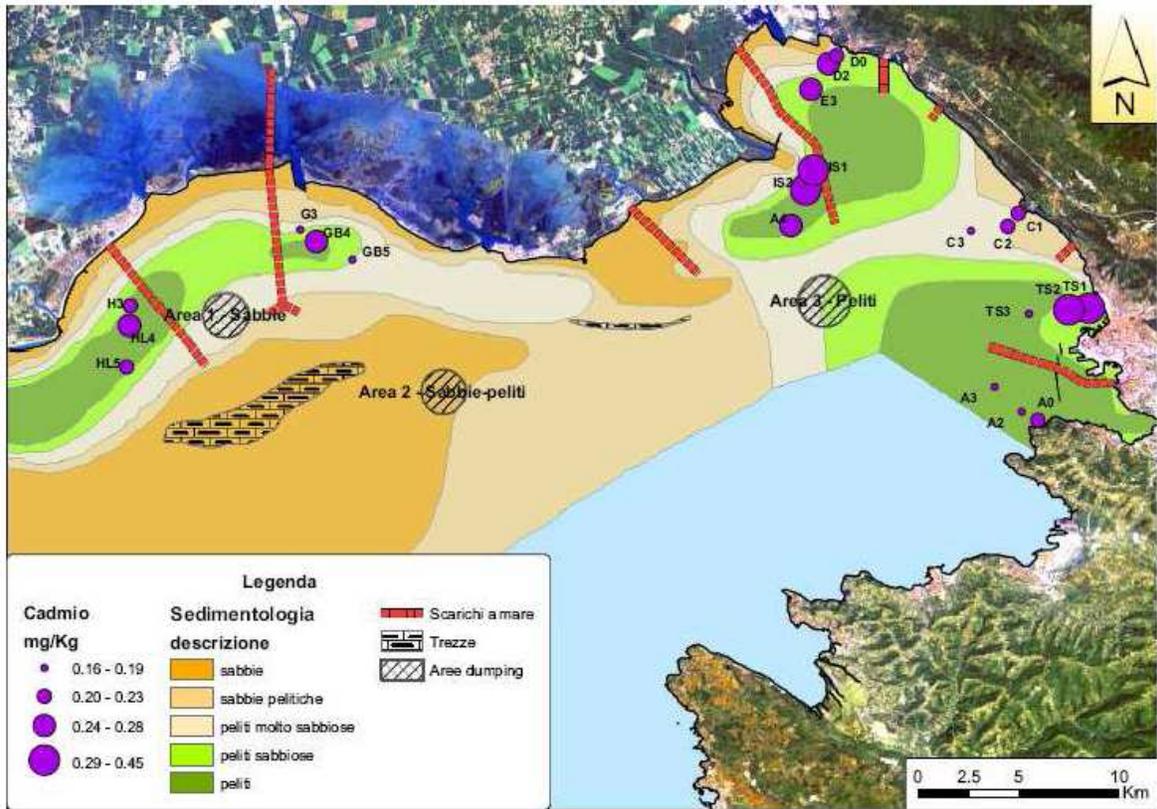


Fig. 1.71 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di cadmio nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Per il cadmio la concentrazione media rilevata è risultata pari a $0,21 \text{ mg Kg}^{-1}$, con il 90% dei valori ottenuti inferiore a $0,3 \text{ mg Kg}^{-1}$ (valore limite consentito dalla legge).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	212 di 437	00		

Cromo

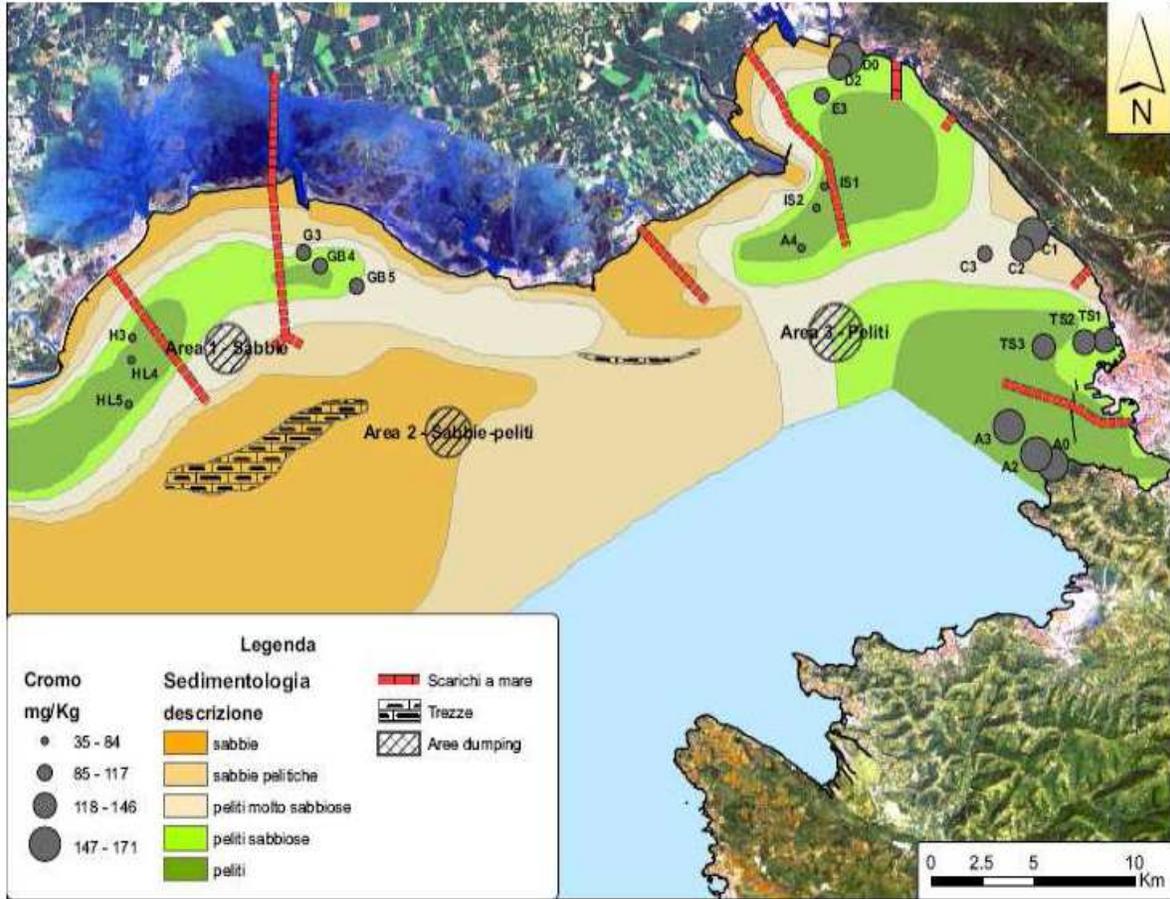


Fig. 1.72 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di cromo nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Il cromo è presente a concentrazioni elevate soprattutto nell'area più orientale (valore massimo di 167 mg Kg^{-1} , ben oltre il valore limite di 50 mg Kg^{-1} del DM 367/2003) con valori molto bassi associati a matrici prevalentemente sabbiose in prossimità della foce del fiume Isonzo ($8,7 \text{ mg Kg}^{-1}$).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	213 di 437	00		

Mercurio

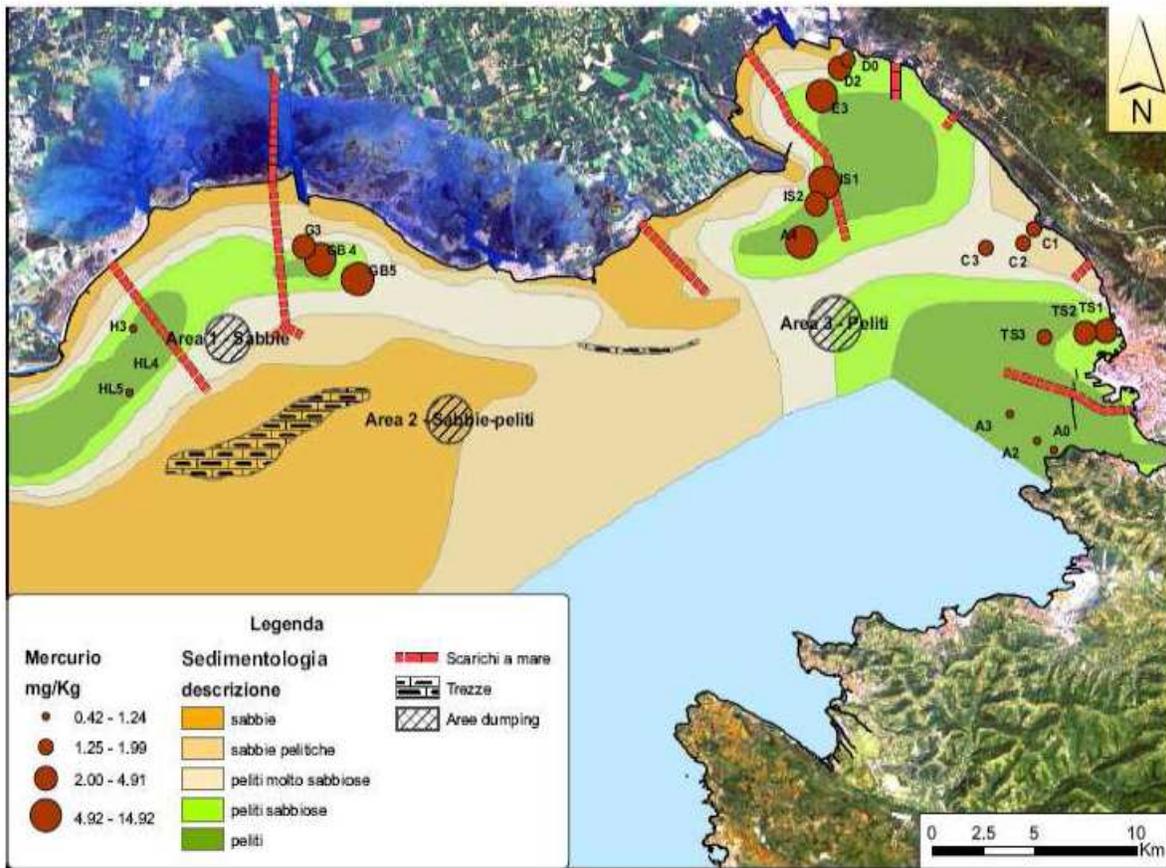


Fig. 1.73 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di mercurio nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Da dati pregressi si può notare come una forte variazione stagionale dei tassi di sedimentazione di mercurio particolato è stata trovata nella parte centrale del Golfo (Faganeli J. et al, 2003). Flussi di circa 2,5 volte superiori di particelle di mercurio sono stati osservati a profondità di 20 m ($3,1 \text{ mg m}^{-2} \text{ anni}^{-1}$), in confronto alla profondità di 10 m ($1,3 \text{ mg m}^{-2} \text{ anni}^{-1}$), il che potrebbe essere attribuito alla risospensione dei sedimenti sul fondo. In particolare le più grandi differenze sono state osservate nel periodo di stratificazione di densità della colonna d'acqua (giugno-ottobre), quando particelle fine ricche di mercurio sono risospese al di sotto del picnoclino. Da un preliminare bilancio di massa di mercurio sembra che il Golfo sia un efficiente trappola per questo metallo pesante e una fonte di metilmercurio. (Faganeli J. et al, 2003).

Ormai dimostrato da decenni, i valori più elevati di mercurio si trovano nei pressi della foce del fiume Isonzo, con valori al di là del limite del DM 367/2003 che è pari a $0,3 \text{ mg Kg}^{-1}$.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	214 di 437	00		

Nichel

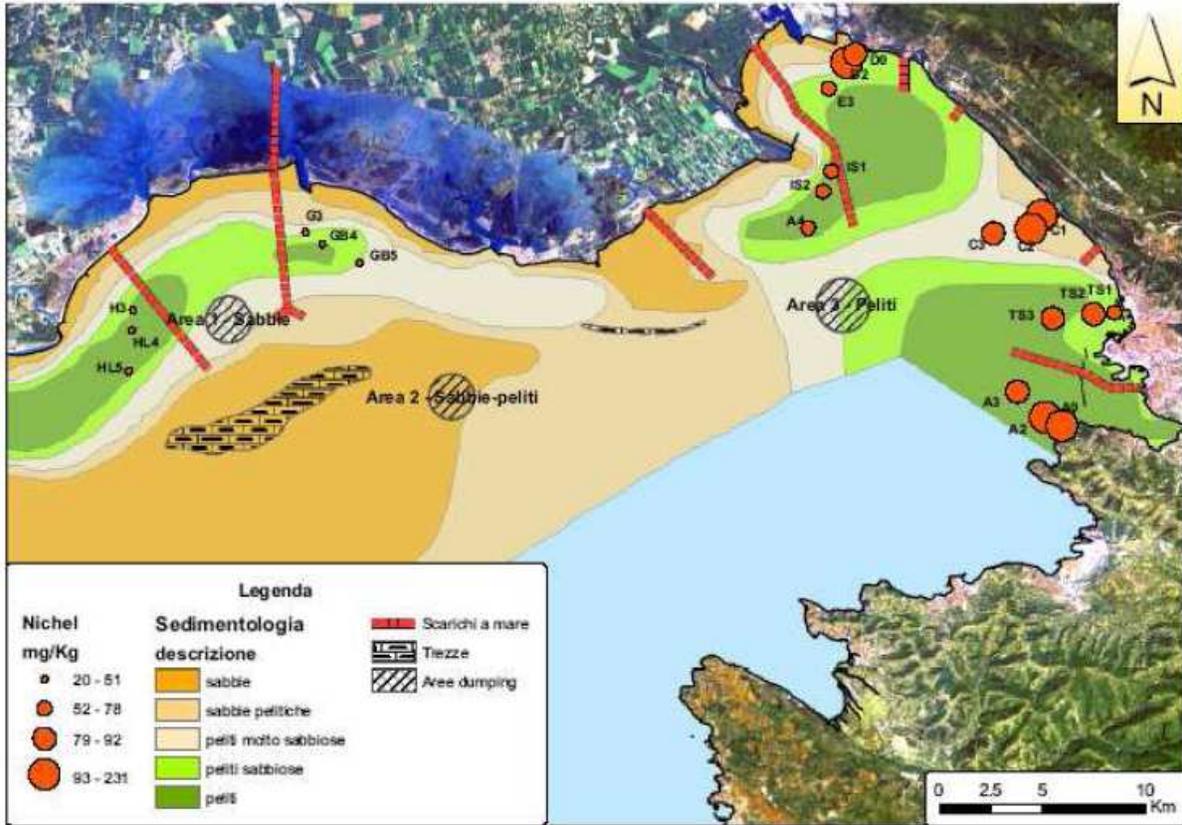


Fig. 1.74 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di nichel nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

La concentrazione media di nichel, pari a 83 mg Kg⁻¹, presenta lo stesso comportamento associato alle caratteristiche tessiturali dei sedimenti (Covelli e Fontolan, 1997). Da rimarcare i valori più alti concentrati nella parte sud orientale del Golfo con valori oltre i limiti di legge (30 mg Kg⁻¹).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	215 di 437	00	

Piombo

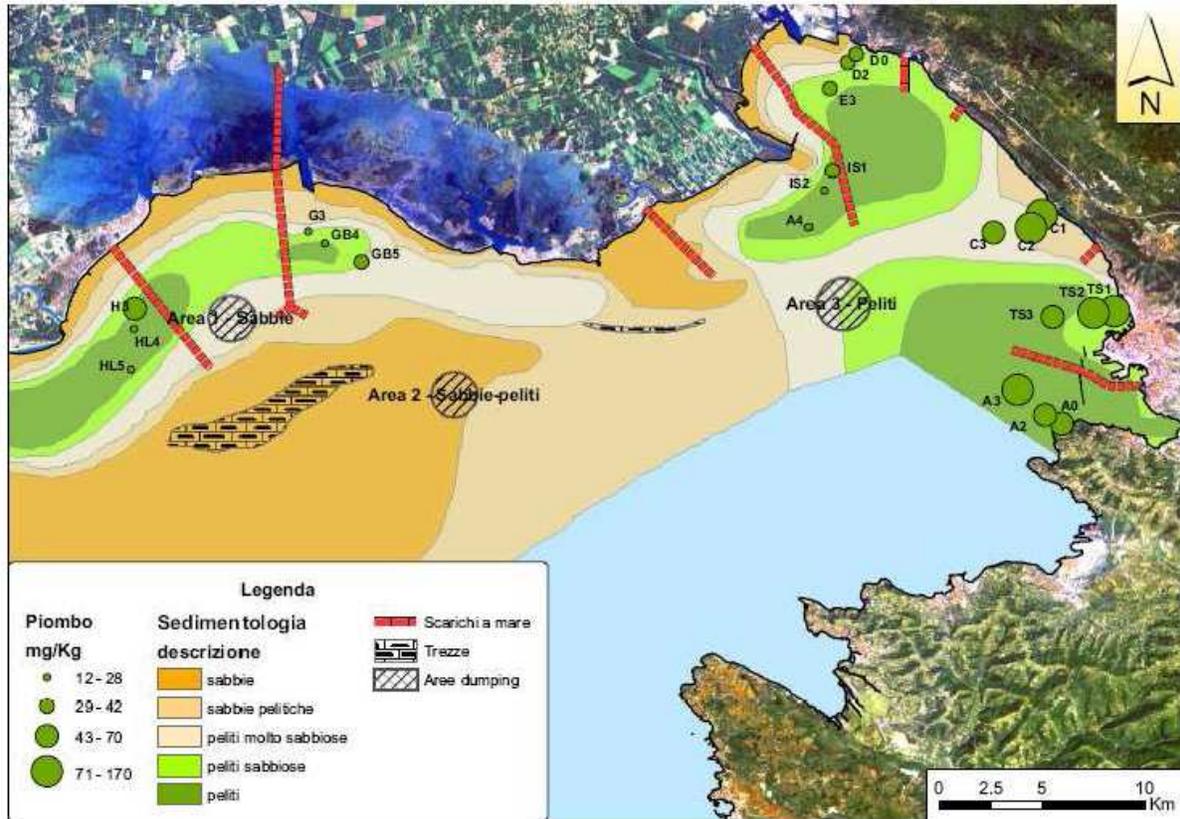


Fig. 1.75 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di piombo nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Da dati pregressi si evince che per il piombo, il valore massimo di concentrazione, rilevato nell'area regionale, è di 144 mg Kg^{-1} (Covelli e Fontolan, 1997), quello medio, di 55 mg Kg^{-1} .

Come si può notare dalla figura i valori di piombo sono molto elevati nella zona sud orientale del golfo, raggiungendo cifre ben al di là dei limiti consentiti per legge (30 mg Kg^{-1}).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	216 di 437	00	

Rame

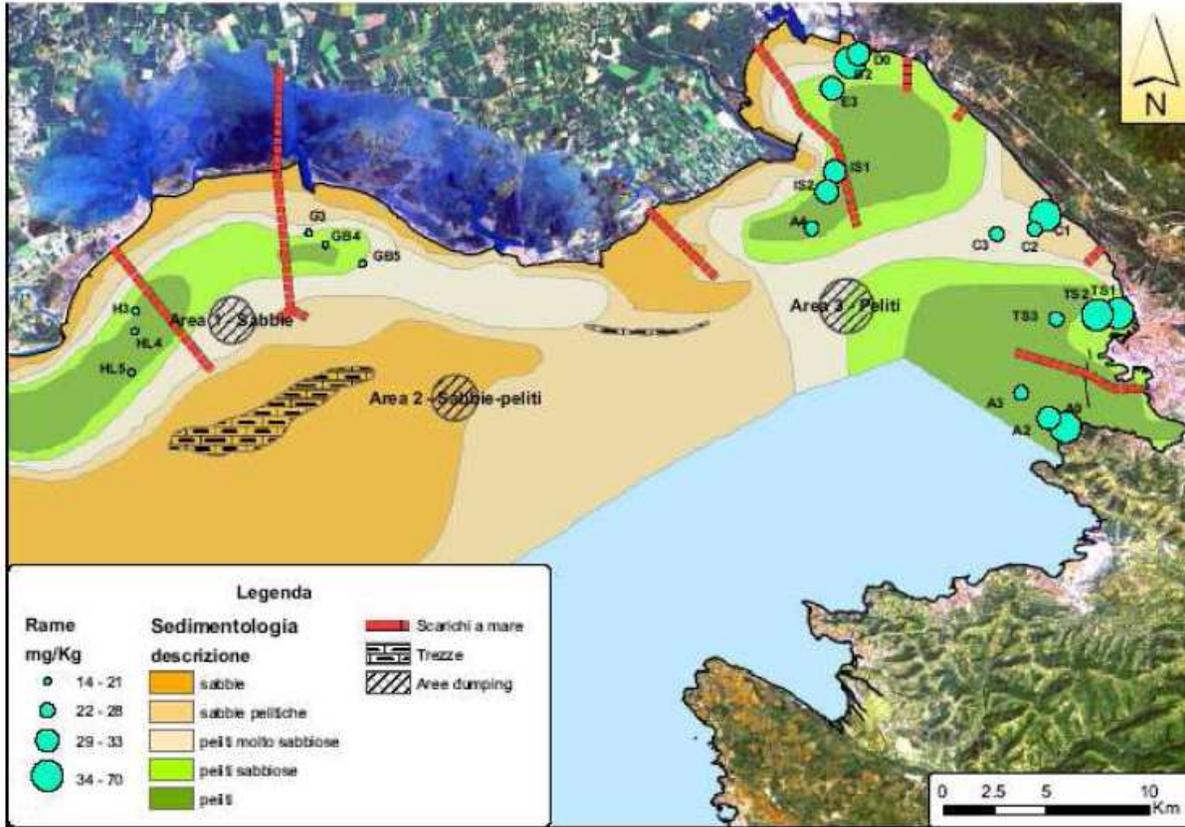


Fig. 1.76 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di rame nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Il rame è presente con una concentrazione media di 40,6 mg Kg⁻¹. I maggiori valori si concentrano nella parte orientale del golfo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	217 di 437	00	

Zinco

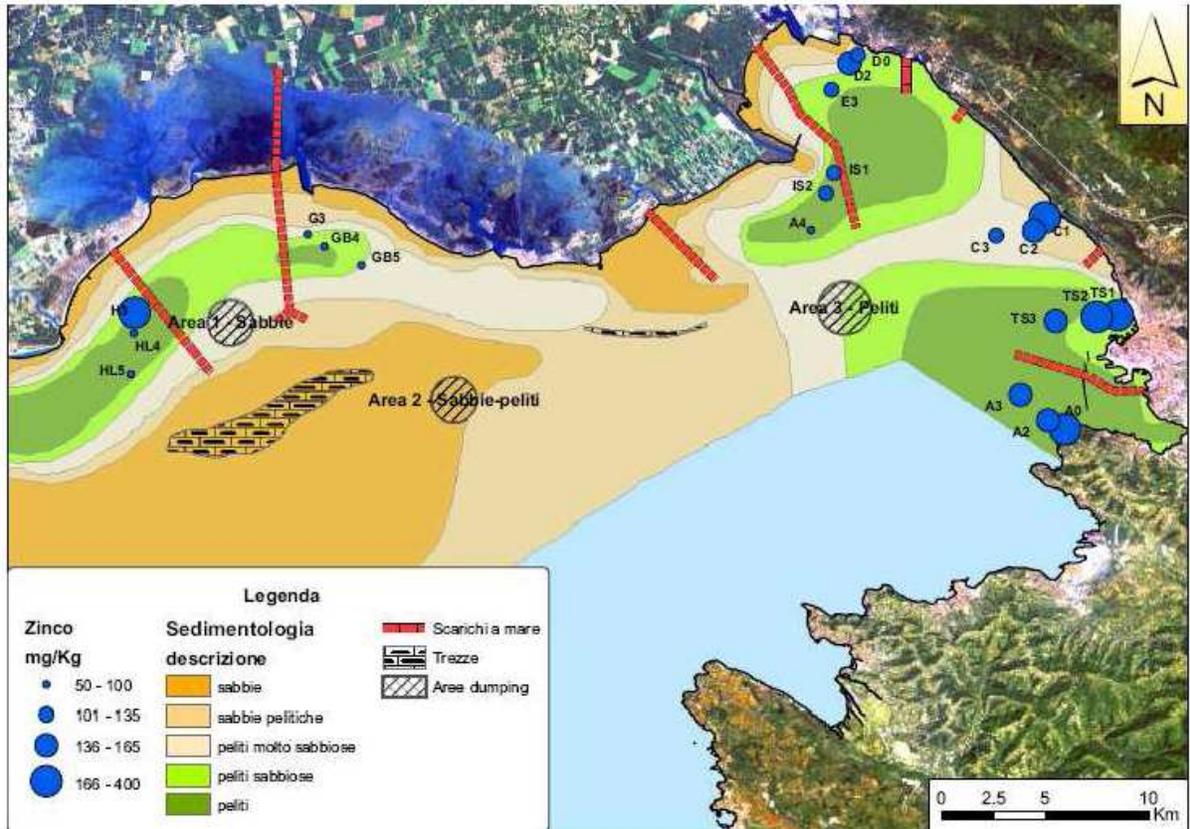


Fig. 1.77 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di zinco nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Alcuni dati storici individuano per lo zinco un intervallo dei valori di concentrazione estremamente ampio (dagli 8 ai 213 mg Kg⁻¹, Stefanini 1971; Ministero Ambiente-Servizio Difesa Mare, 2001-2005) e il valore medio è pari a 100 mg Kg⁻¹. Dall'indagine ARPA 2005 appaiono valori molto elevati nella zona sud orientale del golfo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	218 di 437	00	

Vanadio

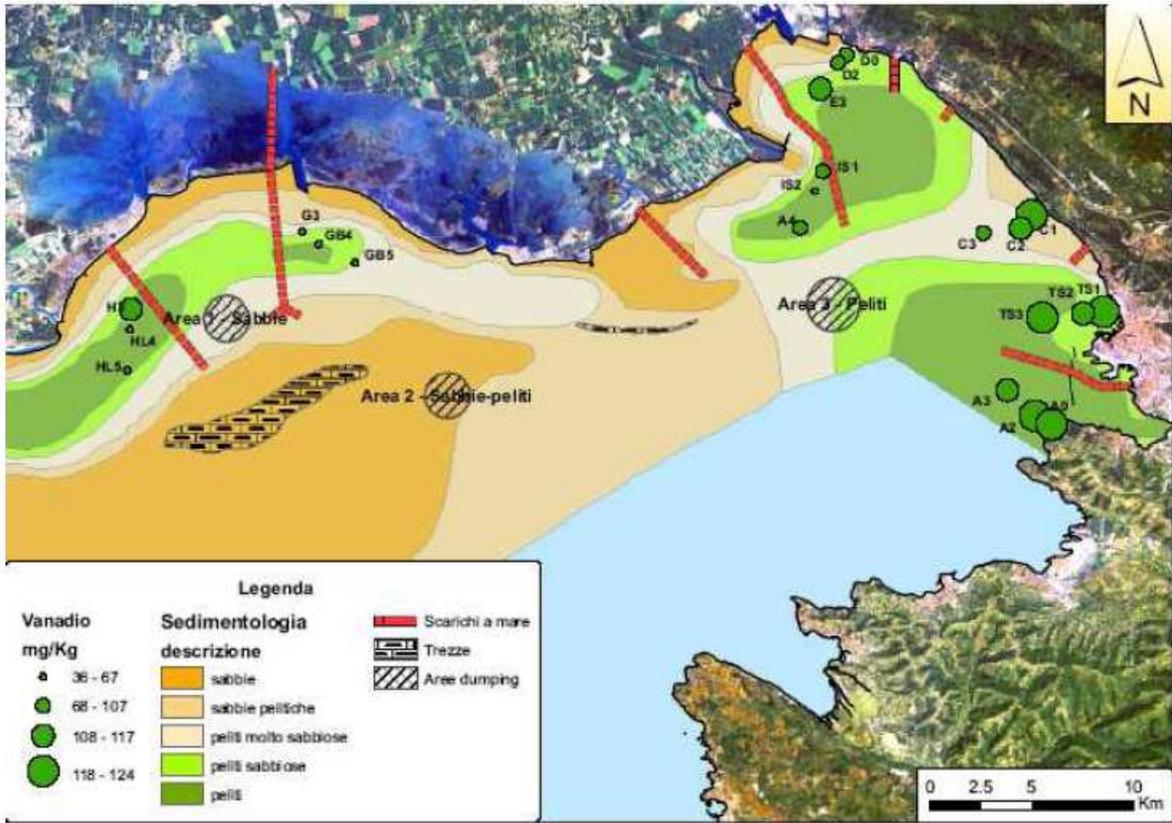


Fig. 1.78 - Punti di campionamento e relative concentrazioni di vanadio nella zona costiera del golfo (dati ARPA 2005)

Il vanadio è presente nei sedimenti regionali con una concentrazione media di 103 mg Kg⁻¹ (valore minimo 12 e massimo 175 mg Kg⁻¹ rispettivamente a Porto Buso e Punta Sottile).

Dati ARPA 2007

Per quanto riguarda i valori rilevati dalla campagna ARPA 2007, di seguito viene esposta una tabella riassuntiva (Tab 1.23) riguardo ai punti di interesse per l'area di progetto, commentati anche attraverso un confronto con i dati ottenuti da una precedente campagna nel 2006 sempre da parte dell'ARPA.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	219 di 437	00		

CAMPAGNA SEMESTRALE MARZO 2007

Campagna 0307

	A212	A414	C222	E333
	($\mu\text{g Kg}^{-1}$ s.s.)			
Mercurio	605	454	2872	6336
Cadmio	110	90	202	104
Cromo	64852	76071	60496	46800
Piombo	38478	32556	48774	29749
Zinco	146613	166966	166666	126062
Rame	22171	31300	27617	27725
Vanadio	125498	115481	129935	87423
Arsenico	12669	15751	13682	10009
Nichelio	78980	76014	81670	63005
Alluminio	54570000	56540000	54740000	42180000
Ferro	27949739	28595167	28466482	21530471

Tab. 1.23 - Concentrazione di alcuni metalli pesanti (campagna ARPA 2007)

In Ottobre 2006 i dati relativi agli elementi maggiori (alluminio e ferro) mettono in evidenza l'esistenza di una marcata differenza mineralogica nei sedimenti litorali della regione, come d'altronde già riportato in studi precedenti (Faganeli et al., 1991; Covelli e Fontolan, 1997; ARPA-FVG, 2006). In particolare si possono distinguere due aree geografiche che corrispondono, rispettivamente, la prima al tratto orientale del Golfo di Trieste compreso tra Punta Sottile e Punta Sdobba, la seconda al tratto compreso tra Punta Sdobba e la foce del fiume Tagliamento.

I tenori di arsenico caratteristici di sedimenti incontaminati sono compresi in un intervallo tra 5000 -15000 $\mu\text{g Kg}^{-1}$, sebbene valori superiori (fino a 40000 $\mu\text{g Kg}^{-1}$) possano essere rilevati in sedimenti oceanici (Moore e Ramamoorthy, 1984; Francesconi e Edmonds, 1997). Il ciclo biogeochimico dell'arsenico nell'ambiente marino è molto complesso e questa caratteristica ha importanti implicazioni sulla sua biodisponibilità e tossicità per gli organismi anche se, generalmente, a causa delle particolari condizioni ossido-riduttive, la sua biodisponibilità nell'ambiente marino è scarsa. In ottobre 2006 il valore più elevato è stato rilevato in A414 con 14013 $\mu\text{g Kg}^{-1}$. Il valore mediato per tutte le stazioni esaminate è di 8881 $\mu\text{g Kg}^{-1}$.

Nel campionamento effettuato in marzo 2007 il valore più elevato è sempre associato alla stazione A414 (15571 $\mu\text{g Kg}^{-1}$). Mediamente i valori sono più elevati rispetto alla campagna di Ottobre 2006 (11607 $\mu\text{g Kg}^{-1}$) anche se rientrano comunque nel range di concentrazione di sedimenti incontaminati.

Per il cadmio i valori tipici di sedimenti incontaminati sono compresi tra 100-600 $\mu\text{g Kg}^{-1}$ (Warren, 1981). La sua distribuzione spaziale è solitamente correlata al contenuto di Al. In

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		220 di 437		00	

sedimenti di tipo tossico è associato prevalentemente ai carbonati e agli ossidi di ferro e manganese, al contrario in condizioni anossiche si trova presente come solfuro insolubile (Guo et al., 1997). Il contenuto rilevato durante il monitoraggio di ottobre 2006 è compreso tra un valore minimo di 129 µg Kg-1 (A212) ed un valore massimo di 334 µg Kg-1 (C222), mentre in Marzo 2007 i valori sono compresi tra un minimo di 40 ed un massimo di 202 µg Kg-1 in C222 e G343, rispettivamente. Sebbene in entrambe le campagne di monitoraggio i valori ottenuti siano tipici di sedimenti incontaminati, tuttavia, analizzando anche i dati pregressi in letteratura è chiaro che, escludendo le aree portuali, il cadmio non rappresenta un contaminante prioritario nelle aree costiere regionali.

La concentrazione media nella crosta terrestre di nickel è di 56000 µg Kg-1 (Wedepohl, 1995). I dati ottenuti in Ottobre 2006 confermano un valore medio di 36100 µg Kg-1, mentre quelli in marzo 2007 si attestano attorno ai 47726 µg Kg-1. Si può quindi affermare che i sedimenti del Golfo non siano sottoposti ad una pressione antropica (valore massimo 81670 µg kg-1 in C222).

I dati relativi al piombo sono compresi tra un valore minimo di 919 µg Kg-1 (F363, Ottobre 2006) ed un massimo di 63023 µg Kg-1 (C222), con una media nelle otto stazioni oggetto di studio di 29385 e 24702 µg Kg-1 in ottobre 2006 e marzo 2007, rispettivamente. In generale i dati sono mediamente superiori rispetto a quelli riportati come indice di massima per sedimenti marini e di estuario non contaminati (5000-30000 µg Kg-1, Salomons e Forstner, 1984), ma sono inferiori rispetto alla concentrazione media (53000 µg Kg-1) riportata in precedenti studi condotti nel litorale regionale. È interessante ricordare che in molte aree a livello mondiale si possono riscontrare valori anomali che talvolta superano anche i 200000 µg Kg-1 (Larsen e Gaudette, 1995). In base ai dati ottenuti è emersa una significativa correlazione di questo elemento con la frazione pelitica ($r=0,905$, $p<0,01$) in entrambe le campagne.

Anche i dati relativi al rame evidenziano un gradiente simile a quello riportato per il piombo. Il valore massimo è associato alla stazione A414 mentre quello più basso alla F363 (31300 e 2566 µg Kg-1, rispettivamente). Entrambi i dati sono stati ottenuti in marzo 2007. In sedimenti incontaminati sia marini che di estuario, la concentrazione di questo elemento varia tra i 10 e i 50 µg Kg-1 (Salomon & Forstner, 1984).

La concentrazione di zinco in sedimenti marini e di estuario presenta un'ampia variabilità (Neff, 2002). Generalmente tenori elevati di questo elemento sono associati alle frazioni più fini del sedimento (Bothner et al., 1998). Inoltre valori elevati possono essere identificati anche in sedimenti presenti in aree senza influenza antropica, suggerendo così l'importanza della mineralogia del sedimento nel contenuto di questo elemento (Giordano et al., 1999). Una frazione importante di zinco, sia in sedimenti incontaminati che contaminati, fa parte della matrice di alluminio-silicati, rendendo così scarsa la sua biodisponibilità (Loring, 1982). Nella crosta terrestre è presente a livello di tracce con un valore medio di 75000 µg Kg-1 (Salomons e Forstner, 1984). Il valore più elevato in ottobre 2006 è stato rilevato in A212 con 128067 µg Kg-1, mentre quello minimo in F363 con 10000 µg Kg-1

Il vanadio è un elemento presente a livello di tracce nella crosta terrestre con un valore medio di 160000 µg Kg-1 (Salomons e Forstner, 1984). Nei sedimenti del Golfo il suo contenuto è significativamente correlato con la composizione mineralogica ($r=0,906$ ed

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	221 di 437	00	

r=0,976 con Al e Fe, rispettivamente) e ed caratterizzato dai valori massimi in C222 e minimi in F363 (129935 e 11668 µg Kg-1, rispettivamente in ottobre 2006 e marzo 2007).

Il mercurio all'interno dell'area mediterranea è caratterizzato da valori di fondo più elevati rispetto a quelli naturali riportati su scala mondiale (100 µg Kg-1) quale conseguenza della presenza di estesi depositi di cinabro (Almaden, Monte Amiata, Idrija; Baldi et al., 1983; Hans Nelson et al., 1975). In particolare all'interno del bacino adriatico risulta evidente un gradiente di tipo positivo sud-nord (Donazzolo et al., 1981; Ferrara e Maserti, 1992). Nel Golfo di Trieste la fonte principale di mercurio è rappresentata dal particellato sospeso trasportato dal fiume Isonzo. In territorio sloveno il suo principale affluente (Idrica) drena i terreni mercuriferi presso l'abitato di Idrija, dove più di 5 milioni di tonnellate di roccia, essenzialmente cinabro (HgS) sono state scavate nel corso di 500 anni di attività con conseguente contaminazione dei suoli circostanti e dei sedimenti fluviali (Gosar et al., 1997). Attualmente sebbene l'attività estrattiva sia cessata da una decina di anni il mercurio continua ad essere disperso in quantità considerevoli soprattutto durante gli eventi di piena fluviale (Covelli et al., 2007). Di conseguenza i sedimenti del Golfo di Trieste, quali accettori finali del particellato sospeso, sono caratterizzati da elevate concentrazioni di mercurio sia negli strati superficiali che in quelli profondi. In particolare nei sedimenti superficiali i valori presenti in letteratura sono compresi in un intervallo tra 64 e 30400 µg Kg-1 (Kosta et al., 1978; Bussani e Princi, 1979; Faganeli et al., 1991; Ferrara e Maserti, 1992; Horvat et al., 1999; Covelli et al., 2001).

I dati relativi al campionamento di ottobre 2006 evidenziano come i sedimenti presi in esame siano arricchiti in mercurio secondo un gradiente netto est-ovest, con i valori più elevati associati alle stazioni vicine alla foce dell'Isonzo (E333, 6879 µg Kg-1) ed in prossimità della località di Porto Buso (G343, 4996 µg Kg-1). Il valore più basso è relativo alla stazione F363 (738 µg Kg-1) la quale è caratterizzata da un sedimento prevalentemente sabbioso (97,74%). Questo dato è in accordo con studi precedenti che dimostrano come il mercurio sia associato prevalentemente alla frazione granulometrica compresa tra i 16 e gli 8 µm. Nella seconda campagna l'andamento è stato confermato, con il valore più elevato (10468 µg Kg-1 in G343) significativamente più alto rispetto ad Ottobre 2006.

Nell'Allegato 13 (Volume 3 di 5) sono riportate in cartografia le zone con presenza significativa dei metalli pesanti considerati.

Carica batterica solfito riduttori

I clostridi sono bacilli anaerobi obbligati, Gram-positivi e per lo più mobili poiché dotati di flagelli. Sono normalmente saprofiti e vivono nell'intestino di alcuni mammiferi compreso l'uomo. Colonizzano gli strati superficiali del suolo e dei sedimenti marini, ove la concentrazione di spore può oscillare ampiamente tra valori di 101 e 10 4 UFC/g. Sono in grado di ridurre il solfito con produzione di solfuri (Tab. 1.24).

La loro capacità di produrre forme di resistenza (spore), grazie alle quali sopravvivono a lungo nell'ambiente, anche in condizioni sfavorevoli, li rende validi indicatori di inquinamento fecale, anche pregresso e supporto per la valutazione della qualità di matrici ambientali; dal punto di vista numerico, nelle feci, sono comunque inferiori ai coliformi e agli streptococchi, in rapporto rispettivamente di circa 1/100 e 1/10.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		222 di 437		00	

Codice campagna		S0206	S0107
		ottobre 2006	marzo 2007
		UFC/g	UFC/g
Stazioni	Livello carota (cm)		
A212	0-5	136	659
C222	0-5	977	773
E333	0-5	403	1409
G343	0-5	1750	120

Tab. 1.24 - Concentrazione di clostridi solfito riduttori (indagini ARPA 2006 e 2007)

La presenza delle spore di clostridi solfito riduttori, rilevata nelle stazioni A212, C222, E333 e G343 è, in generale, piuttosto variabile in entrambi i campionamenti stagionali. In ottobre 2006 la stazione più occidentale (G343) evidenzia una contaminazione fecale più consistente di quella dell'area più orientale del Golfo di Trieste, seguita dalla stazione C222, in località Miramare. A marzo 2007 i valori più elevati si registrano nella stazione E333, situata nella Baia di Panzano, e nella stazione di Miramare.

1.4.6 Geotecnica

Per quanto riguarda la tipologia dei sedimenti ed in particolare le caratteristiche meccaniche dei terreni che verranno interessati dall'opera in progetto e dalle attività di scavo relative alla stessa, queste non sono molto conosciute a causa delle limitate analisi effettuate e/o reperibili in letteratura.

Anche per questa sezione, la descrizione fa riferimento alle:

- Approdo di Trieste
- Tratto off-shore
- Approdo di Golameto (Grado)

Approdo di Trieste

Per consentire una credibile ricostruzione delle condizioni del substrato, si è fatto riferimento ai dati bibliografici disponibili per quest'area, in particolare il Rapporto "LNG onshore Terminal Final geotechnical Report" prodotto dalla Soil (Milano 2005) e del Rapporto "Terminale di ricezione e rigassificazione GNL-Zaule (TS) Relazione Geologica" prodotto dalla MEDEA Engineering (2006) (Fig. 1.79). In base a quanto descritto in tali relazioni risulta che nell'area di partenza del metanodotto in progetto è ricostruibile una situazione stratigrafica come schematizzata nelle successive descrizioni che fanno riferimento ai sondaggi geognostici effettuati sia a terra che nell'immediato fondale antistante l'area di varo della futura tubatura.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	223 di 437	00	

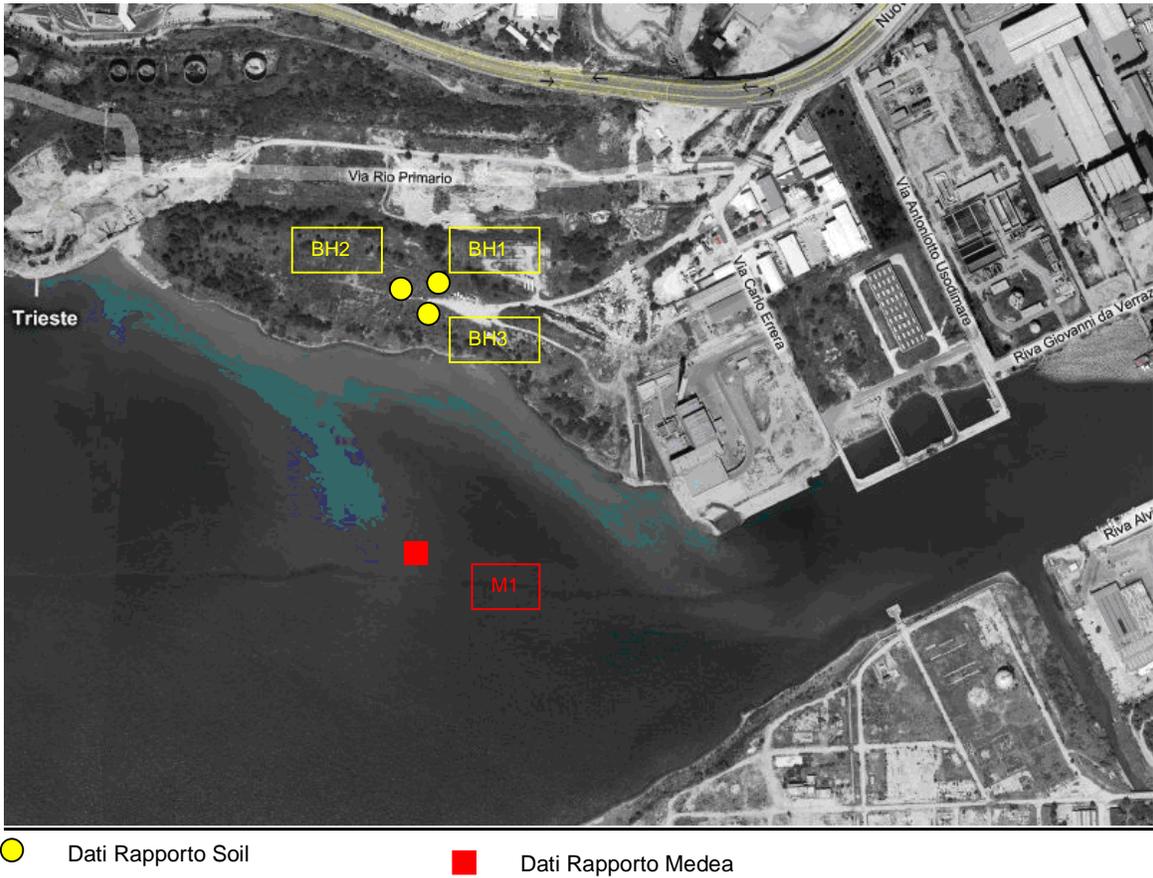


Fig. 1.79 - Dislocazione dei sondaggi geotecnici effettuati per il rigassificatore Gas Natural.

Da Rapporto SOIL "LNG onshore Terminal Final geotechnical Report":

Sondaggio BH1 quota 7.5 m sl.m	Descrizione litologica e caratteristiche geomeccaniche
Da 0 a 19.2	materiale di riempimento formato da rifiuti eterogenei e materia organica in una matrice di sabbie limi e argille NSPT (30 cm) da 3 a 35 colpi
Da 19.2 a 22	argille mediamente siltose grigie (poket kPa 274 a 313) (vane test 39.2 e 58.8)
Da 22 a 28.2	argille mediamente siltose grigie (poket kPa 274 a 313) (vane test 39.2 e 58.8)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 224 di 437	Rev.: 00	

Sondaggio BH2 quota 7.8 m sl.m	Descrizione litologica e caratteristiche geomeccaniche
Da 0 a 24.1	materiale di riempimento formato da rifiuti eterogenei e materia organica in una matrice di sabbie, limi e argille. NSPT (30 cm) da 6 a 18 colpi
Da 24.1 a 26	argille mediamente siltose grigie (vane test 49 e 127.47)
Da 26 a 30	argille siltose molto alterate giallo-marroni molto dure con ciottoli. NSPT (30 cm) 12 colpi

Sondaggio BH3 quota 7.79 m sl.m	Descrizione litologica e caratteristiche geomeccaniche
Da 0 a 20.9	materiale di riempimento formato da rifiuti eterogenei e materia organica in una matrice di sabbie, limi e argille. NSPT (30 cm) da 6 a 32 colpi
Da 20.9 a 24	argille siltose da mediamente a molto dure (poket kPa 88.2 a 197) (vane test 29.4 e 102.9)
Da 24 a 25	argille siltose molto dure di color giallo-marrone con ciottoli. NSPT (30 cm) da 12 a R (poket kPa 98 a 176.4) (vane test 39.2 e 78.4)

Per quel che invece riguarda i dati ricavati dal Rapporto Medea si dispone soltanto di una descrizione generale della litologia presente nel mare antistante lo sbocco della Valle di Zaule che riporta un'indagine eseguita dall'O.G.S. di Trieste a SE della zona di San Sabba; il sondaggio viene denominato M1 e i dati verranno rappresentati sottoforma di tabella.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 225 di 437	Rev.: 00	

Sondaggio M1 In mare, area compresa tra San Sabba e termovalorizzatore	Descrizione litologica
Da 0 a – 16 m	acqua
Da – 16 a – 47	Argille siltose e limi alternati a sottilissimi livelli sabbiosi (alternanza di depositi deltizi litorali e marini sviluppatasi in seguito alla trasgressione marina post-glaciale). I sedimenti marini sono composti prevalentemente da limi e argille di colore ceruleo grigio chiaro, intercalati a sottili straterelli centimetrici di sabbia finissima e resti di conchiglie marine; molto abbondante è la sostanza organica (torba). Dal punto di vista geomeccanico si tratta di terreni ad elevata plasticità $L_p > 40\%$ ad alto contenuto d'acqua 50-70%, consistenza fluido-plastica con indice di consistenza $I_c < 0.25$. A causa della bassissima permeabilità 10^{-8} e dell'elevato contenuto in acqua, si può considerare una resistenza al taglio non superiore a 0.1-0,2 kg/cmq.
Da – 47 a – 62	Ghiaie
Da - 62	Formazione Flyschoidi arenaceo marnosa

Tratto off-shore

Nel golfo di Trieste, tra il 1966 e 1967, sono stati realizzati, dall'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (OGS) numerosi profili continui con rilevamento ecometrico PGR e raccolti circa 400 campioni di fondo con una benna di tipo Van Wenn della capacità di 20 litri; questi ultimi sono stati sottoposti ad analisi chimiche e granulometriche. Nel seguito viene rappresentata la carta di ubicazione degli stessi dove è stato riportato anche il tracciato di massima della condotta sottomarina (Fig. 1.80).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	226 di 437	00	

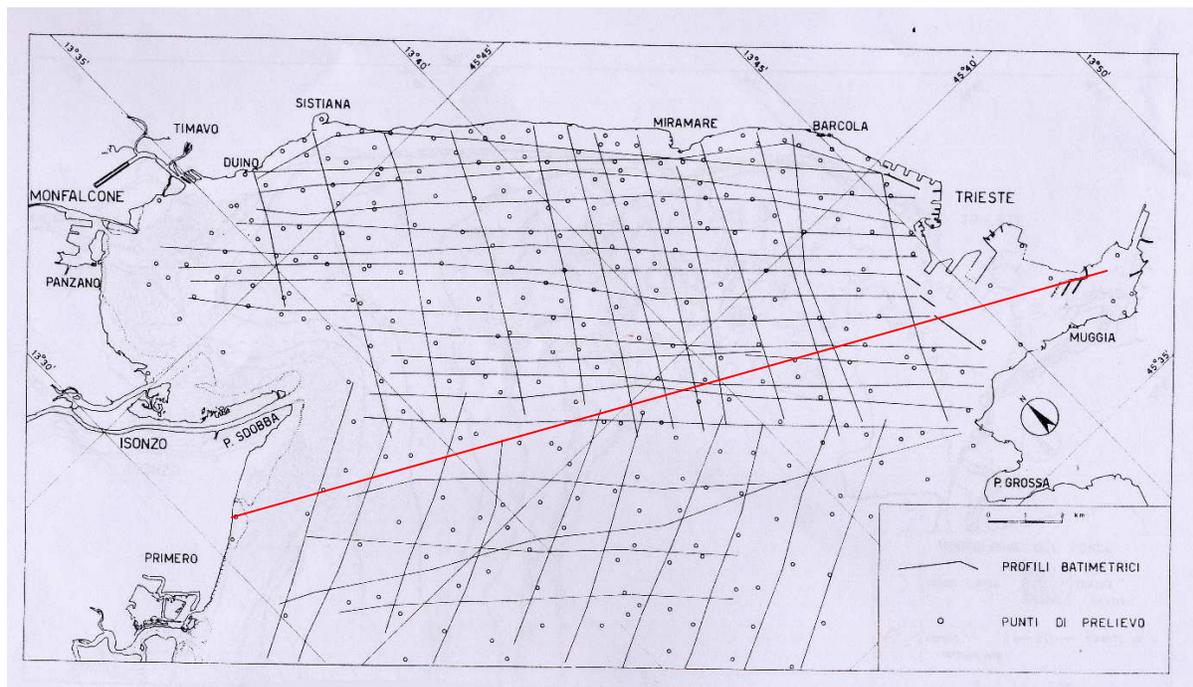


Fig. 1.80 - Rilevamenti Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste (OGS)

I risultati delle analisi effettuate hanno permesso di classificare i sedimenti del fondo in 4 gruppi, come rappresentato dall'elenco e dalle carte seguenti:

- 1° gruppo – sabbie fini ed uniformi con diametro medio di circa 200 μ ,
- 2° gruppo – sabbie limose con diametro medio di circa 170 μ , meno uniformi e classate, con percentuale massima di limo del 30%
- 3° gruppo – peliti sabbiose - con diametro medio di circa 17 μ , mal classate costituite da sabbia/limo/argilla, con percentuale massima di argilla del 35%.
- 4° gruppo – peliti con diametro medio di circa 5 μ , sedimenti fini con percentuale di argilla tra il 5 e 45%.

Attraverso i profili eseguiti si è investigata la struttura del fondo del golfo, distinguendone almeno 4 tipi; in particolare presso Punta Sdobba, nell'area di approdo del pipeline, risulta un fondale con sottofondo costituito da uno strato singolo regolare del tipo B, come riportato nella Fig. 1.81, che mostra ad una certa profondità una distinta separazione di andamento regolare e più o meno concordante con il fondo attuale sotto alla quale non appaiono ulteriori disuniformità.

Questo sta ad indicare un'età recente della deposizione prodotta dalla foce dell'Isonzo che è caratterizzato da un notevole apporto solido che interessa la quasi totalità del Golfo di Trieste.

Nella figura 1.82 è rappresentata la distribuzione granulometrica dei sedimenti del fondo del Golfo di Trieste classificati in base alla percentuale di materiale passante attraverso il vaglio di 70 μ ed in base al diametro medio dei granuli. In rosso è schematizzato il

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	227 di 437	00	

tracciato del gasdotto in progetto. Si notino vaste aree di sabbie nella zona a sud della foce dell'Isonzo e la distribuzione di materiali più limosi al centro del bacino. I materiali a granulometria più grossolana, che si incontrano presso la costa di Trieste e di Miramare, sono derivati da detriti artificiali.

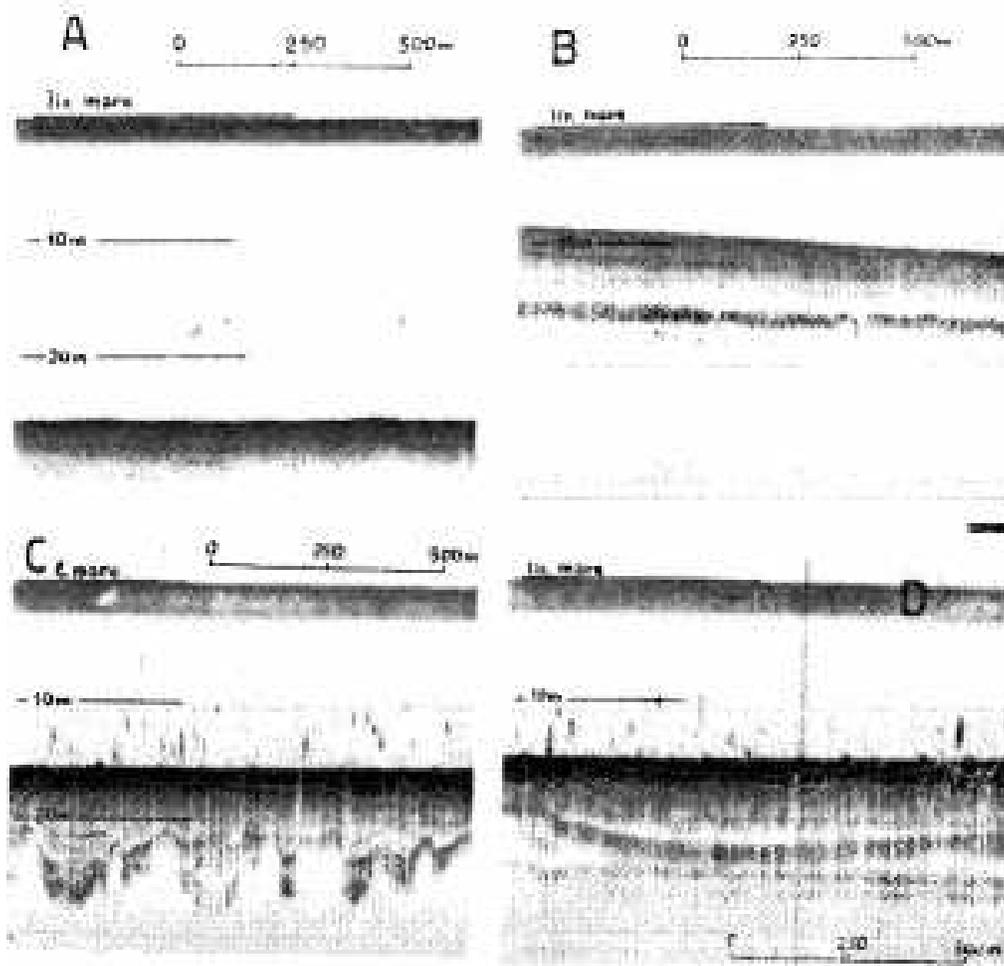


Fig. 1.81 - Particolarità morfologiche di fondo rilevabili mediante ecografia con PGR. A fondo omogeneo ed uniforme; B sottofondo costituito da uno strato singolo regolare; C sottofondo costituito da uno strato singolo irregolare; D sottofondo costituito da strati multipli.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	228 di 437	00	

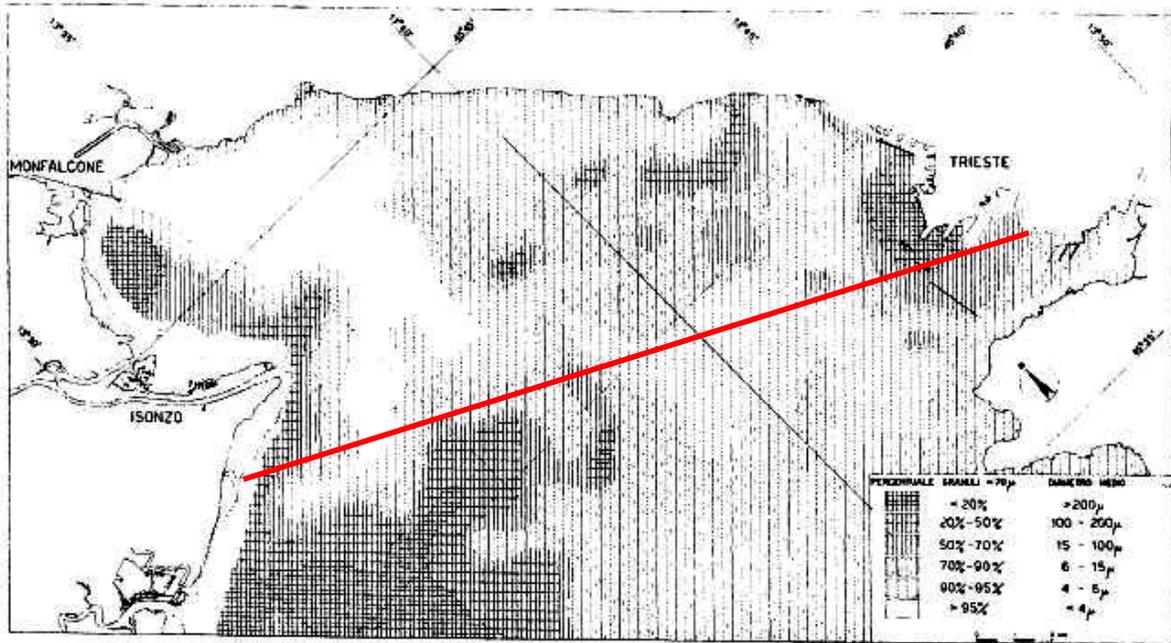


Fig. 1.82 - Distribuzione granulometrica dei sedimenti del fondo del Golfo di Trieste classificati in base alla percentuale di materiale passante attraverso il vaglio di 70 μ ed in base al diametro medio dei granuli

Le caratteristiche di resistenza del fondale, da punta Sdobba verso Trieste, sono costituite:

- fino a profondità di - 10 m da declivi uniformi dovuti a residui deltizi (Isonzo) a fondo soffice,
- fino a profondità di - 22 m da fondo consistente,
- nel fondo del golfo, fino a - 25 m, fondali uniformi pelitici, lisci e soffici che si allungano all'incirca fino alla baia di Muggia.

Per quest'ultima tipologia di fondale, in base alle indagini svolte nel luglio 1999, al largo della fascia di mare compresa tra Miramare e Barcola, più a nord del corridoio interessato dalla condotta subacquea ma sempre nell'ambito dello stesso tipo di fondale, si hanno a disposizione informazioni sulla forma e natura del sottofondo marino.

Nell'area è stata effettuata una profilazione acustica ad alta risoluzione con un sub-bottom profiler (CHIRP II Acoustic Profiling System della Datasonics) che riesce penetrare il sottofondo fino a circa 35-40 metri di profondità e ha consentito di misurare lo spessore dei sedimenti di questo settore costiero.

Dall'analisi soniche risulta che, nella fascia indagata, il fondale ha profondità massima di 18 - 20 metri e che nel suo interno sono distinguibili 5 sequenze "acustiche".

Sequenza acustica 1 La facies acustica di questa sequenza appare indistinta e generalmente non mostra riflessioni interne, essa rappresenta il basamento della serie deposizionale sovrastante ed evidenzia ovunque l'esistenza di una prolungata fase di emersione caratterizzata da una morfologia molto irregolare.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	229 di 437	00	

Sequenza acustica 2 Essa è presente soltanto nelle aree di basso morfologico, lo spessore massimo non supera i 6-7 metri ed ha un andamento prevalentemente sub-orizzontale; l'elemento di maggior rilievo è la presenza, verso la parte alta, di marcate incisioni di origine erosiva (canali). La caratterizzazione acustica del segnale fa pensare che essa sia costituita da una serie elastica piuttosto grossolana abbastanza uniforme.

Sequenza acustica 3 Il suo spessore non supera i 5 metri, Risulta per lo più conforme con le sequenze sottostanti, ma se ne distingue per la facies acustica trasparente; localmente presenta delle progredazioni poco marcate e morfologia erosiva al limite superiore.

Sequenza acustica 4 E' nettamente discordante rispetto alle sequenze sottostanti che presentano riflessioni interne di elevata ampiezza e continuità; l'andamento delle riflessioni è molto variabile, da sub-orizzontale e progredante. Lo spessore è variabile da meno di 1 metro fino a un massimo di 5 metri. Il limite superiore è rappresentato da una troncatura erosiva.

Sequenza acustica 5 Il limite superiore di questa sequenza è il fondo mare che presenta delle deboli ondulazioni modellate sugli alti strutturali del basamento. Il suo spessore è abbastanza costante ed è compreso tra 8 e 12 metri. La facies acustica appare uniformemente omogenea e trasparente ed in molte zone del rilievo costituisce l'unica sequenza che si sovrappone alla formazione del bedrock (sequenza 1).

Sono stati prelevati dal fondo marino, mediante “core logger a gravità”, alla profondità di 30 cm, 5 campionature dei fondali che consentono di riconoscere le caratteristiche sedimentologiche e geotecniche del sedimento marino presente all'interfaccia fondo-mare. Esso risulta costituito da limi argillosi, di età olocenica, con notevole componente organica. Le prove granulometriche effettuate sui campioni prelevati dal fondale, riferiti alla sequenza acustica più superficiale, cioè quella che costituisce l'interfacci fondale/mare (la 5), mostrano caratteristiche uniformi con elevata presenza di limi (66-72%) mentre la frazione argillosa è compresa tra il 10% e il 12% e quella sabbiosa tra il 18% e il 25%.

Le prove sui Limiti di Atterberg hanno dato, su tre campioni significativi, i seguenti risultati.

N. campione	Limite Liquido (L.L.)	Limite Plastico (L.P.)	Indice Plastico (I.P.)
BR1	40.7	27.0	13.7
BR 2	34.1	24.3	9.8
BR 3	40.4	29.2	11.2

Approdo di Golameto (Grado)

Riguardo alle disponibilità di dati bibliografici sulle caratteristiche meccaniche dei terreni nell'area emersa di approdo della tubazione in progetto, non si sono individuate indagini utili alla descrizione delle stesse, forse anche in considerazione della bassa urbanizzazione dell'area che risulta intensamente coltivata e coperta da un esteso reticolo di canali di bonifica.

Proprio questo aspetto, collegato anche alla natura acquitrinosa tipica delle aree di palude topograficamente poste ad una quota appena inferiore al livello marino, fa pensare alla presenza di sedimenti prevalentemente pelitici, con alto contenuto di materia organica, saturi d'acqua, ad elevato indice plastico e a bassa resistenza al taglio (0.1-0.2 kg/cmq).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	230 di 437	00	

Tutto ciò è riferibile alla parte emersa mentre per quel che riguarda l'interfaccia acqua-mare, cioè l'approdo costiero, in base ai dati bibliografici, è possibile definire la presenza di depositi sabbiosi a granulometria elevata, in gran parte unimodali, contenenti una notevole percentuale di cemento carbonatico.

Questi terreni granulari sono contenuti entro fusi granulometrici caratterizzati da curve limite ravvicinate, ad alta pendenza ed inoltre posseggono notevole porosità.

Le sabbie marine hanno normalmente valori di angoli d'attrito piuttosto bassi.

1.4.7 Sismicità

Nella figura successiva (Fig. 1.83) Slejko e Kijko, 1991) sono riportati gli epicentri dei terremoti (rappresentati in volume focale, Bath e Duda, 1964) con intensità epicentrale maggiore od uguale al grado 6 MCS avvenuti nelle Alpi orientali durante il periodo 238 – 1984. I terremoti appaiono distribuiti lungo la fascia prealpina con la massima concentrazione nel Friuli settentrionale mentre in Slovenia la sismicità appare minore e più distribuita.

La pianura padana e le Alpi a nord dell'allineamento insubrico sono praticamente privi di sismicità così pure l'area del Golfo di Trieste che risulta sismicamente tranquilla.

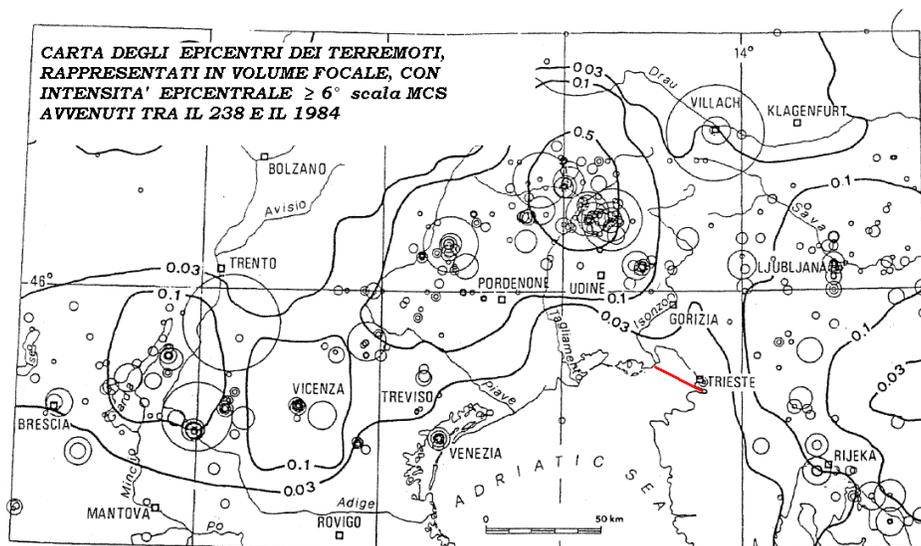


Fig. 1.83 - Carta degli epicentri dei terremoti.

La stessa considerazione è attuabile anche in base alla zonazione sismica delle Alpi orientali, rappresenta nella Fig. 1.84, che riporta ubicazione e stima qualitativa dell'energia rilasciata dalle aree sismogenetiche; da essa risulta che la zona del golfo giuliano è piuttosto lontana dalle zone sismicamente attive.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	231 di 437	00	

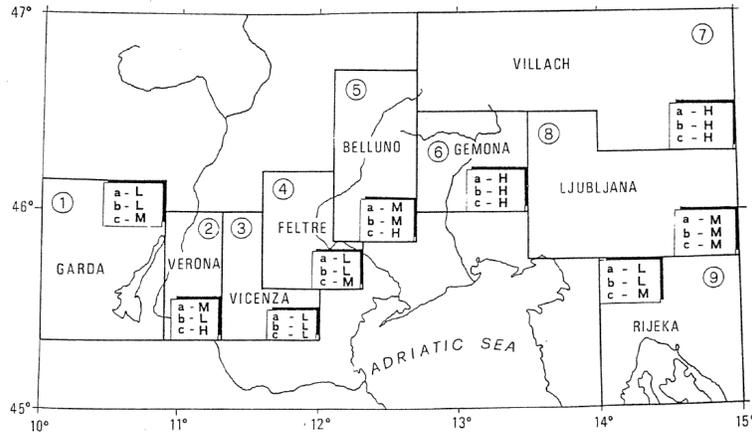


Fig. 1.84 - Zonazione sismica della Alpi orientali e stima qualitativa: (L) bassa, (M) media e (H) alta. a=energia totale rilasciata, b=attività sismica massima, c=intensità massima osservata.

Ulteriore conferma di quanto espresso si ottiene anche analizzando lo schema sottostante, ricavato da uno studio di Papoulia J. e Slejko D. dove vengono indicate con un cerchio le linee che mostrano attività sismica e con un quadratino quelle che hanno attività neotettonica; risulta evidente che la zona in studio non è compresa in nessuna di queste e pertanto può considerarsi sismicamente sicura (Fig. 1.85).

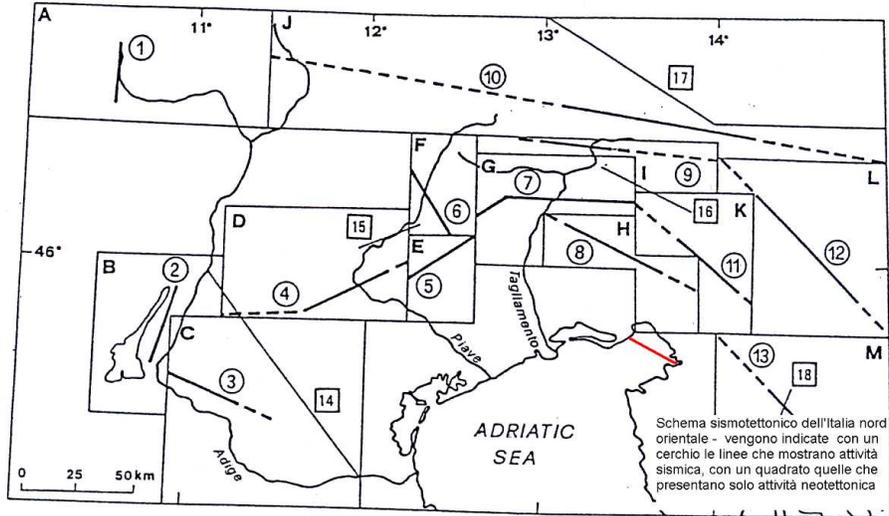


Fig. 1.86 - Schema sismotettonico dell'Italia nord occidentale.

Dall'analisi dei punti focali e delle intensità si deduce che la scuotibilità sismica dell'area di Trieste è abbastanza modesta, infatti in riferimento alle isolinee dei valori di accelerazione orizzontale, i valori massimi previsti, con probabilità del 70% di non essere superati nell'arco di un secolo, sono inferiori a 0,1 g per l'accelerazione orizzontale (Fig. 1.87).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	232 di 437	00		

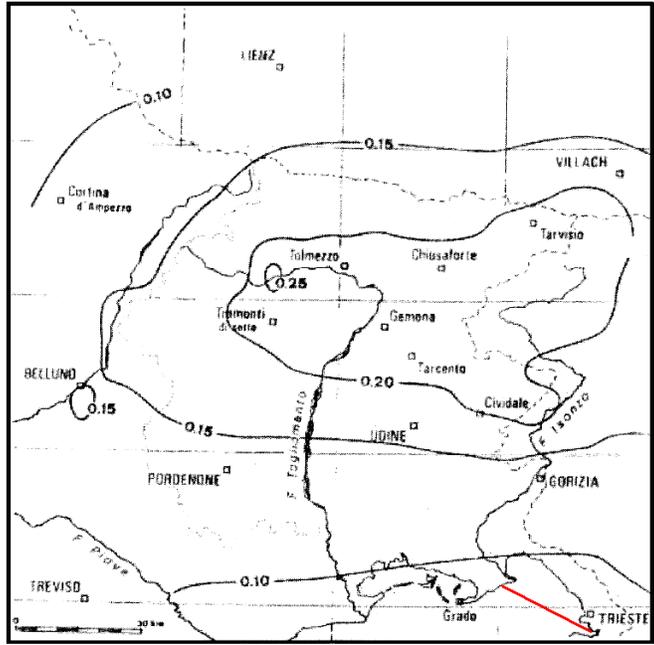


Fig. 1.87 - Mappa dell'accelerazione orizzontale massima (in g) prevista con probabilità di non superamento del 70% in 100 anni.

Questa valutazione fisico-probabilistica non è facilmente correlabile con il coefficiente sismico della normativa italiana, ma comparato con aree limitrofe esso risulta nettamente inferiore al livello minimo richiesto per la classificazione in "zona sismica". Il valore convertito in intensità macrosismica corrisponde a circa VII MCS.

A conferma dei dati storici anche la sismicità attuale risulta concentrata lungo le Prealpi. La figura successiva (Fig. 1.88, Slejko e Kijko, 1991) rappresenta la distribuzione epicentrale dei terremoti con magnitudo maggiore od uguale a 2.6 registrati dalla rete sismometrica dell'Italia nord-orientale, gestita dall'OGS di Trieste, dal 1977 al 1986. Anche in questo caso la zona di interesse di questo progetto non mostra fenomeni sismici significativi.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	233 di 437	00		

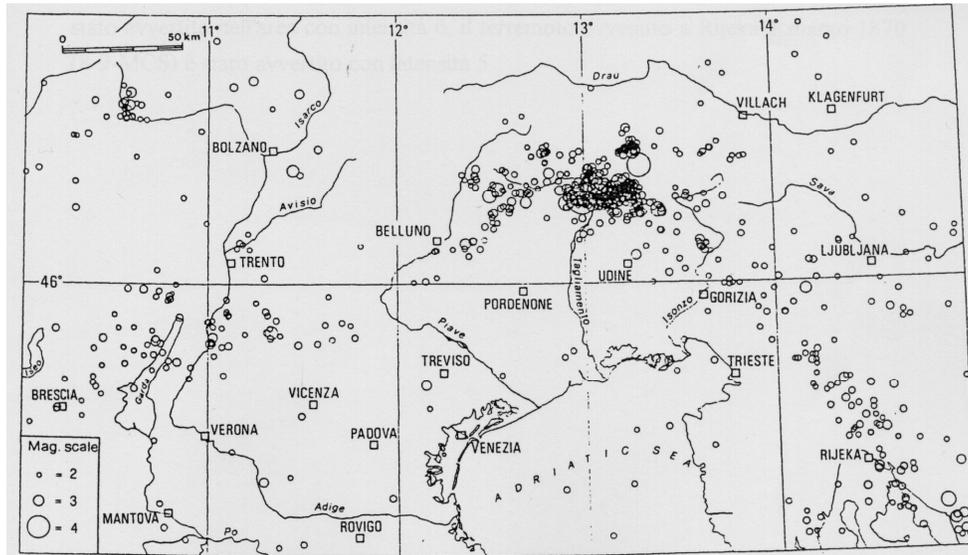


Fig. 1.88 - Distribuzione epicentrale dei terremoti con magnitudo maggiore od uguale a 2.6 registrati dalla rete sismometrica dell'Italia nord-orientale

Le aree sismogenetiche che possono interessare maggiormente questa zona sono il Friuli e la Slovenia, ed in tono minore il Bellunese, il Cansiglio e la Carnia.

I terremoti principali sentiti a Trieste, sia del periodo storico che di quello strumentale, (le intensità sono riferite alla scala macrosismica Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) sono:

- il terremoto del 1348 (I = XI MCS) con epicentro a Villaco,
- la lunga sequenza sismica del 1511, che ha interessato le città di Idria (I = X MCS), Gemona (I = X MCS) e Cividale (I = IX MCS),
- nuovamente Villaco nel 1690 con intensità IX (M.C.S.),
- Tolmezzo nel 1794 con intensità IX (M.C.S.),
- Verzegnis nel 1928 con intensità IX (M.C.S.),
- il Cansiglio nel 1936 con intensità IX (M.C.S.)
- gli eventi del 1976 che ebbero Gemona come epicentro e un'intensità pari a X (M.C.S.).

Da notare che quello del 1511 è stato probabilmente il terremoto più violento sentito a Trieste e che tra l'altro distrusse due torri nel porto.

Altri eventi sentiti a Trieste, con effetti minori, furono quello del 1873 (I = X MCS) con epicentro nell'Alpago, quello del 1895 (I = VIII-IX MCS) che colpì Lubiana, e il terremoto del 1926 (I = VII-VIII MCS) con epicentro nella Carniola.

1.4.8 Batimetria

La batimetria del fondale del Golfo rispecchia la tipologia di materiale di cui è composto e l'azione di modellamento deposizionale della zona (CNR, 1968), che sono stati descritti nel paragrafo 1.4.6. Il tipo di fondo può essere distinto in generale, prescindendo dalle

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 234 di 437	Rev.:				
		00				

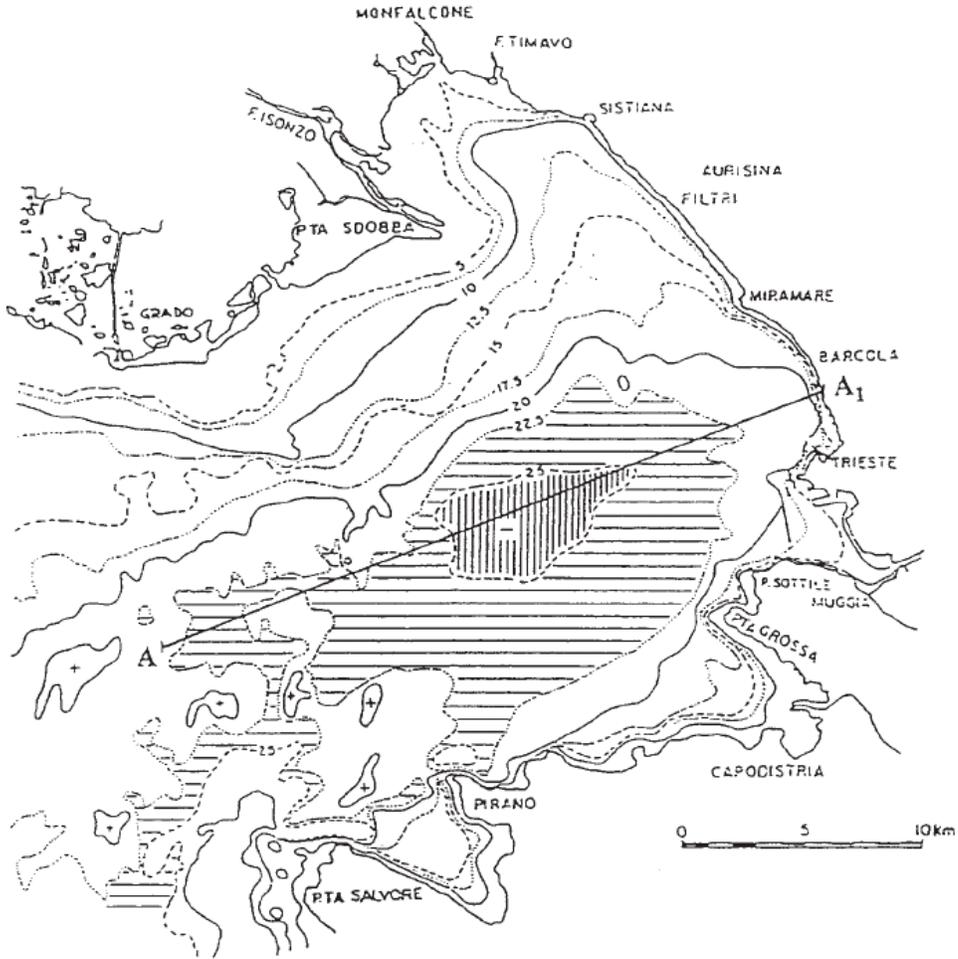
formazioni più prossime alla costa, in un fondo soffice, fangoso e uniforme, che compare sia nella parte settentrionale che a Sud, nella baia di Muggia; al contrario, un fondo più tormentato, con sollevamenti e avvallamenti, deboli ma pur sempre visibili, caratterizza la zona centrale.

Per l'evidente apporto dei sedimenti fluviali isontini (accresciuti più verso W dagli altri fiumi friulani e veneti) la profondità del fondale diminuisce verso il limite NW, attorno alle foci dell'Isonzo e nella zona di Monfalcone e delle foci del Timavo, mentre aumenta gradualmente e in maniera abbastanza uniforme verso Trieste e verso la costa Istriana, presso la quale risale più ripidamente; analoga ripida risalita è presentata dal fondo lungo l'alta costa da Duino a Trieste. Con le differenti pendenze determinate dall'azione della sedimentazione (prevalentemente agente da NW a SE) il fondo supera di poco la profondità di 25 metri nella parte più depressa della zona rappresentata in Fig 1.89.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 235 di 437	Rev.:			
		00			



Il Golfo di Trieste è un bacino a soglia

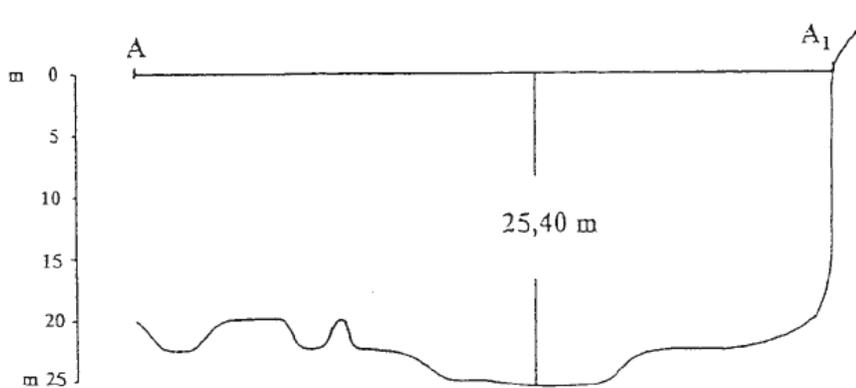


Fig. 1.89 - Carta batimetrica del Golfo di Trieste

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	236	di 437	00		

Più nel particolare si possono distinguere (Allegato 22 Volume 3 di 5).

- La zona settentrionale dove la morfologia è regolare con ampie conoidi di sedimenti fluviali che si approfondiscono gradualmente da nord-ovest a sud-est con pendenza di circa 3 m/km fino alla profondità di 11-12 m.
- In questa fascia alla profondità di 2-5 m si sviluppano sistemi di barre irregolari.
- La zona centrale, oltre la profondità di 11-12 m, in cui il fondo si articola con elevazioni e depressioni dell'ordine di 1-2 m dal fondo.
- Sono presenti anche incisioni che rappresentano possibili tracce di un antico reticolo idrografico, durante un periodo di emersione.
- La zona meridionale dove i fondali sono regolari, con profondità medie decisamente superiori (18-22 m) e ripidi approfondimenti del fondale a causa delle coste alte presenti.

1.4.9 Determinazione di eventuali aree di elevata criticità e/o sensibilità

Riassumendo si può affermare che i dati ottenuti nel presente studio, risultano, in taluni casi al di sopra dei valori guida indicati dal D.M. 367/2003. In particolare, per quanto concerne i metalli pesanti, tali valori vengono superati nel caso del cromo, nichel e piombo. Le zone maggiormente colpite sono quelle sud-orientali del Golfo, vale a dire la zona del porto di Trieste e aree prospicienti che si spingono in direzione nord-sud rispettivamente fino a Miramare e Punta Sottile e si estendono anche per alcuni chilometri al largo.(Allegato13 Volume 3 di 5).

In particolare per il mercurio la zona con più alti valori è quella della foce del fiume Isonzo. Sono però necessarie ulteriori indagini per verificare se tali concentrazioni siano il risultato di inquinamento antropico o costituiscano, più semplicemente, i valori di fondo, caratteristici della composizione geochimica naturale dei sedimenti dell'area regionale litorale.

Per quanto attiene gli idrocarburi policiclici aromatici, i policlorobifenili, gli organostannici e le diossine, la zona compresa tra Punta Sottile e Miramare risulta contaminata ed i valori superano, generalmente, quelli riportati dal decreto ministeriale; le concentrazioni più elevate si riscontrano in prossimità dell'area portuale di Trieste

1.5 Caratteristiche biologiche

Per caratterizzare da un punto di vista biologico l'ambiente marino compreso nell'area di studio considerata si è costruito un quadro conoscitivo basato sulla classica suddivisione degli organismi marini in plancton, bentos e necton, ormai codificata nell'ambito della biologia marina.

Nella Fig.1.90 sono indicate le interconnessioni concettuali fra le diverse componenti biologiche dell'ambiente marino.

Attraverso l'analisi bibliografica e l'analisi dei dati ottenuti mediante l'effettuazione di campagne biologiche specifiche, è stato elaborato un quadro conoscitivo relativo alle componenti fitoplanctoniche e zooplanctoniche. In realtà si sono considerate diverse frazioni quali il picoplancton che comprende organismi autotrofi ed eterotrofi di dimensioni comprese fra 0,2 e 2µm, il nanoplancton, che comprende organismi autotrofi

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	237	di 437	00			

ed eterotrofi le cui dimensioni sono comprese fra 2 e 20 µm, il microfitoplancton che comprende organismi autotrofi con dimensioni comprese fra 20 e 200 µm.

Per quanto riguarda lo zooplancton si sono presi in considerazione il microzooplancton che comprende organismi eterotrofi di dimensioni inferiori ai 200 µm e il mesozooplancton che comprende organismi di dimensioni >200 µm. Inoltre, per il microfitoplancton, il microzooplancton e il mesozooplancton si è fornita una descrizione della composizione in specie mettendo in evidenza le specie dominanti e quelle più significative dal punto di vista ecologico. Inoltre si è fatto cenno ai complessi rapporti trofici fra le diverse componenti. Nella descrizione della situazione ambientale del Golfo di Trieste sono stati messi in luce il ruolo e l'importanza della componente planctonica nei fenomeni di fioritura algale, di mare sporco e le interazioni con la concentrazione dei nutrienti.

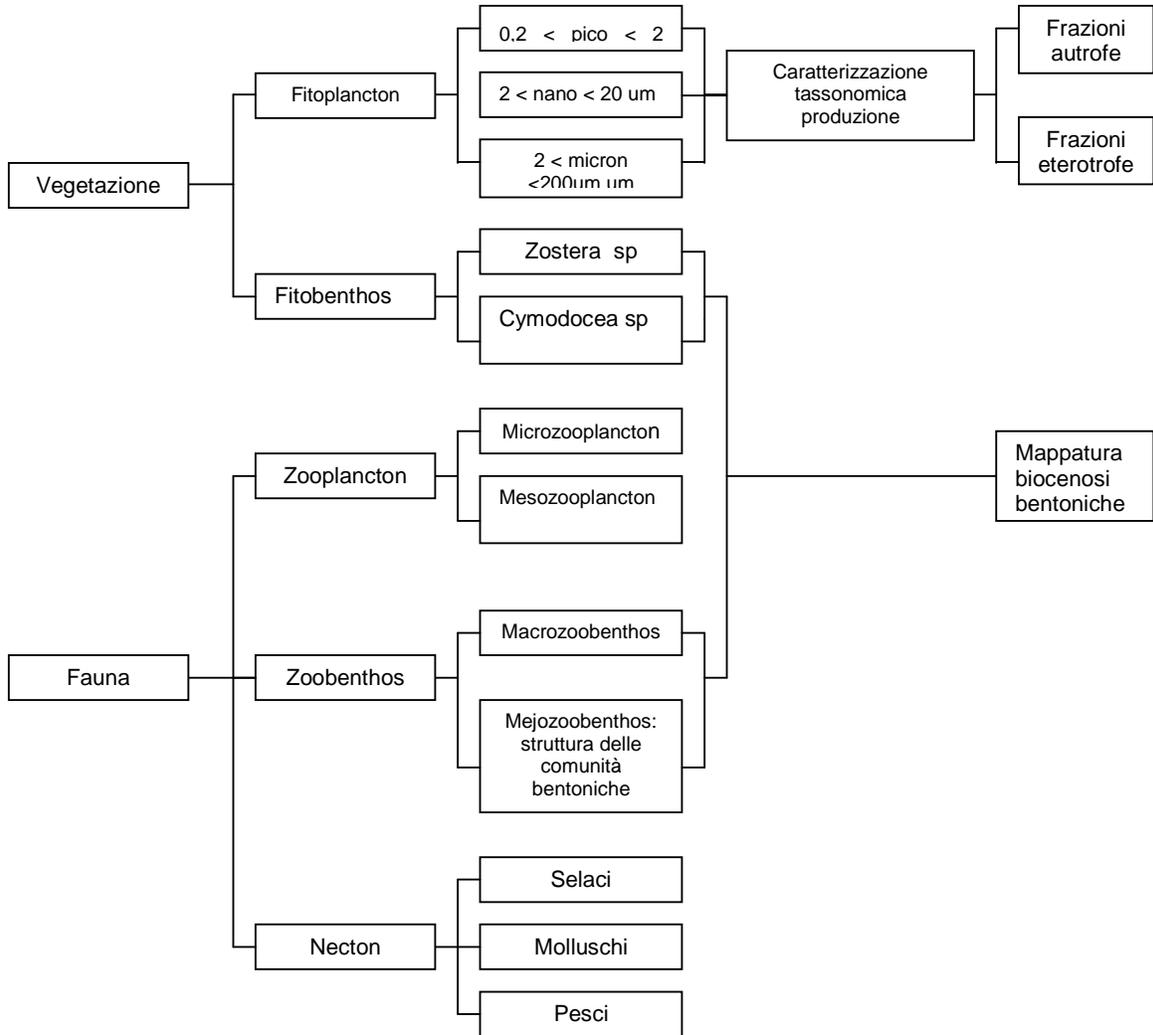


Fig.1.90 - Descrizione delle interrelazioni fra le diverse componenti biologiche dell'ambiente marino

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	239 di 437	00			

1.5.1 Fitoplancton

1.6.1.1 *Clorofilla a*

I valori medi di *Clorofilla a*, calcolati per gli anni 1980/94, variano da minimi di 0,4 mg/m³ in novembre (Fonda Umani, 1991)

Anche dai dati rilevati su colonna d'acqua degli ultimi anni si registrano massimi in superficie in periodo autunnale, il massimo assoluto comunque, pari a 8 mg/m³, si è osservato a 5 m di profondità nel Dicembre 1987 in concomitanza ad una fioritura della diatomea *Hemiaulus hauckii*. In generale, in primavera e autunno, i massimi sono superficiali o subsuperficiali, mentre d'estate si osservano al di sotto del picnoclino. Nel periodo '88/'90 i massimi non hanno mai superato i 4 mg/m³ (Cabrini et al., 1998). Più in generale negli ultimi anni (dall'88 in poi) in tutto il Golfo si è osservato un decremento della *Clorofilla a* costante e continuo (Malej e Fonda Umani, 1997) che è analogo a quanto osservato in tutto il bacino settentrionale dell'Adriatico.

1.6.1.2 *Produzione primaria*

La produzione primaria stimata con il metodo del radiocarbonio per gli anni (83/84, presenta nel Golfo di Trieste i valori più alti in giugno (14 mg C/m²/mese) e i più bassi in dicembre (0,8 mg C/m²/mese) con una produzione media pari a (52 mg C/m²/anno), della stessa entità di quella rilevata in anni precedenti per la parte più orientale del Golfo da ricercatori jugoslavi (Faganeli et al., 1981). Durante il 1992 i massimi di produzione primaria si osservano in giugno in superficie con un valore prossimo a 7 mg C/m²/ora, mentre i valori integrati su colonna presentano un massimo a Marzo (99,2 mg/C/m²/ora) (Malej et al., 1995).

1.6.1.3 *Microfitoplancton*

Dal 1993 è stata studiata nel Golfo di Trieste anche la componente picoplanctonica. Le concentrazioni risultano comprese tra 10⁵ e 10⁶ cell./ml con massimi alle quote subsuperficiali nella tarda estate.

La componente autotrofa, i cui valori variano tra 10³ e 10⁴ cell./ml, è massima in periodo estivo. Tali abbondanze sono del tutto simili a quelle rilevate in altri mari italiani (Bruni et al., 1987). Si osserva una correlazione inversa tra la concentrazione dell'azoto totale e la componente autotrofa che infatti è maggiore in periodo estivo in condizioni di carenza di nutrienti dovuta al loro utilizzo da parte della componente fitoplanctonica e diatomee.

Si verifica pertanto un'alterazione stagionale tra produttori autotrofi di dimensioni maggiori (diatomee in primavera) e minori (picoplancton autotrofo) in estate (Del Negro et al., 1999).

1.6.1.4 *Microfitoplancton*

I valori medi relativi agli anni 1980 - 1986 presentano massimi di abbondanza fitoplanctonica, espressi in cell./l, in superficie in Giugno, altri due massimi relativi si osservano in primavera ed in autunno (Fonda Umani, 1991).

I popolamenti fitoplanctonici sono caratterizzati su tutta la colonna e per tutto l'anno da alti valori da (2x10⁵ a 2x10⁶ cell./l) di nanoplancton organismi costituiti prevalentemente da prasinoficee, primnesioficee, euglenoficee, cloroficee e piccole dinoficee). In termini di biovolume, il nanoplancton rappresenta però percentuali molto basse, dallo 0,25% al 13,62% della biomassa fitoplanctonica totale (Cabrini et al., 1989).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	240 di 437	00	

Maggior peso in questo senso hanno le diatomee, che raggiungono il massimo assoluto in primavera con la dominanza di *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira spp.*, *Chaetoceros spp.* e *Pseudonitzschia* "groups". Durante l'estate si registrano valori ancora piuttosto alti di diatomee quali *Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus danicus* e *Pseudonitzschia* "groups" limitatamente però alle quote superficiali. La fioritura autunnale presenta valori inferiori di quella primaverile ed è sostenuta prevalentemente da *Pseudonitzschia* "groups" e *Leptocylindrus danicus*.

Le dinofitee sono sempre scarse, ad eccezione del periodo estivo, quando comunque non superano generalmente le $40-50 \times 10^3$ cell/l. Le specie più comuni sono *Prorocentrum triestinum*, *Scrippsiella trochoidea*, *Gymnodinium spp.* e *Gyrodinium spp.*

Silicoflagellati e coccolitoforoidei, pur essendo spesso presenti, non costituiscono mai percentuali significative del popolamento fitoplanctonico (Cabrini et al., 1989).

Negli ultimi anni si sono osservate sporadiche fioriture invernali a diatomee negli strati più profondi (Cabrini et al., in stampa).

Il contenuto in carbonio del fitoplancton calcolato dai biovolumi misurati per il periodo 1986-1987 varia da minimi di 24 mg C/m^3 in dicembre a massimi di 500 mg C/m^3 (media delle 4 quote di campionamento) in settembre, dovuti in massima parte alla frazione a diatomee. La mancanza di un picco primaverile a diatomee (in termini di carbonio) viene imputato all'effetto del "grazing" dei consumatori (micro e mesozooplancton) che presentano infatti i massimi assoluti (sempre espressi in carbonio) tra Marzo e Giugno (Cataletto et al., 1993).

Anche nel 1990 i massimi di PCC (Phytoplankton Carbon Content) si osservano da Luglio in poi: in quell'anno i dinoflagellati di notevoli dimensioni contribuivano in maniera significativa al valore totale durante l'estate, mentre in Settembre – Ottobre erano nuovamente le diatomee a dare il contributo maggiore (Salvi et al., 1998).

La struttura e la dinamica della comunità fitoplanctonica è stata analizzata in dettaglio per gli anni dal 1986 al 1992: tali analisi hanno messo in evidenza l'estrema variabilità interannuale a carico essenzialmente delle poche specie dominanti (*Skeletonema costatum*, *Pseudonitzschia* "groups", *Cylindrotheca closterium*, *Leptocylindrus danicus*). In particolare, si è osservato che nel 1987 e 1989 l'unica specie dominante è stata *Skeletonema costatum*, nel 1986, 1990 e 1991 il genere dominante è stato *Pseudonitzschia*, nel 1988 è mancata del tutto la fioritura primaverile, mentre nel 1991 e nel 1992 è comparsa anticipatamente a Febbraio.

I periodi di innesco delle fioriture primaverili dipendono dagli apporti fluviali (principalmente dell'Isonzo) che di anno in anno si verificano in periodi diversi e presentano intensità diverse (nel 1990 ad esempio sono risultati estremamente scarsi) In funzione del momento d'innesco variano le specie che domineranno la comunità (Fonda Umani, 1992). Per verificare l'esistenza quanto meno di associazioni fitoplanctoniche stabili (nelle quali una specie può essere sostituita da un'altra con le stesse caratteristiche ecologiche) che si presentano ciclicamente, lo stesso set di dati è stato analizzato con sistemi di classificazione automatica ("cluster analysis") per identificare gruppi di specie omogenee. Sugli 8 gruppi fitoplanctonici identificati è stata applicata l'analisi spettrale ("Fast Fourier Transformation") che ha evidenziato 3 associazioni stabili: una primaverile (*Skeletonema – Thalassiosira*); una estiva (*Leptocylindrus – Pseudonitzschia* "groups" – *Rhizosolenia*) e una autunnale – invernale (*Dinophysis – Dictyocha*) (Fonda Umani et al., 1995). Nella Tab.1.25 è riportato un elenco delle specie individuate.

Le stesse analisi hanno evidenziato una sostituzione negli ultimi anni di un gruppo fitoplanctonico costituito da specie di dimensioni maggiori con uno costituito da specie di

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	241 di 437	00	

dimensioni minori che è stato interpretato come uno spostamento del sistema verso situazioni più oligotrofiche e meno idrodinamiche (Fonda Umani et al., 1995), confermando quanto osservato per la biomassa totale (espressa come *Clorofilla a*).

BACILLARIOPHYCEAE	Gyrodinium fusiforme
Asterionellopsis glacialis	Gyrodinium sp.
Bacteriastrum sp.	Oxytoxum cf. longiceps
Cerataulina pelagica	Prorocentrum minimum
Chaetoceros affinis	Prorocentrum triestinum
Chaetoceros curvisetus	Protoperidinium sp.
Chaetoceros decipiens	Forme indeterminate
Chaetoceros lauderi	
Chaetoceros sp.p.	CHRYSOPHYCEAE
Climacosphaenia moniligera	Dinobryon sp.
Coscinodiscus sp.	Meringosphaera sp.
Cylindrotheca closterium	Forme indeterminate
Dactyliosolen sp.	
Dactyliosolen mediterraneus	CRYPTOPHYCEAE
Eucampia cornuta	Forme indeterminate
Grammatophora sp.	
Guinardia flaccida	DICTYOCOPHYCEAE
Hemiaulus hauckii	Dictyocha fibula
Leptocylindrus danicus	
Licmophora sp.	EUGLENOPHYCEAE
Nitzschia longissima	Eutreptiella sp.
Pleurosigma sp.	
Proboscia alata	PRASINOPHYCEAE
Pseudonitzschia delicatissima complex	Forme indeterminate
Pseudonitzschia seriata complex	
Rhizosolenia fragilissima	PRYMNESIOPHYCEAE
Rhizosolenia stolterfothii	Anoplosolenia brasiliensis
Rhizosolenia styliformis	Calciosolenia murrayi
Skeletonema costatum	Chrysochromulina sp.
Thalassionema nitzschioides	Ophyaster sp.
Thalassiosira sp.	Rhabdosphaera tignifer
Forme indeterminate	Syracosphaera sp.
	Forme indeterminate
DINOPHYCEAE	
cf. Alexandrium sp.	Fitoflagellati indeterminati
Amphidinium acutissimum	
Ceratium fuscum	Diatomee
Dinophysis caudata	Dinoficee
Dinophysis fortii	
Gonyaulax poligramma	

Tab.1.25 - Elenco delle specie presenti nel Golfo di Trieste.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001		242 di 437	00		

1.5.2 Zooplancton

1.5.2.1 Microzooplancton

Il microzooplancton presenta le maggiori abbondanze tra Aprile e Giugno a tutte le quote. I popolamenti microzooplanctonici, sono dominati per quasi tutto l'anno da ciliati diversi dai tintinnidi, tra i quali prevalgono i generi *Strombidium*, *Laboea* e *Lacrymaria*. In Novembre e Dicembre i popolamenti sono dominati dai tintinnidi, che comunque sono presenti tutto l'anno con le specie *Tintinnopsis beroidea*, *Tintinnopsis nucula*, *Tintinnopsis compressa*, *Tintinnopsis nana*, *Stenosemella nivalis*, *Stenosemella ventricosa*, *Eutintinnus lusus – undae*, *Eutintinnus apertus*, *Eutintinnus fraknoii*, *Salpingella rotundata* e *Helicostomella subulata*. Gli altri protozoi, quali foraminiferi, radiolari e dinoflagellati eterotrofi (*Noctiluca miliaris*) non raggiungono mai valori molto alti e sono più abbondanti d'estate, mentre le fasi larvali di metazoi, sia bentonici che planctonici, presentano sempre abbondanze rilevanti con massimi estivi (Fonda Umani, 1991). In termini di biomassa (come contenuto in carbonio calcolato dal biovolume con formule di conversione appropriate) (Cataletto et al., 1993) il microzooplancton nel Golfo ha lo stesso peso del mesozooplancton. Presenta massimi primaverili di 7,35 mg C/m³ (media sulle 4 quote di campionamento) e minimi invernali di 0.54 mg C/m³. Le specie individuate sono riportate nella Tab.1.26.

I ciliati diversi dai tintinnidi contribuiscono maggiormente al valore totale in primavera, i nauplii in Luglio – Agosto e i tintinnidi a fine Giugno (Cataletto et al., 1993). Attraverso il calcolo teorico della richiesta alimentare di questi organismi (Cabrini et al., 1989) è stato possibile evidenziare la loro funzione limitante sulla frazione nanoplanctonica (<20 µm) autotrofa, soprattutto in periodo primaverile.

Anche sui dati relativi al microzooplancton dal 1986 al 1990 è stato applicato lo stesso tipo di analisi spettrale descritto per il fitoplancton. In questo caso è stato possibile mettere in evidenza soltanto 2 associazioni che si ripresentano ogni anno: una invernale, *Stenosemella – Steenstrupiella*, ed una estiva, *Helicostomella – Favella – Eutintinnus* (Fonda Umani et al., 1995) confermando la prevalenza di forme a lorica ialina d'estate, e a lorica agglutinata d'inverno (Milano et al., 1992) e l'alta variabilità interannuale nelle 2 stagioni di transizione (Fonda Umani, 1992).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

243 di 437

Rev.:

00

PROTOZOA

CILIOPHORA

Ciliophora indet.

HOLOTRICHIA

Mesodinium spp.

Prostomatidae indet.

Holotrichia indet.

SARCODINA

Radiolaria

Radiolaria indet.

SPIROTRICHIA

Oligotrichida

Lohmanniella spp.

Strombidium spp.

Tontonia spp.

Strombidiidae indet.

Strobilidiidae indet.

Oligotrichida indet.

Tintinnida

Eutintinnus apertus

Eutintinnus tubulosus

Eutintinnus spp.

Helicostomella subulata

Metacylis jorgenseni

Salpingella curta

Salpingella decurtata

Salpingella rotundata

Salpingella spp.

Stenosemella nivalis

Stenosemella ventricosa

Tintinnopsis cylindrica

Tintinnopsis minuta

Tintinnopsis nana

Tintinnopsis spp.

Tintinnida indet.

METAZOA

Metazoa uova

Metazoi larve

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 244 di 437	Rev.:	
		00	

MOLLUSCA
GASTROPODA
Gastropoda larve
BIVALVIA
Bivalvia larve
ARTHROPODA
CRUSTACEA
COPEPODA
Copepoda nauplii

Tab.1.26 - Elenco delle specie di microzooplancton rinvenute nel golfo di Trieste.

1.5.2.2 Mesozooplancton

Le abbondanze mesozooplanctoniche, calcolate sui dati raccolti dal 1970 al 1986, espresse come individui per m³, mediamente sono massime durante l'estate e presentano due massimi relativi in primavera ed in autunno.

Il peso secco dello zooplancton da rete presenta invece mediamente un massimo più rilevante ad Aprile-Maggio seguito da due massimi relativi a settembre e novembre. Le discrepanze tra le abbondanze numeriche e il peso secco sono dovute alla diversa composizione del plancton nei vari periodi, durante l'estate le abbondanze numeriche sono date per lo più da organismi leggeri di piccole dimensioni (es. *Penilia avirostris*).

Il mesozooplancton è costituito prevalentemente, per gran parte dell'anno, da copepodi neritici quali *Oithona nana*, *Oithona plumifera*, *Oithona similis*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Clausocalanus arcuicornis*, *Clausocalanus pergens*, *Clausocalanus furcatus*, *Temora stylifera*, *Temora longicornis*, tra i quali prevale sempre *Acartia clausi*, tranne che durante l'estate quando domina il cladocero *Penilia avirostris*. Sono sempre abbondanti le uova e le larve, con massimi estivi, mentre tra gli altri organismi oloplanctonici sono ben rappresentati sifonofori, tunicati e chetognati, con massimi generalmente a Marzo e Settembre (Fonda Umani, 1991).

La stessa variabilità interannuale che caratterizza il fitoplancton e il microzooplancton è riscontrabile anche a livello del mesozooplancton (Fonda Umani, 1992). Analisi spettrali, dello stesso genere di quelle utilizzate sulle due precedenti componenti planctoniche, applicate su una serie di dati dell'Aprile 1970 al Gennaio 1980 hanno identificato 2 gruppi di specie: uno tardo primaverile – estivo (*Acartia clausi* e *Temora longicornis*) e uno autunnale – invernale (*Temora stylifera* e *Oncaea spp.*). L'andamento degli indici di diversità presenta invece un'assoluta regolarità con massimi invernali e minimi estivi, quest'ultimi dovuti alla dominanza di poche specie. L'analisi di questa serie di dati ha anche evidenziato il calo delle abbondanze mesozooplanctoniche verso la metà degli anni '70 dovuto all'impatto di predazione della medusa *Pelagia noctiluca* e la "banalizzazione" del sistema con l'aumento percentuale dell'associazione ad *Acartia*, tipica di sistemi eutrofici e diluiti. Negli ultimi anni (dal 1988 in poi) invece si osserva un aumento in termini di peso del mesozooplancton (Malej e Fonda Umani, 1999) e ciò può aver contribuito alla diminuzione della biomassa fitoplanctonica osservata contemporaneamente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		245 di 437		00	

Fioriture anomale

Non sempre però si verificano gli andamenti sopra descritti, a volte intervengono, ai diversi livelli, fenomeni che possono interferire anche notevolmente sui popolamenti planctonici. Infatti, in un sistema ad alta energia, spesso confinata nell'area strettamente costiera per effetto della circolazione caratteristica della zona, possono insorgere, in particolari condizioni idrodinamiche, fenomeni di fioriture anomale, causate dal proliferare massiccio di un'unica specie di dinoflagellato: le cosiddette “acque colorate” o “maree rosse”. Il primo caso riportato per le acque del Golfo è dell'Agosto del 1973 quando lungo tutta la costiera triestina vi fu un'intensa fioritura di *Peridinium ovum* che, secondo alcuni provocò una moria di animali bentonici, soprattutto di *Pecten jacobaeus*. (Bussani, 1974). Nel Giugno del 1977 viene segnalata una fascia d'acqua intensamente colorata in rosso, estesa lungo tutto l'arco costiero del Golfo di Trieste ed in particolare nelle insenature, nella Baia di Muggia e lungo le coste dell'Istria; responsabile della fioritura *Noctiluca miliaris*, presente con circa 48×10^6 cell./l. La fioritura, durata dall'8 al 13 Giugno scomparve in poche ore per effetto di un forte vento di Libeccio. Non si registrarono anossie né morie di pesci o di altri organismi (Tassinari et al., 1979). Un altro “bloom” dovuto a *Gonyaulax polyedra* nel Settembre del 1978 in alcune aree poco estese della zona portuale di Trieste non provocò inconvenienti degni di nota. *Noctiluca miliaris* ricomparve in Alto Adriatico nel Giugno del 1980, non superando nelle acque del Golfo i 3×10^6 cell./l. Senza danni ancora, la fioritura causata da *Exuviella marina* (*Prorocentrum lima*), specie sospetta di tossicità, con 10×10^6 cell./l in alcune zone dell'area portuale di Trieste nel Maggio/Giugno del 1981. *Noctiluca miliaris* ricomparve nella Baia di Muggia nel Giugno del 1982 in quantità tale però da non modificare la colorazione delle acque e nello stesso anno alla fine di Agosto venne osservata un'ampia striscia brunastra a circa 2 miglia al largo della costiera triestina dovuta a *Gonyaulax polyedra* (Fonda Umani, 1985).

Acque bruno verdastre dovute alla presenza di *Scrippsiella faeroense*, dinoflagellato raramente segnalato in precedenza in Adriatico, vennero rilevate nel Maggio del 1983 nella Baia di Muggia con valori di circa 7×10^6 cell./l (Fonda Umani & Honsell, 1984). Nel Settembre dello stesso anno comparve in tutto il Golfo, con provenienza dal Golfo di Panzano, *Gonyaulax polyedra* che però non superò i 2×10^6 cell./l (Fonda Umani, 1985). Nel Giugno 1984, ad una segnalazione visiva di acque colorate nella Baia di Muggia, non corrispose alcuna fioritura algale, bensì un'alta densità di tintinnidi (protozoi ciliati) (Fonda Umani et al., 1985). Nel Settembre dello stesso anno e fino a tutto Ottobre vennero notate chiazze verdastre in tutto il Medio e Nord Adriatico dovute a *Gymnodinium* spp. con più di 15×10^6 cell./l (Artegiani et al., 1985). Nel Settembre dello stesso anno e fino a tutto Ottobre vennero notate chiazze verdastre in tutto il Medio e Nord Adriatico dovute a *Gymnodinium* spp. con più di 15×10^6 cell./l (Cabrini et al., 1990). Molto spesso, soprattutto in Italia, si è chiamata in causa la cosiddetta “eutrofizzazione” che altro non è che l'arricchimento ad opera dell'uomo in sali nutritivi, particolarmente in fosforo ed azoto, dell'ambiente marino. Ma, senza voler negare che per l'instaurarsi di fenomeni di questo tipo sia necessario un “pool” di nutrienti a disposizione, questo approccio appare ormai troppo riduttivo. In altri termini, non è sufficiente che una determinata zona di mare presenti un alto dosaggio in sali minerali perché si scateni la fioritura, ma è necessario che vi sia la comparsa concomitante di tutta l'altra serie di eventi, connessi con la struttura chimica e fisica del corpo d'acqua, oltre che evidentemente la presenza di un organismo vegetale in grado di riprodursi in quelle determinate condizioni. Più in particolare, affinché s'innesci la fioritura, si è visto che è necessaria l'esistenza di un corpo d'acqua

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	246 di 437	00		

superficiale di spessore modesto (dai 2 ai 5 m), omogeneo per temperatura e salinità, stabile, ricco in sali nutritivi ed in cui sia presente una specie con preferenze ambientali pari a quelle esistenti al momento, nonché ovviamente un'intensità di luce sufficiente (Fonda Umani, 1985). Questo insieme di condizioni si verifica ad esempio alle nostre latitudini all'inizio dell'estate, dopo un periodo di piogge intense e di successivo rapido incremento termico, che determinano il formarsi di uno strato superficiale di acqua calda e bassa salinità, separato dal restante corpo d'acqua da una netta stratificazione. Tale situazione si riscontra più facilmente nelle aree di mare prossimo alla costa, in corrispondenza alle foci fluviali o ad apporti costieri di altro tipo (scarichi urbani ed industriali) e dove il ricambio è minimo (baie naturali, porti, ecc). In questo senso possono avere un ruolo particolarmente importante le condizioni meteorologiche, che possono favorire o meno il ricambio di una determinata zona di mare: Così nell'Alto Adriatico la presenza della bora, che aumenta il ricambio e diminuisce la stabilità della colonna d'acqua, impedisce l'instaurarsi delle condizioni idrologiche necessarie per l'innescò della fioritura o, una volta in atto, la disperde rapidamente. Più in particolare, nel Golfo di Trieste le fioriture di maggio-giugno hanno sempre avuto inneschi locali, nelle zone a più scarso ricambio (aree portuali, Baia di Muggia), mentre quelle di settembre-ottobre facevano parte di fenomeni più estesi che interessavano in genere tutto l'arco costiero settentrionale e venivano importate nel Golfo da acque di provenienza isontina defluenti verso NE (Fonda Umani, 1985).

Mare sporco

Nelle estati del 1988, 1989 e 1991 si è avuto invece, dopo più di cinquant'anni di latenza, il fenomeno del "mare sporco". E' questa una definizione, adottata dai vecchi Autori, molto precisa. Infatti, quando il fenomeno si manifesta, su estese superfici del mare appaiono grandi chiazze di materiale mucillaginoso giallastro perché nel muco sono inglobate particelle del sedimento, microalghe, organismi dello zooplancton e detriti di varia natura. Descrizioni accurate del fenomeno si trovano in note scientifiche ed in articoli di giornali pubblicati nel 1729, 1872, 1880, 1891, 1903, 1905, 1920, 1928, e nel 1931 (Fonda Umani et al., 1989). Come è accaduto nelle fioriture descritte alla fine del secolo scorso, anche quella avvenuta nell'estate del 1988 si è estesa su tutto l'Alto Adriatico e inoltre è stata osservata anche nelle zone antistanti a Dubrovnik. Le prime segnalazioni, risalenti alla seconda metà di luglio, provenivano dalle coste istriane (Rovigno), mentre nel Golfo di Trieste il fenomeno si è presentato con intensità a metà Agosto. La presenza di masse gelatinose è stata osservata anche durante l'estate del 1989, quando le prime segnalazioni, provenienti sempre dalle zone più orientali del bacino settentrionale, erano state effettuate agli inizi di maggio. Successivamente le masse, risalite in superficie hanno invaso le regioni costiere italiana ed adriatica perdurando in modo più o meno intenso fino alla fine di Agosto (Degobbis et al., 1995). Nel 1990 è stata segnalata la presenza di "neve marina" anche consistente, in tutto il bacino, ma solo nel Golfo del Quarnaro e nel Canale del Velebit si sono manifestati ammassi gelatinosi di notevole consistenza in tutta la colonna d'acqua, ["creamy surface" (secondo la definizione di Stachowitsch et al., 1990)], infatti un film gelatinoso ha coperto nella misura del 10% la superficie e nella misura dell'80÷90% il fondale. Nel 1991 le prime comparse di aggregati di grosse dimensioni sono state segnalate nelle aree più orientali, ivi compreso il Quarnaro, già alla fine di Giugno. Circa 2 settimane più tardi il fenomeno si era esteso in tutto il bacino ed era scomparso dalle aree quarnerine (Degobbis et al., 1995).

L'ipotesi più accreditata è che questo fenomeno sia dovuto all'iperproduzione di essudati di polisaccaridi da parte di alcune diatomee planctoniche (*Cylindrotheca closterium*,

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		247 di 437		00	

Skeletonema costatum e *Chaetoceros* spp.) in situazione di carenza di nutrienti o per un maggior sbilanciamento del rapporto N/P che peraltro risulta sempre in tutto l'Adriatico decisamente superiore a 16 (Innamorati e Giovanardi, 1992). In particolare Degobbis et al. (1995) mettono in relazione i fenomeni descritti con un regime particolare degli apporti fluviali, in particolare del Po, negli anni di comparsa, che selezionerebbe una specifica comunità fitoplanctonica costituita prevalentemente da diatomee in grado di produrre grandi quantità di essudati in fase esponenziale, una volta che vengono a trovarsi in assenza di nutrienti. Le correlazioni paventate da alcuni tra l'incremento della trofia del sistema adriatico, e la presenza degli aggregati gelatinosi non sembra trovare supporto sia per "l'antichità" del fenomeno, che, come si è detto, era maggiormente diffuso in periodi in cui l'urbanizzazione e l'industrializzazione delle aree costiere erano sicuramente molto contenute, sia dalle osservazioni in laboratorio, che dimostrano come le diatomee tendano a produrre sostanze mucose in carenza di uno o più sali nutritivi (Myklestad, 1977).

Dinoflagellati produttori di tossine

Fortunatamente fino a oggi tutte le fioriture a dinoflagellati non hanno causato alcuna tossicità negli organismi loro consumatori, anche se alcune specie implicate in maree colorate (*Gonyaulax polyedra*, *Prorocentrum lima*) sono state definite tossiche in altre aree marine. Cionondimeno a partire dal Giugno 1989 in tutti gli anni seguenti, da Agosto a Ottobre, sono state segnalate intossicazioni da DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning) in mitili (Boni et al., 1992) Tali intossicazioni risultano determinate da concentrazioni relativamente basse di numerose specie appartenenti al genere *Dinophysis* che risulta essere più abbondante in quel periodo dell'anno (Cabrini et al., 1995). La presenza delle tossine nei mitili, determinata con il metodo Yasumoto, ha causato la sospensione della vendita del prodotto per periodi variabili di anno in anno con notevoli perdite economiche nel settore della miticoltura.

Conclusioni

L'evoluzione della struttura delle masse d'acqua (parag.1.2.3) influenza in maniera più o meno significativa quella dei popolamenti planctonici, il picoplancton raggiunge il massimo in termini di abbondanza nella tarda estate mentre la frazione autotrofa diventa più rilevante durante l'autunno. Il nanoplancton risulta la componente più stabile presentando un decremento soltanto durante l'autunno a carico soprattutto della componente autotrofa. Dall'analisi dei dati raccolti durante tre campagne oceanografiche effettuate nel Golfo di Trieste nel periodo 1995-96 si possono sviluppare le seguenti considerazioni: Il microfitoplancton è quello che risponde in maniera più evidente ai forzanti fisico – chimici con un picco di massima molto evidente nel corso della prima campagna. I valori via via decrescono pur risultando sempre abbondanti e costituiti prevalentemente dalla frazione a diatomee. La corrispondenza tra la distribuzione dei nutrienti e quella delle componenti autotrofe non sempre è così evidente. In alcuni casi sembra che altri fattori, quali l'incremento di temperatura o la carenza di fosforo siano i fattori strutturanti la distribuzione delle biomasse autotrofe. La produzione primaria associata a tale componente risulta alta durante la seconda campagna soprattutto in corrispondenza al 100% di irradianza per decrescere durante la terza; in entrambi i casi non sempre i massimi di produzione corrispondono ai massimi dell'intensità luminosa, ma in alcuni casi si osservano alle quote sub superficiali. Ancora una volta la risposta degli organismi autotrofi alle diverse intensità di luce disponibili sembra secondaria rispetto agli altri fattori forzanti. La *Clorofilla a*, determinata sia con sonda in continuo sia per via analitica, soltanto in alcuni casi appare correlata con le distribuzioni delle abbondanze degli organismi autotrofi, il che significa che

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	248 di 437	00	

soprattutto in un ambiente caratterizzato da bassi fondali vi possono essere elementi di “disturbo” notevoli nella determinazione delle clorofilla soprattutto per mezzo della sonda.

I popolamenti eterotrofi risultano sempre di notevole consistenza: il microzooplancton è relativamente stabile nel corso delle tre crociere sia in termini di abbondanza che di composizione con un leggero incremento nella terza, ad eccezione di un “bloom” confinato di *Mesodinium* spp. (peraltro considerato spesso autotrofo) nel corso della prima. Il mesozooplancton raggiunge valori massimi e decisamente elevati durante la seconda campagna nella quale, oltre ai cladoceri e alle poche specie di copepodi neritici che dominano la comunità in tutto il periodo, si aggiungono forme generalmente legate a strati di fondo forse in relazione alle situazioni di anossia osservate.

Il sistema pertanto risulta fortemente condizionato dagli apporti terrigeni costieri così come è stato descritto nel paragrafo 1.4.3.

Tuttavia gli apporti di nutrienti si limitano quasi esclusivamente ai nitrati che possono essere anche molto consistenti. Gli apporti di ortofosfato sono sempre estremamente limitati e pertanto i valori restano sempre molto bassi.

Il sistema almeno nella stagione considerata, appare quindi fosforo limitato.

Cionondimeno la produzione è consistente, sia in corrispondenza al 100% che al 50% dell'irradianza disponibile, così come appaiono elevate le biomasse autotrofe associate a ciascuna delle tre componenti: picoplancton, nanoplancton e microfitoplancton. Il trasferimento al livello superiore della catena trofica appare efficiente determinando abbondanze e biomasse considerevoli a livello dei consumatori di ordine superiore: microzooplancton e mesozooplancton. Pur non disponendo di dati correntometrici sembra che la circolazione prevalente tenda a segregare le acque all'interno della Baia con periodi di residenza anche piuttosto lunghi inducendo il sistema ad assumere connotazioni sia in termini quantitativi che qualitativi tipiche di ambienti confinati caratterizzati da elevate produzioni di biomasse a scarsa diversità specifica.

Evidentemente queste considerazioni si riferiscono ad un'unica situazione stagionale caratterizzata in tutto il Golfo di Trieste e più in generale in tutto il Nord Adriatico dal passaggio da una situazione di netta stratificazione al pieno rimescolamento, dall'immissione in mare di nuovi nutrienti per le piogge del periodo e della fioritura autunnale a diatomee. Ovviamente il quadro descritto relativo alla Baia di Panzano (zona settentrionale e centrale del Golfo di Trieste) e ai principali fattori forzanti sul sistema potrebbe variare significativamente in altre situazioni stagionali caratterizzate per esempio da maggiori portate fluviali o da più intensi rimescolamenti ad opera del vento.

1.5.3 Fitobentos

1.5.3.1 Generalità sui popolamenti bentonici nel golfo di Trieste

La distribuzione delle biocenosi del Golfo di Trieste è fortemente condizionata da fattori quali l'instabilità del ritmo sedimentario, la torbidità delle acque e la presenza delle correnti di fondo, che determinano condizioni di variabilità dei popolamenti di questa area.

Nelle zone di scogliera della costa Nord orientale del Golfo e sui manufatti portuali è presente la biocenosi della Rocca Mediolorale Superiore caratterizzata dal cirripede *Chtamalus stellatus* e dall'alga verde *Enteromorpha compressa*, mentre nella fascia sottostante corrispondente alla biocenosi della Rocca Mediolorale Inferiore si ritrova l'alga bruna *Fucus virsoides* e il bivalve *Mytilus galloprovincialis* (Orel, 1988).

I fondi duri del piano infralitorale sono relativamente poco estesi nel Golfo; negli anni '60 tali fondi erano occupati da alcune specie di *Cystoseira* (Giaccone, 1973), in seguito quasi

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		249 di 437		00	

totalmente scomparse, all’inizio degli anni “70, a causa dell’attività di pascolo di dense popolazioni di *Paracentrotus lividus*. Negli ultimi anni però quest’ultima specie è in fase di regressione, mentre appare progredire la ricostituzione del popolamento algale (Orel e Mottola de Nordis, 1990).

Le praterie di fanerogame marine

La formazione climax dei substrati mobili del piano infralitorale è rappresentata, nel Mediterraneo, dalle praterie di *Posidonia oceanica*. Nel Golfo di Trieste agli inizi del 1900 erano presenti vaste praterie di questa specie, che alla fine degli anni ‘60 risultavano rappresentate da formazioni in via di degradazione al largo delle Lagune di Grado e di Marano. Attualmente questa specie è stata segnalata in aree ridottissime di fronte all’abitato di Grado (Orel e Mottola de Nordis, 1990).

Attualmente la fanerogama a maggiore copertura è *Cymodocea nodosa*, che occupa i fondali sabbiosi e sabbioso-fangosi fino a 5-6 metri nella parte più interna del Golfo, mentre nella zona delle “trezze” il limite è di 12-13 metri. Gli areali si impoveriscono verso Miramare per scomparire del tutto lungo la costa orientale più fortemente antropizzata. Altre specie di fanerogame presenti sono *Zostera marina*, che si trova in aree molto limitate lungo la costa in corrispondenza di zone di ingresso di acque dolci e *Zostera noltii* in zone più superficiali (1-1,5metri) in prossimità di estuari e lagune.

Conclusioni

La fanerogama *Cymodocea nodosa* colonizza parte delle zone occupate da questa biocenosi, formando una cintura più o meno densa lungo la costa bassa della baia di Panzano e si sviluppa lungo il litorale fino oltre le Bocche di Primero. Inoltre lungo la scogliera tra Duino e Marina di Aurisina ad una profondità attorno ai 3,5 metri vi sono alcune aree più o meno rade di *Cymodocea nodosa*, che scompare attorno ai 7 metri. Questa specie è, tra le fanerogame marine mediterranee, quella che dimostra la minore sensibilità alla granulometria ed al contenuto organico del substrato; infatti, pur preferendo sabbie con bassa percentuale di pelite, si ritrova anche in zone fangose inquinate, con un alto tasso organico del sedimento (Simonetti, 1967-68; Zavodnik, 1981). Assieme alla specie precedente, ma in percentuali minori sono presenti, *Zostera marina* e *Zostera noltii*, quest’ultima costituisce, senza l’apporto di nessun’altra fanerogama, delle isole con diametro variabile da 0,5 a 1,3 metri a margini molto ben definiti (Cerchia, 1990.91).

1.5.4 Zoobentos

1.5.4.1 Generalità sui popolamenti bentonici del Golfo di Trieste

La distribuzione delle biocenosi bentoniche del Golfo di Trieste è fortemente condizionata da fattori quali l’instabilità del ritmo sedimentario, la torbidità delle acque e la presenza di correnti di fondo, che determinano condizioni di variabilità dei popolamenti di quest’area.

Nelle zone di scogliera della costa nord orientale del Golfo e sui manufatti portuali è presente la biocenosi della Roccia Mediolorale Superiore caratterizzata dal cirripede *Chthamalus stellatus* e dall’alga verde *Enteromorpha compressa*, mentre nella fascia sottostante corrispondente alla biocenosi della Roccia Mediolorale Inferiore si ritrova l’alga bruna *Fucus virsoides* ed il bivalve *Mytilus galloprovincialis* (Orel, 1988).

Nelle zone centrali del Golfo le unità biocenotiche più diffuse sono quelle legate ai fondi fangosi [biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC)] ed ai fondi fangoso detritici

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	250	di 437	00		

[biocenosi del Detritico Fangoso (DF)]. Attorno a P.ta Sdobba si sviluppano alcune biocenosi tipiche dei fondi sabbiosi e sabbioso fangosi costieri, che si estendono lungo il litorale fino a P.ta Tagliamento. (Allegato 23 Volume 3 di 5).

Al largo delle Lagune di Marano e Grado, nella zona caratterizzata dalle “trezze” corrispondenti ad antiche linee di costa coperte da sabbie residuali talvolta cementate sono presenti la biocenosi delle Sabbie Grossolane Sottoposte a Correnti di Fondo (SGSCF) e la biocenosi dei Fondi Detritici Costieri (FDC) (Orel et al., 1981/82).

Nelle zone più profonde del Golfo di Trieste, al di sotto della batimetria dei 22 metri, si verificano di frequente, verso la fine dell'estate, fenomeni di anossia, che portano a morie più o meno estese di organismi bentonici. Tali fenomeni sono determinati da condizioni di scarso ricambio delle zone più profonde; infatti nel periodo compreso tra primavera ed autunno le acque sono caratterizzate da una stratificazione molto marcata, in tali condizioni lo strato vicino al fondo rimane isolato e la concentrazione dell'ossigeno disciolto diminuisce, poiché i consumi respiratori non sono compensati dalla produzione fotosintetica. Questi fenomeni regrediscono non appena si instaurano condizioni meteorologiche sufficienti a rimescolare la massa d'acqua (Orel e al., 1993).

In tali zone colpite periodicamente da ipossie ed anossie il popolamento risulta impoverito ed è caratterizzato dalla presenza di alcune specie che sopportano tali condizioni di stress come il mollusco *Corbula gibba* ed il polichete *Maldane glebifex* (Aleffi e al., 1993; Brizzi e al., 1994).

Baia di Panzano

La Baia di Panzano occupa la parte nord-orientale del Golfo di Trieste ed è delimitata dalla congiungente Marina di Aurisina – P.ta Sdobba. Presenta nella zona compresa tra Monfalcone e la foce dell'Isonzo coste basse e sabbiose, su queste sabbie litorali a bassa profondità (fino a 2,5 metri) è identificabile la biocenosi delle Sabbie Fini Superficiali (SFS). Nel popolamento, esclusivamente animale, predominano i molluschi, di cui fanno parte alcune delle specie caratteristiche esclusive quali: *Donax trunculus*, *Donax semistriatus*, *Macoma tenuis*, *Lentidium mediterraneum*.

Più in profondità si situa la biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC). ove prevale la componente animale con dominanza di molluschi.

Alcune delle specie caratteristiche esclusive di questa biocenosi sono i molluschi *Tellimya ferruginosa*, *Acanthocardia tuberculata*, *Spisula subtruncata*, *Nassarius mutabilis* ed i policheti *Prionospio malmgreni*, *Euclymene oerstedii*; tra le specie caratteristiche preferenziali vi sono il mollusco *Chamelea gallina* e il polichete *Owenia fusiformis*.

Nella zona centrale della baia prevalgono i sedimenti fangoso-detritici, caratterizzati da un'epifauna costituita da alcuni echinodermi quali *Ophiura albida* e *Ophiothrix quinquemaculata*, dal gasteropode *Aporrhais pespelecani* e da tubi del polichete *Chaetopterus variopedatus* che fungono da substrato duro secondario per alcune specie epibionti (Zuschin e Piller, 1994).

L'infrafauna presenta come specie dominanti i molluschi *Corbula gibba* e *Nucula nucleus* ed i policheti *Maldane glebifex*, specie caratteristica preferenziale della biocenosi dei Fanghi Terrigeni Costieri, *Telepsavus costarum*, *Melina palmata* e *Terebellides stroemi*, considerate specie vasicole (Landri e al., 1993).

Lungo la falesia, tra Duino e Marina di Aurisina, si osservano iniziando dalla linea di costa verso il largo, dei fondi con ciottoli e massi coperti da *Enteromorpha* e *Ulva*, che rappresentano zone di pascolo per *Paracentrotus lividus*. Ad una profondità compresa fra

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	251 di 437	00	

3,5 m e 7m il substrato è colonizzato da una rada prateria di *Cymodocea nodosa*. Tale zona, a profondità maggiore, è seguita da una facies ad *Upogebia pupilla* (Zuschin e Piller, 1994).

Spostandosi più al largo il sedimento diventa fangoso detritico ed il popolamento presenta le caratteristiche già descritte per la zona centrale della baia.

Baia di Muggia

In questa zona la biocenosi predominante è quella dei Fanghi Terrigeni Costieri (VTC) che occupa quasi tutta l' area più interna dalla baia, ad eccezione di una piccola estensione aridosso del litorale in cui prevale la biocenosi della Sabbie Fini Ben Calibrate (SFBC). Nella zona terminale della baia verso in mare aperto si instaura la biocenosi SVMC. (Allegato 23 Volume 3 di 5).

Conclusioni

Si può constatare, esaminando nel loro complesso i dati raccolti, che la maggior parte dei fondi della Baia di Panzano è occupata da una biocenosi riconducibile a quella dei Fanghi Terrigeni Costieri. Questo vale per i fondali al di sotto della batimetria dei 5 metri, in quanto non sono stati reperiti dati bibliografici relativi a zone situate a profondità minore.

I popolamenti appaiono in generale piuttosto ricchi in specie ed individui rispetto alla restante parte del Golfo di Trieste (Orel e al., 1993), tale situazione è probabilmente legata a condizioni di moderata eutrofia della zona (Del Negro e al., 1992).

Il gruppo di specie maggiormente rappresentato, per quanto attiene all' infauna, è costituito dalla classe dei policheti e, tra questi, le specie detritivore assumono un ruolo preponderante.

In particolare, spostandosi dalla costa alta nord-orientale a quella bassa occidentale, è possibile identificare tre zone aventi caratteristiche leggermente diverse. Nella prima più ampia, al popolamento di base appartenente alla biocenosi dei VTC si aggiungono specie pertinenti alla biocenosi del Detritico Fangoso, tale area appare ricca di specie sessili, che formano degli aggregati di piccole dimensioni, distribuiti in modo omogeneo sui fondali; in questa zona pertanto assume una certa rilevanza, per quanto riguarda l' epifauna, la categoria trofica dei filtratori.

Nella seconda si osserva una rarefazione e talvolta una scomparsa degli aggregati multi-specifici ed un aumento della percentuale di specie vasicole.

Infine nella terza aumenta la frazione costituita da specie appartenenti alla biocenosi delle SFMC e delle SFBC.

1.5.4.2 Definizione della struttura delle comunità bentoniche

La struttura delle comunità bentoniche è direttamente in rapporto alle caratteristiche del substrato ed ai parametri chimico-fisici delle acque, pertanto la loro analisi riveste una particolare importanza per valutare le conseguenze che le alterazioni ambientali possono avere sull' ambiente marino. Le comunità bentoniche infatti sono tendenzialmente stabili nel tempo ed attraverso il loro studio si possono stabilire le modalità con cui hanno reagito in rapporto al tipo ed all' intensità di un determinato inquinamento (GRAY, 1981; CREMA et al., 1983; WARWICK et al., 1990; WARWICK e CLARKE, 1991; COGNETTI e COGNETTI, 1992).

Per quanto riguarda le comunità di fondi molli, di particolare importanza è la conoscenza della distribuzione degli organismi lungo il profilo verticale del sedimento: si può rilevare infatti una effettiva zonazione verticale nella distribuzione degli organismi. Il profilo

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	252 di 437	00	

verticale risulta formato da diversi livelli la cui estensione è correlata con la batimetria e le caratteristiche sedimentologiche del substrato. Le specie tendono a localizzarsi in un particolare strato del sedimento in relazione principalmente alle loro esigenze trofiche ed ecologiche (CASTELLI et al., 1990; HAYASHI, 1991). La maggiore concentrazione si ha negli strati superficiali del sedimento, più ricchi di sostanza organica e più ossigenati. Le modalità di distribuzione delle specie lungo il profilo verticale appaiono assai utili per conoscerne il comportamento nel loro ambiente naturale. Per quanto riguarda la macrofauna, nello strato superficiale del sedimento dominano specie di piccole dimensioni, in particolare detritivori di superficie come le specie appartenenti ad alcune famiglie di policheti (spionidi e paraonidi). Le specie tubicole di grandi dimensioni possono penetrare negli strati più profondi, anche oltre i 10 cm..

Specie fossorie, capaci di scavare sistemi di profonde gallerie, sono distribuite abbastanza uniformemente in tutto il profilo del sedimento lungo il quale possono spostarsi in relazione alle loro esigenze vitali (CASTELLI et al., 1990; HAYASHI, 1991).

La penetrazione della fauna nell'interno del sedimento è legata al potenziale di ossidoriduzione del substrato che è il principale fattore limitante. Le specie che riescono a colonizzare, anche se parzialmente, lo strato ridotto vivono all'interno di tubi o di gallerie ossigenate dalla circolazione dell'acqua. La concentrazione di ossigeno nel sedimento è in stretta relazione con la sua tessitura: più questa è fine più lo strato ossidato è sottile. In linea generale la penetrazione della fauna sembra aumentare in maniera proporzionale con la tessitura del substrato e, nei sedimenti fangosi, un substrato più grossolano ospita una maggiore quantità di fauna profondamente infossata.

L'insorgenza di situazioni particolari che modificano le caratteristiche ambientali si riflette anche sulla distribuzione del popolamento nel profilo verticale. Studi effettuati nell'Alto Adriatico, nelle immediate vicinanze di una piattaforma utilizzata per l'estrazione di idrocarburi, hanno mostrato che modificazioni sedimentologiche e del contenuto in sostanza organica possono provocare una notevole variazione delle comunità bentoniche e della loro distribuzione nel profilo del sedimento (CREMA et al., 1995).

Anche le modificazioni cicliche di parametri naturali sono in grado di influenzare fortemente la distribuzione degli organismi lungo il profilo; come ad esempio i vari tipi di idrodinamismo. Quando la turbolenza dell'acqua raggiunge valori molto elevati, può verificarsi con l'erosione degli strati superficiali del sedimento la dispersione degli organismi sedentari presenti in questi strati. Processi di questo tipo influenzano fortemente l'estensione dello strato colonizzato dalla fauna bentonica e le caratteristiche qualitative del popolamento presente all'interfaccia acqua-sedimento.

Lo studio della zonazione verticale dello zoobenthos, della macro e meiofauna, rappresenta quindi un elemento importante che permette di contribuire alla valutazione delle caratteristiche delle biocenosi bentoniche in situ. Questo metodo riveste quindi un elevato interesse per stabilire le conseguenze che le operazioni previste nella Baia di Muggia e nella zona centrale del Golfo avranno sulle biocenosi.

Macro bentos

Dall'analisi della bibliografia sono state individuate 125 specie (71 di policheti, 26 di molluschi, 21 di crostacei, 5 di echinodermi, 1 di oligocheti e di nemertini) (Tab.1.27).

Il popolamento dell'area presa in esame risulta abbastanza omogeneo ed è dominato prevalentemente da policheti tipici dei fondi fangosi infralitorali dell'Alto Adriatico come *Aricidea claudiae*, *Aricidea assimilis*, *Levinsenia gracilis*, *Lumbrineris latreilli*, *Paradoneis Lyra*, *Prionospio malmgreni* (CREMA et al., 1991).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 253 di 437	Rev.:			
		00			

Fra i molluschi la specie più ampiamente distribuita è il bivalve *Corbula gibba*, specie tipica di fondi molli instabili, costantemente rinvenuta sui fondali molli infralitorali dell'Alto Adriatico (CREMA et al., 1991). E' presente anche *Acanthocardia paucicostata*, una specie con esigenze ecologiche paragonabili a quelle di *C. gibba*. Abbondanti sono anche *Nucula nucleus* e *Thyasira flexuosa*, specie tipiche di fondi fangosi infralitorali a scarso idrodinamismo. Fra i crostacei la specie più abbondante è l'anfipode *Ampelisca diadema*, tipica anch'essa di fondi fangosi. In alcune stazioni si rileva la presenza e in certi casi l'elevata densità di specie tipiche di fondi fangosi a scarso idrodinamismo e arricchiti di sostanza organica, alcune delle quali sono presenti anche in aree portuali e in ambienti lagunari, come il polichete *Cirrophorus furcatus* (CASTELLI e LARDICCI, 1985; CASTELLI, 1987), il mollusco bivalve *Venerupis aurea* e l'anfipode *Corophium insidiosum*. Nelle stazioni ricche di substrati duri secondari sono presenti anche alcuni esemplari di specie tipiche di questo substrato come i policheti *Pomatoceros triqueter* e *Vermiliopsis striaticeps* e il mollusco gasteropode *Calyptraea chinensis*.

I parametri strutturali considerati hanno messo in evidenza una notevole omogeneità, per quanto riguarda la struttura delle comunità indagate. Analizzando i valori degli indici di diversità, di equitabilità e di ricchezza specifica si nota che essi sono abbastanza alti per i fondi mobili, indicando una buona strutturazione delle comunità.

MACROBENTOS	<i>Turritella sp.</i>
	<i>Rissoa sp.</i>
PORIFERA	<i>Pusillina radiata</i>
<i>Axinella verrucosa</i>	<i>Hydrobia sp.</i>
<i>Spongia sp.</i>	<i>Aporrhais pespelecani</i>
<i>Porifera indet.</i>	<i>Calyptraea chinensis</i>
	<i>Euspira guillemini</i>
CNIDARIA	<i>Euspira pulchella</i>
<i>Cerianthus sp.</i>	<i>Eutima polita</i>
<i>Cereus pedunculatus</i>	<i>Hexaplex tnmculus</i>
<i>Anthozoa indet.</i>	<i>Nassarius incrassatus</i>
	<i>Nassarius reticulatus</i>
PLATYHELMINTHES	<i>Nassarius sp.</i>
<i>Turbellaria indet.</i>	<i>Mangelia sp.</i>
	<i>Odostomia conoidea</i>
NEMERTEA	<i>Acteon tornatilis</i>
<i>Cerebratulus fuscus</i>	<i>Cylichna umbilicata</i>
<i>Cerebratulus sp.</i>	<i>Haminoea navicula</i>
<i>Nemertea indet.</i>	<i>Philine aperta</i>
	<i>Akera bollata</i>
MOLLUSCA	<i>Cylichna cylindracea</i>
<i>Chiton olivaceus</i>	<i>Opisthobranchia indet.</i>
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	<i>Nucula nucleus</i>
<i>Diodora graeca</i>	<i>Nuculana pella</i>
<i>Calliostoma sp.</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>
<i>Gibbula albida</i>	<i>Musculus costulatus</i>
<i>Tricolia pullus pullus</i>	<i>Chlamys glabra</i>
<i>Cerithium vulgatum</i>	<i>Chlamys vana</i>
<i>Bittium sp.</i>	<i>Anomia ephippium</i>
<i>Turritella communis</i>	<i>Lima inflata</i>

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 254 di 437	Rev.:	
---------------------------------------	----------------------	-------	--

Lima sp.
Loripes lacteus
Lucinella divaricata
Thyasira flexuosa
Tellimya ferruginosa
Acanthocardia paucicostata
Parvicardium muumum
Plagiocardium papillosum
Spisula subtruncata
Phaxas adriaticus
Tellina distorta
Tellina sp.
Gan fervensis
Abra alba
Abra prismatica
Azorinus chamasolen
Gouldia muuma
Dosinia lupinus
Fitar rudis
Tapes decussatus
Paphia aurea
Paphia rhomboides
Venerupis sp.
Mysia ondata
Corbula gibba
Gatrochaena dubia
Hiatella arctica
Thracia papyracea
Dentalium maequicostatum
ANNELIDA
Harmothoe sp.
Polynoidae indet.
Sthenelais boa
Leanira yhleni
Anaitides lineata
Phyllodoce sp.
Eulalia sp.
Mysta picta
Mysta siphonodonta
Gyptis rosea
Ophiodromus flexuosus
Ancistrosyllis cingulata
Syllis cornuta
Syllis gracilis
Svllis sp.
Laeonereis glauca
Ceratonereis costae

Eunereis longissima
Neanthes caudata
Nereis lamellosa
Nereis rava
Nereis sp.
Perinereis sp.
Platynereis dumerilli
Nephtys hystricis
Nephtys sp. juv.
Glycera rouxii
Glycera unicornis
Glycera sp.
Goniada emerita
Goniada maculata
Glycinde nord~
Eunice vittata
Marphysa bellii
Marphysa sanguinea
Hyalinoecia bilineata
Lumbrineris gracilis
Lumbrineris impatiens
Lumbrineris latreillii
Drilonereis filum
Dorvillea rudolphi
Dorvillea sp.
Phylo fctida
Scolecopsis tridentata
Laonice cirrata
Aonides oxycephala
Spiophanes kroyeri
Spio filicornis
Polydora caeca
Polydora ciliata
Polydora flava
Pseudopolydora antennata
Prionospio cirrifera
Prionospio malmgreni
Spionidae indet.
Magelona sp.
Poecilochaetus serpens
Aricidea sp.
Paradoneis lyra
Levinsenia gracilis
Paraonidae indet.
Chaetopterus variopedatus
Telepsavus costarum
Chaetozone setosa
Tharyx marioni

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

255 di 437

Rev.:

00

Cirratulidae indet.
Pherusa plumosa
Piromis eruca
Scalibregmidae indet.
Notomastus sp.
Heteromastus filiformis
Pseudoleiocapitella fauveli
Capitellidae indet.
Praxillella affinis
Euclymene lumbricoides
Euclymene oerstedii
Euclymene palermitana
Clymene sp.
Clymene sp.
Clymenura clypeata
Maldane glebifex
Owenia fusiformis
Myriochele heeri
Sternaspis scutata
Lagis koreni
Amphictene auricoma
Ampharete acutifrons
Sabellides octocirrata
Melinna palmata
Amphitrite variabilis
Amphitrite sp.
Terebella lapidaria
Lamce conchylega
Eupolymnia nesidensis
Pista cnstata
Terebellides stroemi
Terebellidae sp.
Terebellidae indet.
Megalomma vesiculosum
Chone collaris
Chone dunen
Euchone rubrocincta
Sabellidae indet.
Serpula concharum
Serpula vermicularis
Serpula sp.
Vermiliopsis striaticeps
Pomatoceros tnqueter
Protula sp.
PHORONIDA
Phoronida indet.

SIPUNCULA
Phascolosoma vulgare
ARTHROPODA
Sicyonia carinata
Athanas nitescens
Processa edulis
Processa pontica
Processa sp.
Hippolyte sp.
Philocheras monacanthus
Callianassa tyrrhena
Callianassa sp.
Upogebia tipica
Upogebia sp.
Paguristes oculatus
Paguristes sp.
Clibanarius erythropus
Diogenes pugilator
Paguridea indet_
Pisidia longicomis
Pisidia longimana
Pisidia sp.
Ethusa mascarone
Liocarcinus depurator
Liocarcinus pusillus
Pilumnus hirtellus
Brachynotus gemmellari
Parthenope angulifrons
Inachus sp.
Anchialina sp.
Mysidacea indet.
Iphinoe serrata
Diastylis rugosa
Cumacea indet.
Apeudes latreillei
Leptognathia brevimanu
Anisopoda indet.
Gnathia vorax
Cirolana borealis
Sphaeroma serratum
Cymodoce truncata
Synisoma lancifer
Isopoda indet.
Monoculodes sp.
Gammariopsis sp.
Phtisica marina
Amphipoda indet.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 256 di 437	Rev.:			
		00			

ECHINODERMATA
Trachythyone elongata
Thyone fusus
Psammechinus microtuberculatus
Paracentrotus lividus
Schizaster canaliferus
Astropecten sp.
Amphiura chiajei
Amphiura filiformis
Amphiura mediterranea
Amphiura sp.
Amphipholis squamata
Ophiotrix quinquemaculata

Ophiotrix sp.
Ophiura albida
Ophiura texturata
Ophiura sp.
CHORDATA
Didemnum sp.
Ascidia sp.
Styela partita
Microcosmus sulcatus
Pyura sp.
Molgula sp.

Tab. 1.27 - Elenco delle specie presenti nel Golfo di Trieste.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 257 di 437		Rev.: 00	

Meiobentos

La componente più rappresentata nella “frazione a corpo duro” della meiofauna è presente nella Baia di Panzano ed è costituita dai nematodi dei quali sono state individuate 22 specie. La sistematica dei nematodi è particolarmente complessa a causa del numero di specie estremamente elevato e della provincialità della fauna.

In assenza di studi specifici sulla nematofauna del Golfo di Trieste non è stato possibile arrivare all’attribuzione specifica dei taxa più rappresentativi, che, dato lo stato della conoscenza del gruppo in Mediterraneo, potrebbero anche risultare appartenenti a specie non descritte. E’ stato comunque possibile la determinazione generica di tali taxa. Le specie più abbondanti appartengono ai generi *Euchromadora*, *Dorylaimopsis*, *Neochromadora*, *Sabateria* e *Halichoanolaimus*. Si tratta di elementi tipici di sedimenti arricchiti di sostanza organica (DANOVARO et al., 1995). I crostacei in genere ed i copepodi arcticoidi in particolare, altro gruppo caratteristico ed abbondante nella meiofauna a “corpo duro”, sono risultati estremamente scarsi sia come numero di specie che di individui. Sono stati rinvenuti inoltre scarsi rappresentanti della meiofauna temporanea principalmente forme giovanili di policheti e di molluschi appartenenti al genere *Sphaerosyllis* (probabilmente a *Sphaerosyllis thomasi*) e alla famiglia Veneridae (probabilmente a *Venerupis aurea*). (Tab 1.28).

La distribuzione del profilo del meiobenthos presenta una notevole omogeneità in tutta l’area presa in esame. In tutti i campioni infatti è stata riscontrata una riduzione estremamente drastica del numero di specie e di individui già dal primo al secondo strato. In molte zone già il secondo strato è risultato privo di individui. Nel terzo e nel quarto strato di tutte le stazioni non è stato rinvenuto alcun organismo meiobentonico. E’ inoltre da notare che gli esemplari presenti nel secondo strato non appartengono a specie caratteristiche di tale livello, ma appaiono essere un campione casuale delle specie presenti nello strato superficiale della zona indagata (in genere di quelle più abbondanti).

Anche per quanto riguarda il meiobenthos l’analisi dei parametri strutturali mette in evidenza una generale omogeneità del popolamento: la ricchezza specifica varia generalmente da 1,03 a 2 e la diversità da 1,83 a 3,09. Fanno eccezione a questo schema solo alcune aree in cui il valore dei suddetti parametri è nullo a causa del ridottissimo numero di specie e di individui, mentre esistono altre zone di estensione limitata con una maggiore diversità (3,89) e una maggiore ricchezza specifica (3,01).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio	Rev.:			
	258 di 437	00			

PROTOZOA
Mastigophora
Dinoflagellida
<i>Noctiluca sp.</i>
CNIDARIA
Anthomedusae specie ind.
Leptomedusae specie ind.
Trachymedusae specie ind
Narcomedusae specie ind
Siphonophora specie ind
CHAETOGNATHA
<i>Sagitta spp</i>
MOLLUSCA
Bivalvia larve ind.
Gastropoda larve ind.
ANNELIDA
Polychaeta larve ind
ARTHROPODA
Crustacea
Branchiopoda
Cladocera
<i>Podon intermedius</i>
<i>Evadne spinifera</i>
<i>Evadne tergestina</i>
<i>Penilia avirostris</i>
Maxillopoda
Copepoda
Calanoida
<i>Paracalanus parvus</i>
<i>Paracalanus nanus</i>
<i>Paracalanus juv.</i>
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>
<i>Clausocalanus furcatus</i>
<i>Clausocalanus spp.</i>
<i>Clausocalanus juv</i>
<i>Centropages kröyeri</i>
<i>Centropages juv.</i>
<i>Temora longicornis</i>
<i>Temora stylifera</i>
<i>Temora juv.</i>

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 259 di 437	Rev.: 00		

<i>Acartia clausi</i>
<i>Acartia latisetosa</i>
<i>Acartia juv. specie ind.</i>
Cyclopoida
<i>Oithona similis</i>
<i>Oithona nana</i>
<i>Oithona plumifera</i>
<i>Oithona juv.</i>
Harpacticoida
<i>Harpacticus gracilis specie ind.</i>
<i>Euterpina acutifrons</i>
<i>Clytemnestra scutellata</i>
<i>Oncaea spp.</i>
<i>Corycaeus spp.</i>
Nauplius
Cirripedia specie ind.
Malacostraca
Decapoda larve ind.
ECHINODERMATA
Stelleroidea
Ophiuroidea plutei
CHORDATA
Urochordata
Larvacea specie ind.
Ascidiacea specie ind.
Uova invertebrati

Tab 1.28 - Elenco delle specie rinvenute nella Baia di Panzano e nella zona centrale del Golfo di Trieste

Conclusioni

Le comunità zoobentoniche presenti nelle stazioni prese in esame corrispondono a quelle che si rinvenivano comunemente sui fondi molli infralitorali dell'Alto Adriatico (CREMA et al., 1991). Per quanto riguarda la componente macrobentonica, tali comunità sono infatti dominate da specie come *Aricidea claudiae*, *Aricidea assimilis*, *Levinsenia gracilis*, *Lumbrineris latrelli*, *Paradoneis lyra*, *Prionospio cirrifera*, *Prionospio malmgreni*, *Maldane glebifex*, *Corbula gibba* e *Nucula nucleus*, e da elementi tipici di ambienti arricchiti di sostanza organica anche a bassa salinità come *Cirrophorus furcatus*, *Venerupis aurea* e *Corophium insidiosum*. La componente meiobentonica risulta fortemente dominata dai nematodi, e in particolare dalla famiglia Chromadoridae: risultano infatti particolarmente abbondanti specie appartenenti ai generi *Euchromadora*, *Neochromadora*, *Dorylaimopsis*, *Sabateria* e *Halichoanolaimus*.

L'analisi dei parametri delle comunità mette in evidenza l'esistenza di una buona strutturazione; gli indici di diversità sono infatti abbastanza elevati, soprattutto per quanto

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 260 di 437		Rev.: 00	

riguarda la macrofauna, a causa sia di un'elevata ricchezza specifica che di una buona equiripartizione degli individui tra le specie.

Dall'analisi complessiva delle comunità si evince una generale omogeneità del popolamento in tutta l'area presa in esame. Le differenze fra le diverse zone appaiono legate ai normali parametri che influenzano la struttura di comunità sui fondi molli infralitorali: granulometria, profondità, influenza di apporti fluviali ecc. Le aree che si distinguono maggiormente sono infatti quelle localizzate nei pressi della costa orientale della baia (stazioni relativamente profonde con un substrato ricco di concrezioni organogene e di elementi grossolani) e quelle più superficiali localizzate presso le coste occidentali della baia nei pressi dello sbocco dei principali corsi d'acqua. Tale andamento nel complesso appare evidente anche dall'analisi della meiofauna, anche se il "pattern" è parzialmente oscurato da un presumibile elevato livello di mescolanza disordinata, fenomeno particolarmente comune in presenza di un'elevata densità di nematodi batteriofagi.

L'analisi dei dati raccolti evidenzia una netta zonazione verticale degli organismi bentonici. Per quanto riguarda la meiofauna il popolamento tende a scomparire già dopo i primi 2-5 cm. Per quanto riguarda invece la macrofauna, in grado di penetrare nel sedimento a causa delle maggiori dimensioni del corpo e delle particolari esigenze ecologiche, si può osservare che negli strati superficiali, i più ricchi sia di specie che di individui, predominano nettamente individui di piccola taglia appartenenti alle categorie trofiche dei detritivori superficiali e, in minor misura, dei sospensivori. Il numero degli individui e delle specie diminuisce comunque generalmente in modo considerevole già tra il I e il II strato, ed ancora più evidente è la differenza rispetto agli strati più profondi, dove predominano specie tubicole e di notevoli dimensioni, rappresentate generalmente da uno scarso numero di individui. A parte le poche specie tubicole di notevoli dimensioni, come *Marphysa sanguinea* e *Chaetopterus variopedatus*, che caratterizzano gli strati più profondi, spostandosi in profondità lungo il profilo, non si ha tuttavia una netta sostituzione di specie, ma semplicemente una loro rarefazione.

Nel complesso le comunità zoobentoniche presenti nella zona presa in esame situate sia all'interno della Baia di Panzano, sia nella zona centrale del Golfo appaiono piuttosto omogenee. Nessuna delle specie determinate inoltre appare ad areale particolarmente ristretto o con esigenze ecologiche particolari. Si tratta inoltre di una comunità ricca di specie adatte a periodici eventi di squilibrio sedimentario che si può considerare ad alta resilienza anche sulla base di quanto riportato da altri Autori (CREMA et al., 1995) su comunità dell'alto Adriatico influenzate da stress idrodinamici e sedimentari.

Limitatamente alle biocenosi bentoniche, è possibile estrapolare le seguenti caratteristiche per l'area di progetto:

- l'area, nelle zone indagate, non presenta speciali peculiarità che ne rivelino un particolare interesse biogeografico. Complessivamente le biocenosi riscontrate corrispondono in linea di massima a quelle che, su uno stesso tipo di substrato ed alla stessa batimetria, caratterizzano gran parte dei fondali dell'Alto Adriatico;
- lo studio ha rilevato la presenza di specie tendenzialmente opportuniste, in grado cioè di adattarsi a condizioni di variabilità sia per quanto riguarda la salinità che per l'arricchimento organico del substrato;
- l'analisi strutturale delle biocenosi prese in esame non rivela alcun evidente fenomeno di alterazione dovuto all'attività antropica ad eccezione della baia di Muggia dove sono presenti sedimenti fortemente inquinati.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		261 di 437		00	

Pertanto, sulla base di queste considerazioni, si può avere un concreto punto di riferimento per valutare con sufficiente sicurezza l'impatto che potranno avere le operazioni previste lungo la rotta della condotta.

1.5.5 Necton

1.5.5.1 *Distribuzione delle risorse e aree nursery di alcune principali specie ittiche*

Le conoscenze sulla distribuzione delle singole specie oggetto di pesca, possono derivare oltre che dalle informazioni sulle zone di pesca, da numerose ricerche che nel corso dei decenni sono state svolte in Adriatico, a volte in una zona limitata ed a volte in aree più ampie.

Dall'analisi di queste informazioni risulta che ogni specie ha una sua area di distribuzione, diversa tra le specie, che a volte vi sono aree di distribuzione diverse tra riproduttori e giovani e che spesso l'area di distribuzione non è limitata alla parte settentrionale dell'Adriatico.

Per una visione completa dell'area si riportano i dati degli indici di abbondanza raccolti in 10 campagne svolte con costanza di metodologie negli anni dal 1994 al 2003 in tutto l'Alto e Medio Adriatico. Questi dati permettono anche di ottenere una distribuzione divisa per taglia e su base quantitativa. Per ogni specie vengono riportati per l'area di interesse di AdriBlu due carte di distribuzione, una per la popolazione nel suo complesso ed un'altra per la sola componente di giovani, ossia la frazione della popolazione di taglia inferiore ad un valore prefissato. Ciò, ai fini dell'individuazione delle zone di maggiore concentrazione di giovani per una possibile protezione.

Per quanto riguarda i piccoli pelagici (alice, sardina, spratto) viene fatta di seguito una descrizione ma non viene inserita alcuna carta di distribuzione in quanto la loro distribuzione è alquanto uniforme e comunque variabile periodicamente. Per queste tre specie di pesci pelagici l'unica misura di protezione possibile è la variazione della pressione di pesca e delle quantità catturate.

Occorre tuttavia segnalare che nel veloce rinnovamento di queste risorse l'incidenza del prelievo delle attività di pesca è modesta essendo determinante la predazione di altri organismi e le fluttuazioni delle condizioni ecologiche che determinano il successo o meno del reclutamento.

Ne deriva che vi sono limitate possibilità di influenzare la consistenza di queste specie.

- Pesce San Pietro (*Zeus faber*) (Fig.1.90 e Fig.1.91). Questa specie è distribuita prevalentemente nella parte orientale dell'Adriatico e le maggiori concentrazioni sono al largo della costa del Veneto orientale, del Friuli, dell'Istria e dell'area a sud di Rijeka. La specie è assente nella zona verso l'Italia a sud del Po. La presenza di giovani è nella stessa area di distribuzione della specie e non vi è una zona di nursery.
- Gattuccio (*Scyliorinus canicula*). Questa specie ha una distribuzione prevalentemente orientale e si trova fuori le coste dell'Istria, verso sud, raggiungendo le maggiori densità nell'area dei canali a sud di Zadar. E' in questa zona che sono presenti le forme giovanili, indicando che le aree di maggiore riproduzione si trovano a sud dell'area interessata dal progetto AdriBlu.
- Pagello fragolino (*Pagellus eryrinus*) (Fig.1.92 e Fig.1.93). La specie è distribuita su tutta l'area in maniera continua e le maggiori densità si trovano lungo la parte orientale, fuori le coste istriane. Anche i giovani pagelli hanno una distribuzione

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	262 di 437	00	

ampia per tutta l'area, con due zone di maggiore concentrazione fuori il Friuli e l'Istria e davanti alla parte sud dell'Emilia Romagna. Un incremento della risorsa può avere benefici per la pesca in tutta l'area.

- Merluzzetto giallo (*Trisopterus minutus capelanus*) (Fig.1.94 e Fig.1.95).
- Questa specie è distribuita lungo l'asse mediano dell'Adriatico e nei canali interni a sud di Rijeka; la specie è assente nella maggior parte delle acque costiere. I giovani hanno la stessa distribuzione.
- Scampo (*Nephrops norvegicus*) (Fig.1.96 e Fig.1.97). La specie è distribuita in una fascia mediana e nell'area vicino a Rijeka. Si tratta di una specie che è più abbondante nell'area dell'Adriatico centrale, dove sono presenti anche le forme giovanili, molto scarse nella parte nord.
- Triglia di fango (*Mullus barbatus*) (Fig.1.98 e Fig.1.99). La specie è distribuita prevalentemente dalla parte centrale dell'Adriatico fino alle coste orientali, con una maggiore abbondanza a sud dell'Istria, ciò risente anche della stagionalità del campionamento (inizio estate). I giovani hanno una diversa area di distribuzione e sono presenti maggiormente lungo la costa occidentale in particolare al largo dell'Emilia Romagna e Marche, ove può essere interessante individuare una protezione temporale e/o spaziale.
- Rana pescatrice (*Lophius budegassa*). La specie ha una presenza limitata nell'area salvo nella zona vicino a Rijeka. I giovani sono assenti o molto scarsi nella zona e si trovano normalmente nell'Adriatico centrale, a profondità maggiori.
- Calamaro (*Loligo vulgaris*) (Fig.1.100 e Fig.1.101). E' una specie ampiamente distribuita in tutta la zona, con le densità maggiori lungo la costa occidentale. E' una specie di interesse generale per tutta l'area AdriBlu. Le forme giovanili si rinvencono prevalentemente nella parte nord occidentale e nord e meno nella parte a sud dell'Istria. La protezione delle forme giovanili per questa specie, che compie ampi spostamenti, potrebbe avere un effetto positivo per tutta l'area.
- Nasello (*Merluccius merluccius*). Questa specie ha un'ampia distribuzione spaziale in tutto il Mediterraneo e le sole zone dove non è presente
- riguardano una larga fascia costiera in nord Adriatico. La specie è presente a sud della foce del Po ed è più abbondante nell'area a sud dell'Istria e nei canali attorno a Rijeka. Quest'ultima area è la sola zona ove sono presenti forme giovanili di nasello, che da qui si diffondono alle aree circostanti.
- Moscardino comune (*Eledone moschata*) (Fig.1.102 e Fig.1.103). La specie è distribuita ampiamente nell'area, risultando assente solo nella fascia costiera antistante l'Emilia Romagna. La maggiore concentrazione di moscardini si ha nella parte nord, nord est dell'area. La distribuzione dei giovani segue quella degli adulti e non vi è una particolare zona di nursery.
- Moscardino bianco (*Eledone cirrhosa*). E' la seconda specie di moscardini, questa ha una importanza trascurabile per l'Alto Adriatico, trovandosi solo nella parte più a sud dell'area, davanti alle coste marchigiane a maggior profondità, dove si trovano anche i giovani.
- Seppia (*Sepia officinalis*) (Fig.1.104 e Fig.1.105). Questa specie è distribuita prevalentemente nell'area dell'Alto Adriatico, con maggior densità nelle acque a profondità inferiore a 40 metri. Le forme giovanili sono concentrate in una fascia di minore ampiezza che interessa in particolare il Golfo di Trieste, in senso ampio. Questa specie per la distribuzione e per l'area di concentrazione di giovani potrebbe beneficiare di azioni di ripopolamento o di azioni di protezione delle forme giovanili,

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 263 di 437		Rev.: 00	

estendendo i benefici a tutta l'area in quanto la specie compie degli ampi spostamenti.

-
- Alice (*Engraulis encrasicolus*). Questa specie, chiamata localmente anche sardone, fa parte del grande gruppo dei pesci pelagici, cioè di quelle specie che non hanno un collegamento con il fondale e le comunità bentoniche. La specie è distribuita su tutto l'Alto e Medio Adriatico e compie degli spostamenti in funzione della temperatura dell'acqua e della quantità di nutrienti che trova nei suoi spostamenti. In genere risale lungo la costa croata a primavera poi si diffonde in tutto il bacino nord Adriatico, dal quale si allontana al raffreddarsi dell'acqua in autunno per scendere verso maggiori profondità. La riproduzione avviene in tutta l'area da aprile a settembre ed è più intensa nelle aree ove la specie è più abbondante per la maggiore presenza di nutrimento, cioè l'area influenzata dalle acque del fiume Po.
- Sardina (*Sardina pilchardus*). Anche la sardina fa parte del gruppo di pesci pelagici detto anche pesce azzurro. La specie ha un'ampia distribuzione e si trova in tutto l'Alto e Medio Adriatico. Anche l'area di riproduzione è ampia e nel periodo da ottobre a marzo le sardine si riproducono. La specie può vivere 7 anni e gli spostamenti sono influenzati dai fattori oceanografici. In questi ultimi anni una frazione della popolazione di sardine sembra prediligere le acque più profonde del Basso Adriatico e delle coste orientali, così da risultare meno abbondante nelle aree di pesca ove operano i pescatori veneti e romagnoli.
- Spratto (*Sprattus sprattus*). Lo spratto, detto anche papalina o saraghina, è un pesce pelagico distribuito prevalentemente nel Nord Adriatico ed ha un'importanza minore nella pesca dei piccoli pelagici. Come le altre specie di pesce azzurro non è collegato ad una zona ma si sposta in funzione della disponibilità di cibo (plancton) e delle condizioni ambientali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 264 di 437		Rev.:	
			00	

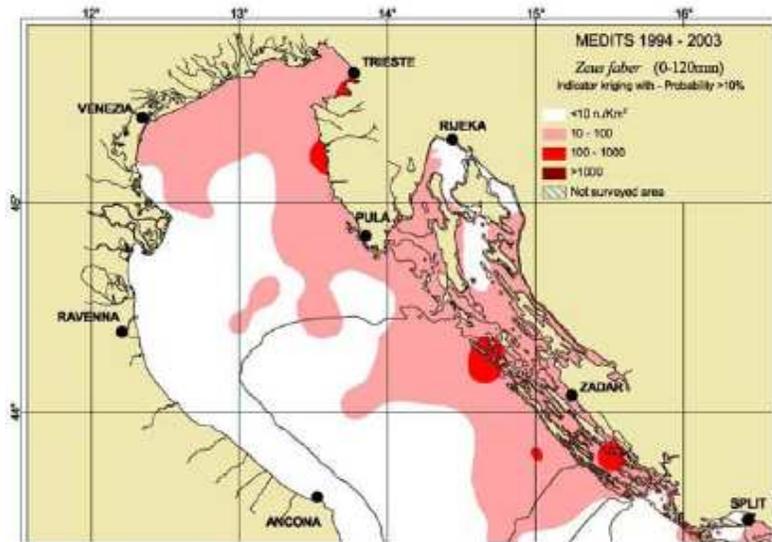


Fig. 1.90 - Carta di distribuzione dei giovanili di pesce San Pietro (*Zeus faber*) in Alto Adriatico

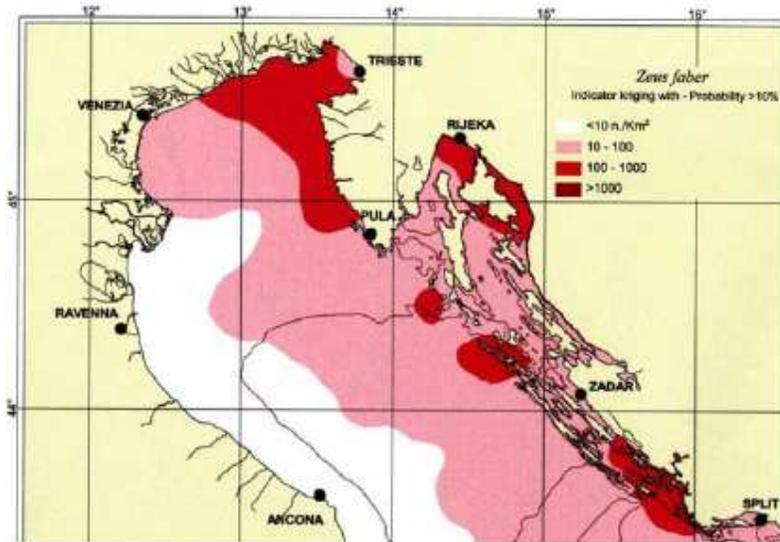


Fig. 1.91 - Carta di distribuzione degli adulti di pesce San Pietro (*Zeus faber*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	265 di 437	00	

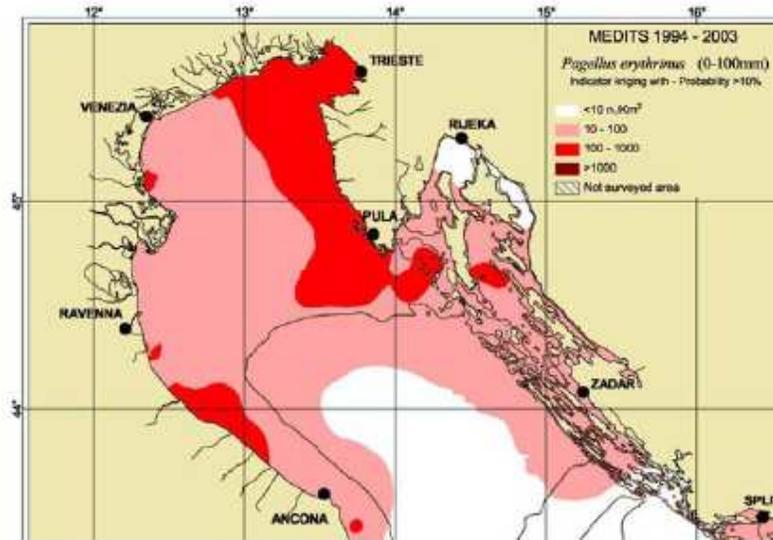


Fig. 1.92 - Carta di distribuzione dei giovanili di fragolino (*Pagellus erythrinus*) in Alto Adriatico

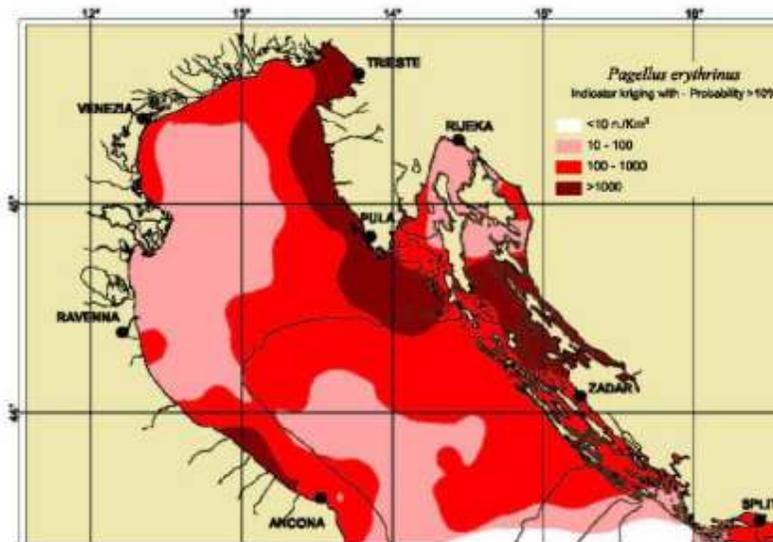


Fig. 1.93 - Carta di distribuzione degli adulti di fragolino (*Pagellus erythrinus*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	266 di 437	00	

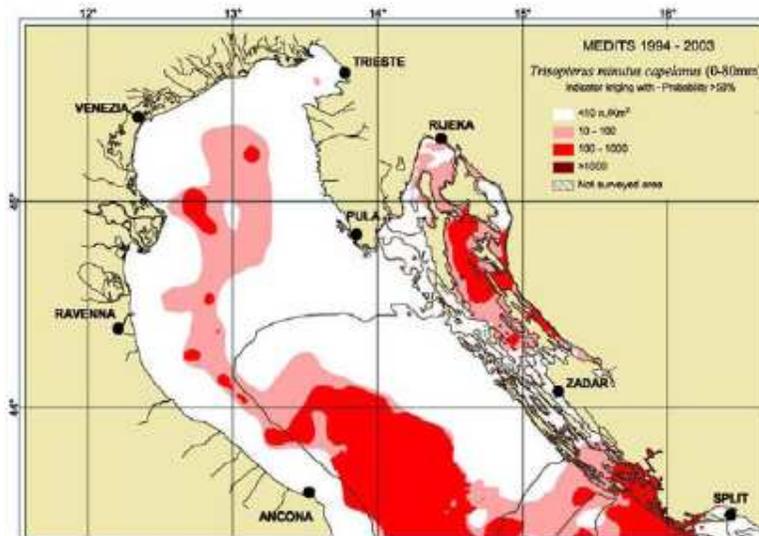


Fig.1.94 - Carta di distribuzione dei giovani di merluzzetto giallo (*Trisopterus minutus capelanus*) in Alto Adriatico

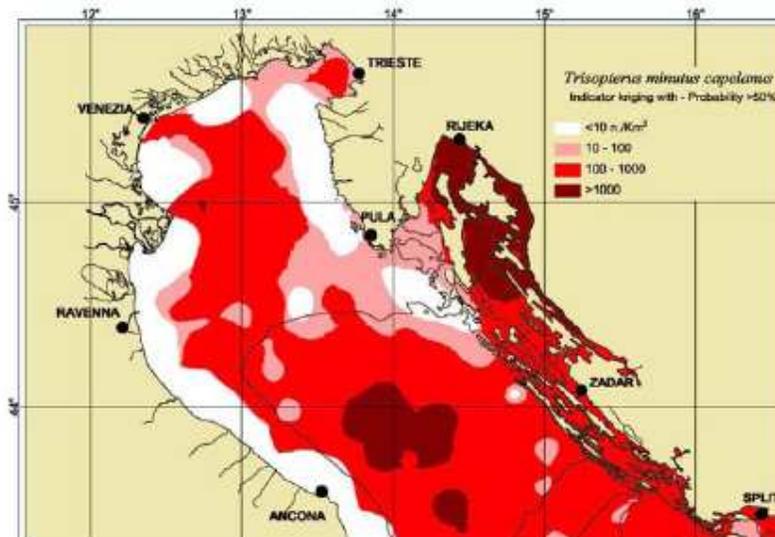


Fig.1.95 - Carta di distribuzione degli adulti di merluzzetto giallo (*Trisopterus minutus capelanus*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 267 di 437	Rev.: 00	

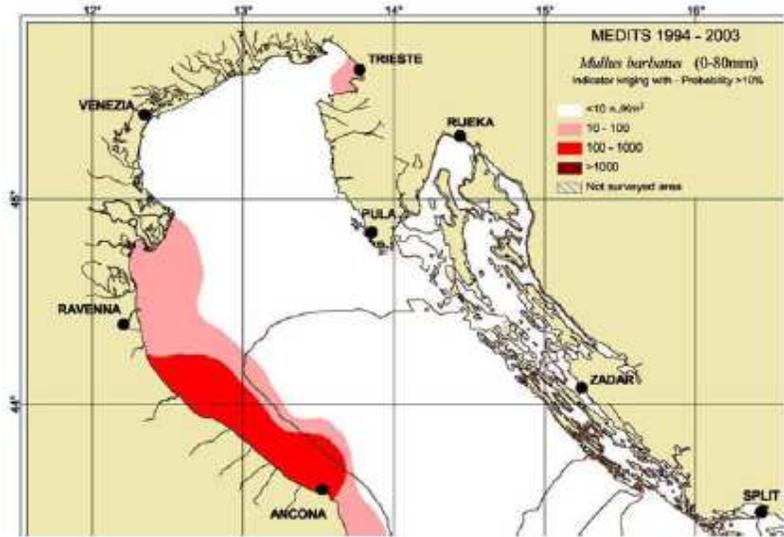


Fig.1.96 - Carta di distribuzione dei giovanili di triglia di fango (*Mullus barbatus*) in Alto Adriatico

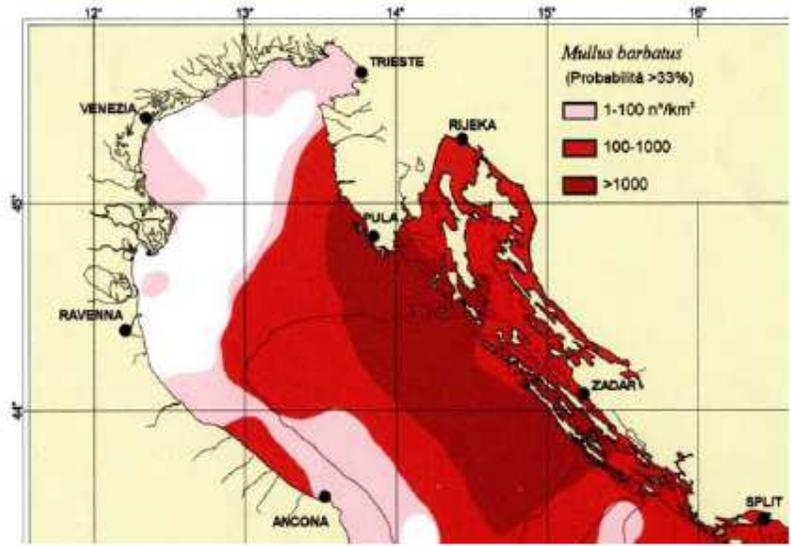


Fig.1.97 - Carta di distribuzione degli adulti di triglia di fango (*Mullus barbatus*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	268 di 437	00		

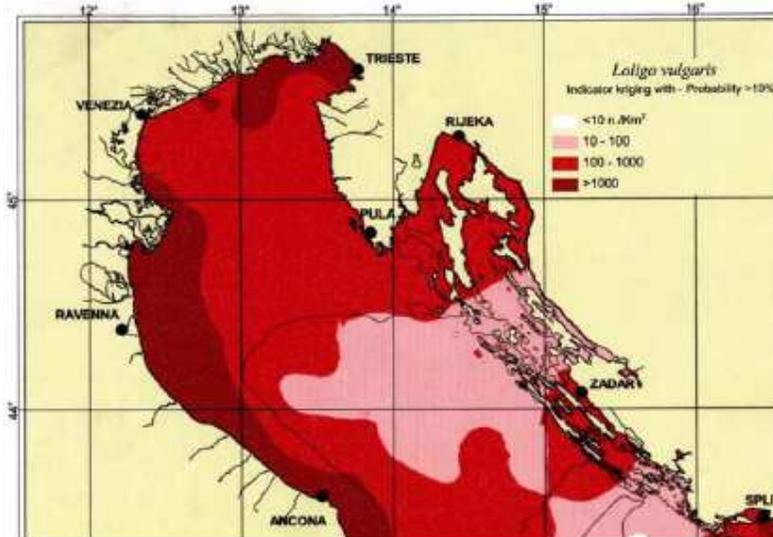


Fig.1.98 - Carta di distribuzione dei giovanili di calamaro (*Loligo vulgaris*) in Alto Adriatico

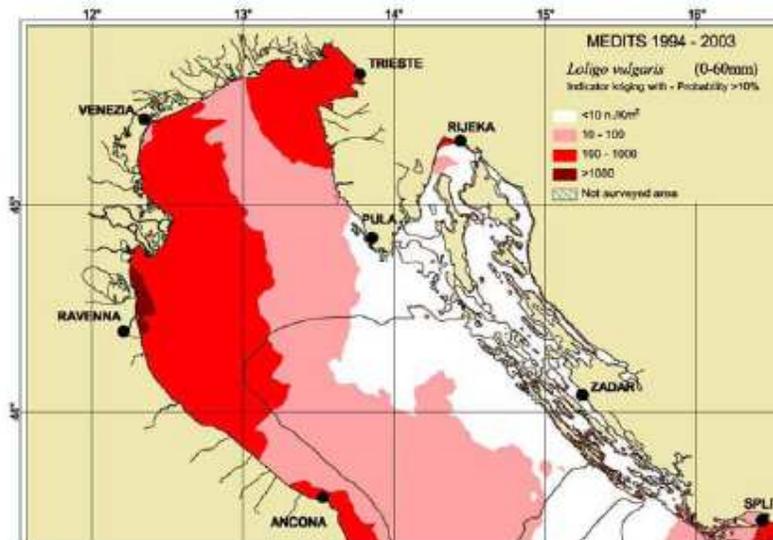


Fig.1.99 - Carta di distribuzione degli adulti di calamaro (*Loligo vulgaris*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	269 di 437	00	

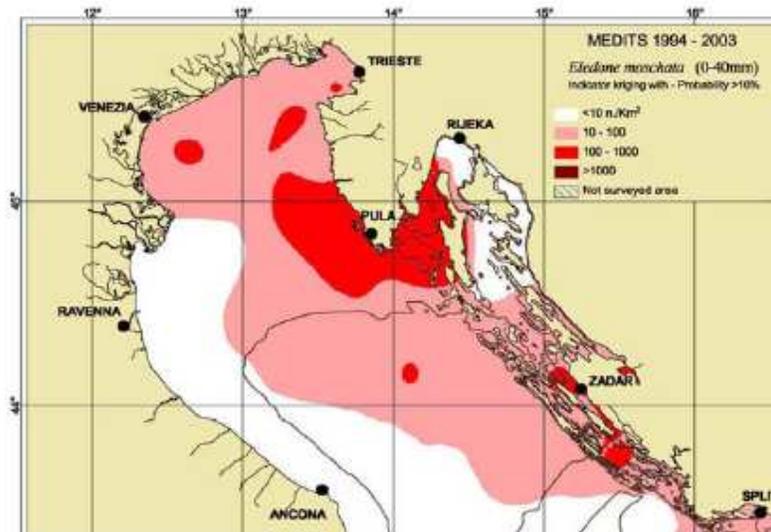


Fig.1.100 - Carta di distribuzione dei giovanili di moscardino comune (*Eledone moschata*) in Alto Adriatico

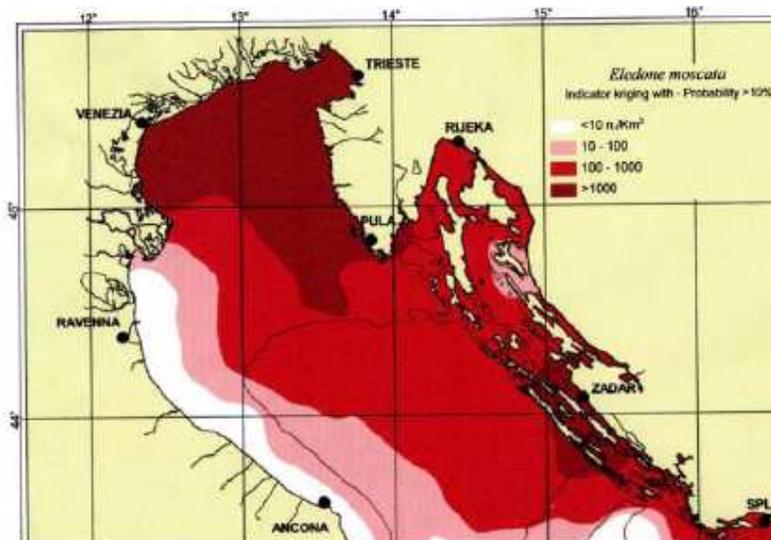


Fig.1.101 - Carta di distribuzione degli adulti di moscardino comune (*Eledone moschata*) in Alto Adriatico

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	270 di 437	00	

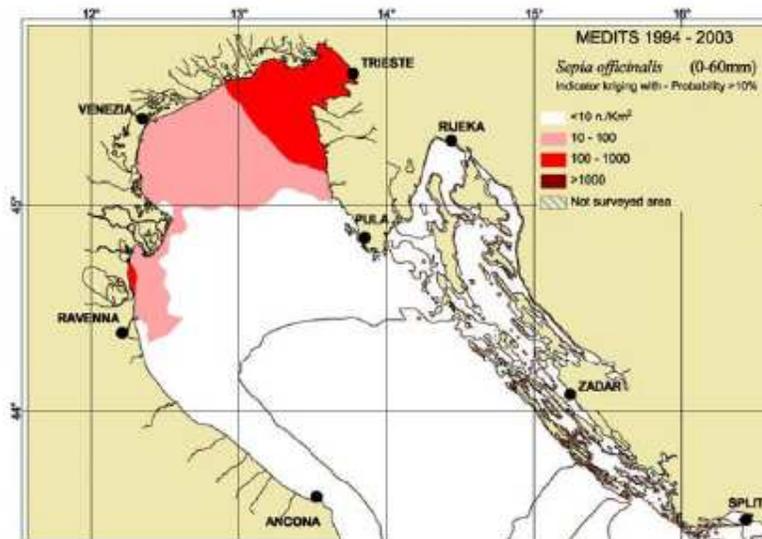


Fig. 1.102 - Carta di distribuzione dei giovanili di seppia (*Sepia officinalis*) in Alto Adriatico

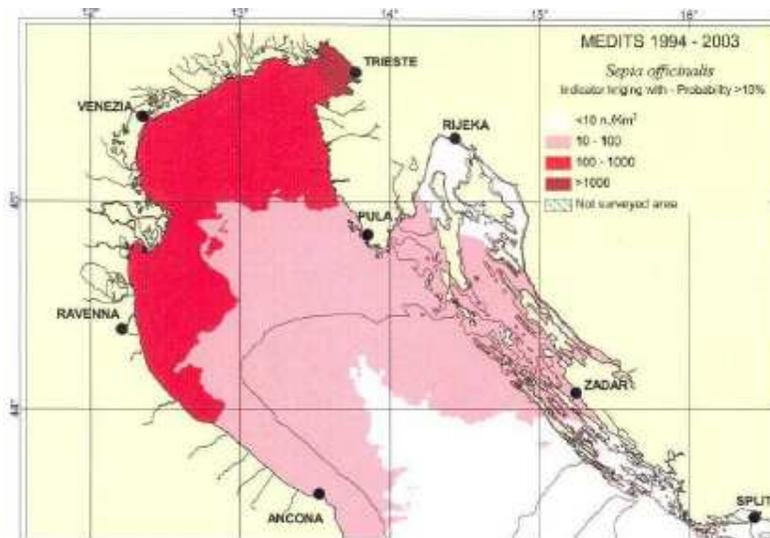


Fig. 1.103 - Carta di distribuzione degli adulti di seppia (*Sepia officinalis*) in Alto Adriatico

1.5.6 Mammiferi e rettili marini

Dall'analisi dei dati acquisiti dal "data base" del Ministero dell'Ambiente relativi agli avvistamenti e spiaggiamenti di rettili e mammiferi marini risulta che sono presenti nel Golfo di Trieste, con una certa frequenza. solo la tartaruga marina (*Caretta caretta*) e il

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		271 di 437		00	

delfino tursiope (*Tursiops truncatus*) (Allegato 24 Volume 3 di 5). Raramente è stata avvistata la tartaruga verde (*Chelonia midas*) e qualche cetaceo indeterminato (dati dal 1988 al 1992). Si tratta molto probabilmente di individui occasionali che hanno risalito l'Adriatico. D'altra parte nell'alto Adriatico non esistono zone di assembramento di mammiferi marini e non è stato istituito nessun santuario per tutelare la loro presenza.

1.6 Ecosistema marino

Nell'area di progetto si possono individuare tre tipi di ecosistemi: la Baia di Muggia, una zona centrale del golfo di Trieste, la zona del litorale fra Grado e P.ta Sdobba.

Dal punto di vista ecologico la Baia di Muggia si può considerare un ecosistema marino fortemente influenzato dalle condizioni al contorno. Dal punto di vista morfobatimetrico e idrologico esso può essere paragonato ad un ecosistema lagunare, a causa dei bassi fondali (la batimetria dei 14 m rappresenta il confine più meridionale dell'ambiente marino verso l'Adriatico) e delle caratteristiche idrologiche (scarso ricambio, notevole influenza sulle caratteristiche fisico chimiche delle acque marine, mancanza di apporti idrici terrestri).

Per quanto riguarda la zona centrale del Golfo di Trieste la struttura è notevolmente complessa; se si volessero individuare tutte le interrelazioni fra i diversi organismi. A questo scopo occorrerebbe effettuare uno studio specifico anche utilizzando marcatori radioattivi sia per individuare le numerosissime interrelazioni fra preda e predatore sia per valutare gli effetti della predazione in termini di "turnover". In linea generale si può asserire che i fattori principali che mantengono l'ecosistema sono l'energia luminosa e il detrito organico (in particolare i composti dell'azoto e del fosforo). Infatti questi due fattori sono il supporto essenziale per lo sviluppo del fitoplancton che è il pilastro fondamentale che mantiene tutta la struttura trofica dell'ecosistema marino. Si è visto che fra i nutrienti il fosforo sembrerebbe essere un fattore limitante in quanto gli apporti sembrano essere scarsi.

Tuttavia sarebbe opportuno verificare il tempo di "turnover" del Po^3_4 in quanto esso potrebbe essere molto alto. Ciò potrebbe significare che il sistema ha una elevata efficienza di assorbimento del fosforo, soprattutto da parte degli organismi filtratori. D'altro canto il fatto che non si sia riscontrato un impoverimento dello zooplancton e quindi di tutti gli organismi zooplanctofagi starebbe a significare che vi è un buon trasferimento, in termini energetici, attraverso tutta la catena trofica ai vertici della quale si trovano numerose specie ittiche e bentoniche. Infine notevole importanza nell'economia dell'ecosistema riveste lo zoobentos che è stato indagato nelle sue principali componenti: macrozoobentos e meiobentos.

Per quanto riguarda il macrozoobentos si tratta di specie eterotrofe appartenenti ai gruppi dei *Policheti*, *Molluschi*, *Crostacei*, *Echinodermi*, *Oligocheti*, *Nemertini*. Essendo la maggior parte delle specie detritivore, la loro funzione fondamentale è il ricircolo della materia organica evitando unccessivo accumulo che potrebbe provocare anossia negli strati profondi. Per quanto riguarda il meiobentos prevalgono di gran lunga i Nematodi che sono specie a prevalente attività fossoria che si nutrono di particolato organico

Nel complesso l'ecosistema della parte centrale del Golfo di Trieste appare ben strutturato con valori degli indici di ricchezza in specie e di biodiversità generalmente nella norma se comparati a quelli di altre località dell'Adriatico.

L'ecosistema del litorale riguarda essenzialmente il fitobentos il cui ruolo è più marginale in quanto direttamente fornisce supporto energetico a poche specie epifite ed erbivore. Tuttavia la sua grande importanza sta nel fatto di svolgere alcune azioni quali produzione

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	272 di 437	00			

di ossigeno che favorisce l'ossidazione della sostanza organica in eccedenza, protezione della costa dall'erosione, “nursery” per alcune specie di pesci e molluschi come la *Sepia officinalis*.

1.6.1 Catena trofica

La catena trofica nelle acque del Golfo può essere così schematizzata: il nanoplankton costituisce il supporto per il microzooplankton e soprattutto per i ciliati diversi dai tintinnidi (Cabrini et al., 1989; Cataletto et al., 1993); quest'ultimi possono insistere anche sulle classi dimensionali inferiori del microfitoplancton, che costituisce l'alimento essenziale per gli erbivori, quali *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Clausocalanus* spp., *Evadne* spp. e parte dell'apporto trofico ai mistivori, molto abbondanti, come *Acartia clausi*, *Oithona* spp., *Temora* spp. che insistono anche sul detrito organico presente e possono integrare la dieta con proteine animali. Il detrito organico sostiene inoltre, così come il nanoplankton, le biomasse costituite dai filtratori fini come *Penilia avirostris*, *Oikopleura* spp. e le larve di echinoplutei. I carnivori che costituiscono i consumatori di secondo ordine e predano sia il microzooplankton che il restante mesozooplankton, sono costituiti prevalentemente da *Muggiaea kockii*, *Centropages typicus*, *Oithona similis*, *Podon* spp., larve di decapodi e di teleostei.

In genere, si osserva che la frazione microzooplanktonica costituita dai ciliati diversi dai tintinnidi mostra scarse fluttuazioni nel corso dell'anno, analogamente a quanto avviene per la frazione nanoplanktonica, mentre i copepodi erbivori sono legati alle fluttuazioni del microfitoplancton, costituito, come si è detto, prevalentemente da diatomee. I mistivori sono sempre dominanti in quest'ambiente, per la maggior adattabilità trofica, insistendo infatti, anche sulla catena del detrito. Vengono sostituiti soltanto durante i mesi estivi dal filtratore fine *Penilia avirostris* che, grazie anche alla riproduzione partenogenetica, riesce a raggiungere abbondanze eccezionali in brevissimo tempo (Cabrini et al., 1992).

Il buon funzionamento dei trasferimenti energetici si traduce in alti valori di biomassa zooplanktonica; nel Golfo di Trieste infatti, si hanno di norma i valori più alti dell'intero Adriatico, eccezion fatta per la zona d'iniezione del pennacchio del Po (Benovic et al., 1984). Lo zooplankton a sua volta costituisce il supporto trofico per gli organismi planctonofagi, primi fra tutti gli stadi larvali, oltre agli adulti, dei piccoli pesci pelagici.

1.7 Ecosistema costiero

1.7.1 Idrologia di superficie

La regione può essere suddivisa in 6 bacini idrografici principali relativi ai fiumi: Tagliamento, Isonzo, Livenza, Piave, Lemene, Slizza e in altri bacini idrografici minori nelle province di Udine, Gorizia e Trieste. Il più importante è quello del fiume Tagliamento, che divide longitudinalmente la regione in due zone distinte; gli altri due sistemi idrografici rilevanti sono rappresentati dai fiumi Isonzo e Livenza, che interessano il territorio regionale solamente per una parte del loro corso.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	273	di 437	00		

1.7.1.1 Il Tagliamento

Il principale sistema idrografico è rappresentato dal bacino del fiume Tagliamento che ha un'estensione corrispondente a circa un terzo della superficie regionale. Il fiume Tagliamento copre il territorio compreso tra la regione Friuli-Venezia Giulia (97,4 %) e il Veneto, ha una superficie di bacino di 2916 km² ed interessa 165000 abitanti, di cui il 96,2 % delle province di Udine e Pordenone.

Il Tagliamento è un fiume a prevalente regime torrentizio e quindi le sue portate non sono mai costanti, poiché dipendono direttamente dalle precipitazioni che interessano il bacino. Durante l'anno si alternano a periodi di piena periodi di magra, durante i quali diverse fasce dell'alveo possono rimanere all'asciutto per gran parte dell'anno. Le piene maggiori sono strettamente legate agli eventi climatici del bacino e solitamente si manifestano tra aprile-maggio e ottobre-novembre.

Le sue acque sono caratterizzate da una notevole portata solida, in 10.000 anni ha depositato una grande quantità di ghiaie e di sedimenti a diversa granulometria. Studi condotti da Brambati nel 1987 indicavano un trasporto solido potenziale di 1.350.000 m³/anno di sedimento.

Le acque tilaventine sono caratterizzate da un'elevata concentrazione di solfati che derivano dal dissolvimento dei gessi che si trovano nei bacini carnici, in particolare nella valle del But.

La sua portata media annua è abbastanza elevata (92 m³/sec a Pinzano e 70 m³/sec alla foce) ma nei periodi di piena può essere considerevolmente maggiore. Il fiume infatti diventa particolarmente irruento e turbolento in caso di forti precipitazioni, gonfiandosi molto rapidamente e mutando continuamente la fisionomia del suo ampio letto ciottoloso.

Il massimo storico del Tagliamento è stato registrato in circa 4.000 m³/sec durante la disastrosa piena del 4 Novembre 1966. In estate invece, a causa del pesante sfruttamento delle sue acque e della fortissima permeabilità del suo letto in alcuni tratti si presenta anche in secca.

La foce del Tagliamento è costituita da un delta formato negli ultimi otto secoli dalle sabbie trasportate dallo stesso fiume e che le correnti marine hanno distribuito ai suoi lati. Attualmente tali correnti fanno sì che il materiale trasportato si accumuli in prevalenza sul litorale veneto fino all'altezza di Jesolo, provocando in tal modo l'avanzamento verso il mare di tale linea di sponda.

L'imboccatura del fiume Tagliamento è segnalata da una serie di briccole poste a creare una pronunciata curva che porta l'accesso ad orientarsi per SW.

Lo stato ecologico di questo grande fiume, il più grande del Friuli Venezia Giulia, non è buono: dal punto di vista della qualità delle acque sulla base dei valori dell'indice IBE: (Indice Biotico Esteso), il giudizio non è soddisfacente, anche se con notevoli variazioni lungo il percorso.

Alla sorgente il punteggio è 2 (valore SECA) ovvero ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione, valore che si conferma fino a Tolmezzo.

Ad Amaro si registra il valore peggiore: 4, scarso (ambiente molto inquinato o comunque molto alterato).

A Gemona il valore scende di un punto 3, sufficiente (ambiente inquinato o comunque alterato); mezzo punto in meno da Latisana: 2/3 (ambiente tra il moderatamente inquinato e il molto inquinato o comunque con sintomi di alterazione o alterato).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		274 di 437		00	

Il livello di inquinamento da “macrodescrittori” (LIM) ha un andamento simile: alla sorgente è pari a 1 (ottimo), valore che sale a 2 (buono) a Tolmezzo. Ad Amaro un punto in più, 3 (sufficiente), per tornare a 2 a Gemona, e così fino all’Adriatico.

1.7.1.2 *Lagune di Marano e Grado*

L’assetto idrologico interno delle due lagune è caratterizzato dalla dominanza dell’ingresso marino ed è sottoposto a continue pressioni antropiche.

L’afflusso marino avviene tramite 6 bocche di porto lagunari (Lignano, S. Andrea, Buso, Morgo, La Fosa di Grado, Primero) con una portata massima complessiva stimata negli anni ‘50 dall’Istituto Idrografico del Magistrato delle Acque pari a 8750 m³/sec al colmo di una marea sigiziale.

L’ingresso marino determina all’interno della laguna degli areali di influenza o sottobacini lagunari di Marano (5.056 ha), S. Andrea (2.150 ha), Buso (3.556 ha), Morgo (297 ha), Grado (3.314 ha) e Primero (1.368 ha).

Il cuneo salino penetra i corsi d’acqua che sfociano in laguna per almeno altri 4-5 km dalla loro foce.

L’ordine di grandezza relativo al contributo di acqua dolce proveniente dall’entroterra attraverso le diverse vie in condizioni di morbida, è stato stimato in 100 m³/sec, quale contributo dei seguenti bacini: Stella (50 m³/sec), Cormor (7-8 m³/sec), Zellina (1-2 m³/sec), Corno (5-6 m³/sec), Aussa (7-8 m³/sec) e Natissa (4-5 m³/sec).

Il bacino del Corno-Stella, è composto dai due tronchi distinti del torrente Corno e dal fiume Stella che ha le caratteristiche specifiche di un fiume di risorgenza, alimentato da numerosissime rogge e dotato di una discreta portata d’acqua perenne. Esso è caratterizzato da un regime prettamente torrentizio. (Arpa, 2008).

L’apporto di acque dolci di morbida provenienti dai fiumi Tagliamento ed Isonzo nell’ambiente lagunare, attraverso i rispettivi canali di “Bevazzana” e Isonzato, è limitato solo alle fasi di marea decrescente.

Il contributo delle acque dolci incide per il 70-80% sulla laguna di Marano, mentre la laguna di Grado ha caratteristiche significativamente più marine.

L’apporto fluviale di piena è modesto, dal momento che il bacino tributario dei corsi d’acqua è quasi interamente confinato al territorio di risorgiva della Bassa Friulana.

Nella circostanza di grandi eventi meteorologici, le portate del Fiume Stella e del Cormor raggiungono complessivamente i 200 m³/sec.

In termini di volumi totali, può essere considerato significativo anche l’apporto delle 22 idrovore che, in condizioni di media piovosità, recapitano annualmente un volume totale di 200 milioni di m³/anno, pari all’intero volume dell’acqua contenuta nel bacino lagunare al colmo di una marea di 1 metro.

Per quanto riguarda la qualità delle acque, i macrodescrittori chimici e fisici indicati dalla normativa vigente per la classificazione delle acque, con particolare riferimento alla percentuale di saturazione dell’ossigeno, comportano un giudizio di qualità delle acque lagunari “buono”, infatti, non ci sono state segnalazioni di anossie significative dal 2003 al 2005 e la distribuzione dei valori di ossigeno disciolto non ha evidenziato crisi distrofiche.

Al tempo stesso la presenza nei sedimenti di significative quantità di sostanze pericolose, con particolare riferimento al mercurio totale e con contestuale bioaccumulo negli organismi filtratori, in quantità generalmente inferiori a quanto previsto dalle disposizioni sanitarie vigenti a tutela del consumatore, comporta una classificazione di stato ambientale scadente per entrambe le lagune di Marano e Grado.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	275 di 437	00		

Una parte delle lagune di Marano e Grado e dei corsi d'acqua limitrofi, è stata classificata come sito d'interesse nazionale (SIN) per l'elevata concentrazione di sostanze inquinanti presenti (V.parag.1.3.2 /B1).

Il sito e' costituito dalle seguenti aree inquinate: a) specchio lagunare, avente una superficie di circa 1600 ettari compresi i territori barenali; b) area compresa tra le foci dei fiumi Aussa - Corno e il canale di Marano; c) area della Darsena interna e del canale Banduzzi.

1.7.1.3 Il Fiume Isonzo

L'Isonzo, che nasce in Val Trenta (Slovenia) da sorgenti a 935 metri di quota, è uno dei corsi d'acqua più importanti che sfociano nel Golfo di Trieste.

Il fiume Isonzo si estende nel territorio del Friuli Venezia Giulia e della Slovenia: si sviluppa inizialmente nel territorio sloveno per circa 100 chilometri, per entrare in Friuli Venezia Giulia presso Gorizia. Successivamente si dirige verso sud fino a sfociare nel mare Adriatico dopo aver percorso complessivamente 140 km; sbocca in mare attraverso due rami: il principale è chiamato Sdobba, il secondo viene denominato Quarantia.

L'Isonzo ha una superficie di bacino di 3400 km², di cui un terzo circa si trova in territorio italiano, mentre il bacino montano si sviluppa in territorio sloveno. In Italia riguarda una popolazione di 175790 abitanti appartenenti alle province di Udine e Gorizia.

L'Isonzo ha carattere prevalentemente torrentizio con piene autunnali e primaverili, l'ampiezza delle quali è determinata dalle precipitazioni meteorologiche sul bacino nel quale cadono piogge tra le più elevate di tutta la penisola, la piovosità aumenta fortemente spostandosi dalla pianura verso le Alpi Giulie, il regime delle precipitazioni presenta minimi estivi, meno accentuati di quelli invernali, e massimi assoluti generalmente in autunno.

Il fiume riceve le acque da diversi affluenti: in sinistra orografica sono da segnalare l'Idria, il Vipacco mentre, poco prima di Papiriano, riceve le acque del fiume Torre e dopo un percorso abbastanza rettilineo sfocia nella zona occidentale della Baia di Panzano. In corrispondenza della città di Gorizia, confluisce inoltre con il torrente Corno, che pur essendo poco significativo dal punto di vista idrologico è fortemente contaminato dagli scarichi che vi sono riversati. I suoi principali affluenti di destra sono il Coritenza (in territorio sloveno) e il Torre.

Nell'area di foce, a circa 6,5 km da Punta Sdobba, è inoltre presente una chiusa sull'argine sinistro che collega l'Isonzo con il Canale Quarantia, mentre a circa 2 km dalla foce sulla destra orografica si ha la confluenza con il canale artificiale chiamato Isonzato.

Secondo Brambati (1987), l'Isonzo trasporta a mare circa 1.000.000 m³/anno di sedimento di cui circa 4000.000 m³/anno di sabbia. La portata media annua del fiume è valutata in 170 m³/sec. Il 2005 presenta una media annuale bassa (41 m³/sec) paragonabile a quella del 2003, anno particolarmente siccitoso soprattutto nel periodo estivo.

Nel 2005, tuttavia, si rilevano degli incrementi della portata isontina soprattutto in aprile-maggio, in settembre-ottobre e in dicembre; il massimo valore delle medie giornaliere è di 555 m³/sec registrato il 05/12/2005, un altro valore massimo pari a 701 m³/sec si rileva il 06/03/2006; le portate minime, invece, si misurano in febbraio e giugno 2005 e in gennaio-febbraio 2006 (Arpa, 2006).

In Fig.1.104 viene riportata una rappresentazione delle variazioni di portata del Fiume Isonzo negli ultimi anni.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	276	di 437	00	

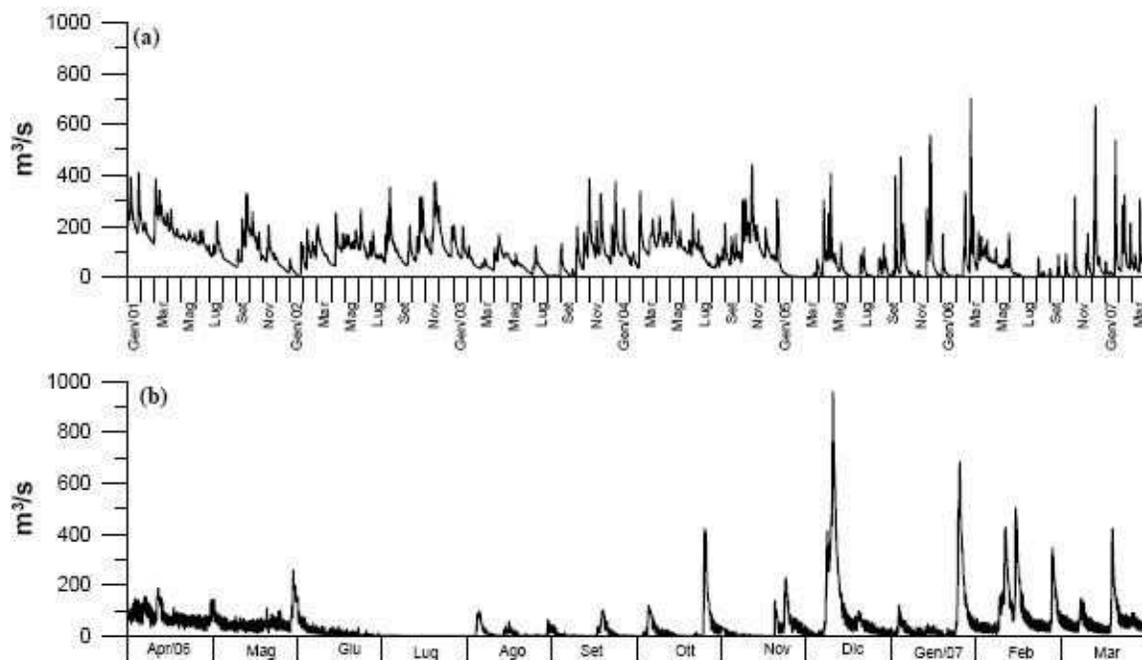


Fig. 1.104 - Serie storica della portata del Fiume Isonzo nel periodo gennaio '01 – marzo '07 (a) media giornaliera e aprile '06 (b, valori orari). Fonte: Regione FVG – U.O. Idrografia di Udine, dati relativi alla stazione idrometrica di Turriaco (GO).

La pianura alluvionale dell'Isonzo, che si presenta nella parte alta e media con prevalenza ghiaiosa, con l'approssimarsi della linea di costa ha una predominanza di argille, limi e sabbie.

La sedimentazione fluviale, proprio sulla linea di costa, viene ad interagire con quella palustre e marina e si osserva che l'azione di lento deposito dei sedimenti dell'Isonzo si alterna con l'azione di erosione delle correnti del mare, determinando una notevole continua evoluzione della linea di costa.

Per quanto riguarda il trasporto solido, fino alla profondità di 1-2 m, ghiaia e sabbia grossolana vengono depositate nelle immediate vicinanze della foce mentre una dispersione maggiore concerne le sabbie medie e fini. Questi sedimenti, alla foce dell'Isonzo, vengono dispersi con netta prevalenza del trasporto verso ovest. (Allegato 21 Volume 3 di 5)

A nord della foce la dispersione delle sabbie avviene verso NNE, mescolandosi con quelle provenienti dal rimaneggiamento delle sabbie provenienti dalla vecchia foce della Quarantia dove sono stati registrati sedimenti con una percentuale di sabbia fino al 100%, che sono da intendersi come sabbie residuali.

La dispersione dei sedimenti via via più fini, avviene in maniera concentrica alla foce del fiume: limi e argille vengono trasportati fino all'imboccatura del porto, le peliti vengono trasportate in sospensione in tutta la Baia di Panzano fino ad Aurisina, come risulta evidente dall'intorbidamento delle acque in occasione delle piene del fiume Isonzo (Fig. 1.105).

Le peliti, che raggiungono percentuali di argilla superiori al 50 %, occupano costantemente i fondali con profondità superiori agli 8 m.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	277 di 437	00	

Delle antiche paludi isontine, rimane qualche area relitta come la zona estuariale compresa fra Punta Sdobba e il Canale Quarantia. In quest'area vi è Isola della Cona e la valle Cavanata situata fra la Laguna di Grado e la foce dell'Isonzo.

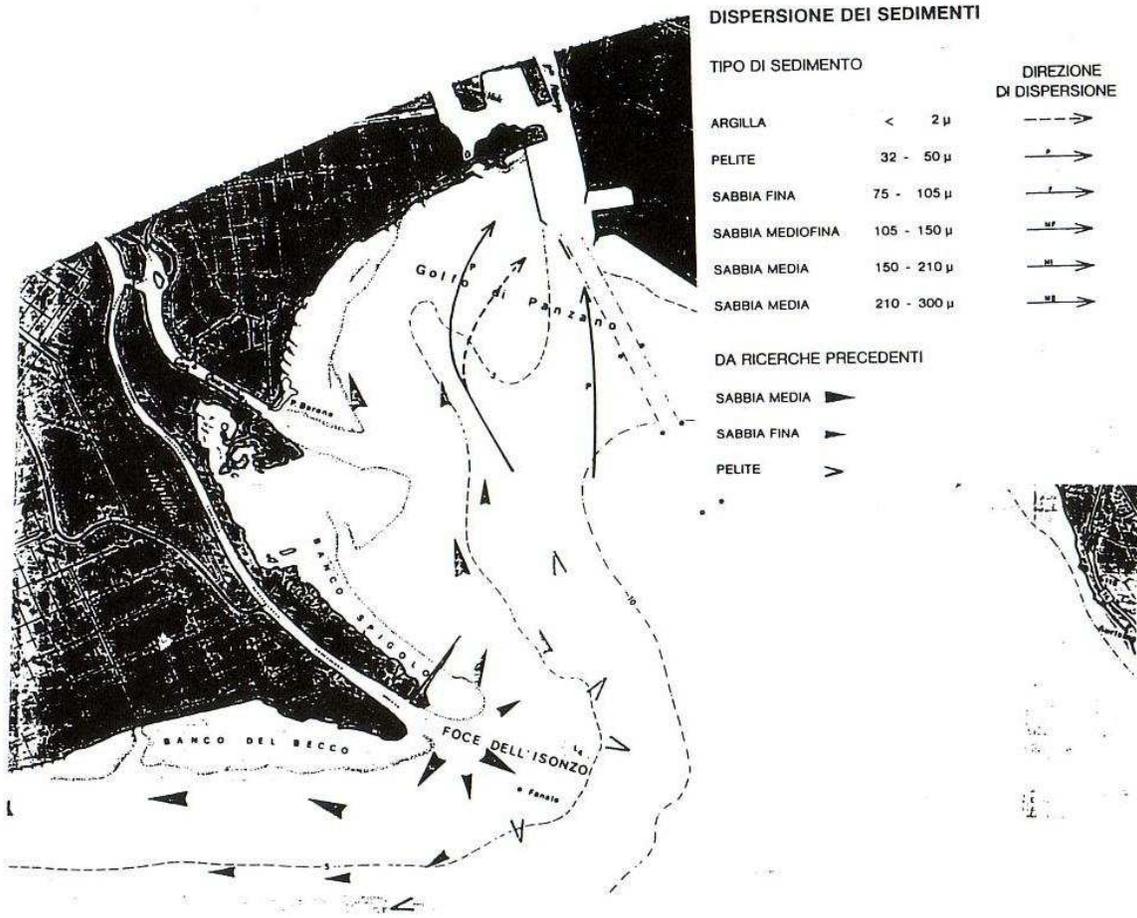


Fig. 1.105 - Direzioni di dispersione dei sedimenti (Brambati, 1987)

La qualità delle acque dell'Isonzo dipende in massima parte dagli scarichi urbani ed industriali che il fiume riceve durante il suo percorso (parag.1.3.2).

Per tutta la sua lunghezza lo stato ecologico dell'Isonzo può essere definito buono (valore SECA: 2):

1. Gorizia - confine di Stato: buono
2. S. Canzian d'Isonzo – Pieris: buono
3. Gorizia - loc. Boschetta: buono
4. Farra - SS 351: buono

Può essere definito buono anche come livello di inquinamento da "macrodescrittori" (valore LIM: 2).

Dal punto di vista della qualità delle acque (indice IBE: indice biotico esteso), il giudizio non è pienamente soddisfacente, anche se con variazioni lungo il percorso: all'ingresso in

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 278 di 437		Rev.: 00	

Italia il livello più alto: 1 (non inquinato, o comunque non alterato in modo sensibile); a San Canzian d'Isonzo e a Gorizia: 2 (ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione); a Farra d'Isonzo il valore più basso rilevato: 2/3 (ambiente tra il moderatamente inquinato e il molto inquinato o comunque con sintomi di alterazione o alterato).

Per ciò che riguarda la presenza di metalli pesanti (parag.1.4.6), dati del 1996 rilevano nella colonna d'acqua valori nella norma per zinco (Zn), rame (Cu), cadmio (Cd), mentre per il piombo (Pb) si avevano valori superiori alla media soprattutto in corrispondenza delle foci del Timavo e del Canale di Quarantia. Sempre alla foce del Canale Quarantia si registrava un'alta concentrazione di idrocarburi alifatici, mentre gli idrocarburi aromatici (i più abbondanti sono il pirene ed il fluorantene) che mostrano valori molto bassi.

Nella zona compresa tra Monfalcone e S. Giovanni di Duino, riaffiora tutto un complesso di acque legate a diverse alimentazioni, tra cui il Timavo superiore, il bacino del Carso, il Vipacco e l'Isonzo. Sembra che esistano delle variazioni temporali negli apporti a seconda delle condizioni di piena del sistema Carso-Timavo o Isonzo-Vipacco.

Nel '92 si assisteva ad una situazione critica dovuta al problema delle fognature di Monfalcone, che ha determinato ripercussioni negative sulle zone del litorale di Marina Nova, Marina Julia e Staranzano, per i divieti di balneazione che ne sono scaturiti.

1.7.1.4 *Il Fiume Timavo*

E' caratterizzato da un lungo percorso sotterraneo in aree carsiche. Il bacino idrografico si sviluppa in territorio sloveno ed il corso d'acqua, dopo un percorso superficiale di circa 35 km, si immerge nella grotta di San Canziano (Slovenia) per riaffiorare, dopo un percorso sotterraneo di circa 40 km, in località San Giovanni del Timavo, in Comune di Duino Aurisina.

L'acqua di immagazzinamento del Timavo proviene da un sistema idrico sotterraneo con profondità maggiore di 80 m.

Il fiume trasporta al mare quantità ridottissime di sedimenti pelitici che vengono dispersi in una stretta zona a ridosso della costa tra Monfalcone e Duino.

Procedendo verso Aurisina, alla base delle coste calcaree e flyschoidi, le ghiaie e sabbie presenti fino alla profondità di circa 6 -7 m, sono originate dall'erosione delle scogliere adiacenti.

La qualità delle acque del Timavo dipende in massima parte dagli scarichi urbani e soprattutto industriali che il fiume riceve durante il suo percorso in territorio sloveno. Secondo la classificazione dei corsi d'acqua in base al D.Lgs. 152/99, la qualità delle acque del Timavo è considerata "buona".

1.7.1.5 *Qualità delle acque dolci nel Golfo di Trieste ed elementi di criticità (dati ARPA)*

Lo stato qualitativo delle acque dolci superficiali risulta complessivamente buono e non si rilevano fenomeni di inquinamento rilevanti con l'eccezione del fiume Tagliamento nel tratto immediatamente a valle di Tolmezzo.

L'analisi dei valori medi dell'indice trofico testimoniano uno stato qualitativo "Buono/Elevato" per le acque marino costiere regionali e in generale condizioni ambientali con acque scarsamente produttive (Arpa, 2006).

La definizione dello stato qualitativo della Laguna di Marano e di Grado ha evidenziato condizioni di ipertrofia nelle aree antistanti le foci fluviali con un decremento delle concentrazioni di nitrati e fosfati in direzione delle bocche di porto lagunari. Si evidenzia

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	279 di 437	00			

peraltro la significativa presenza nei sedimenti di una sostanza pericolosa quale il mercurio. La ricerca effettuata dalle autorità sanitarie sui fattori di trasferimento del mercurio all'uomo evidenzia una condizione di contaminazione significativamente inferiore alla soglia di rischio.

Le acque marino-costiere presentano uno stato di qualità generalmente buono o elevato, mentre le acque sotterranee presentano un trend generalizzato verso valori peggiorativi della concentrazione di nitrati, in particolare in alcuni Comuni situati sulla linea delle risorgive in provincia di Udine e nell'alta pianura pordenonese. La situazione delle acque sotterranee è influenzata dal rilevamento di erbicidi. La presenza di questi residui fitosanitari derivanti dalle pratiche agricole condiziona, in generale, la classificazione delle acque sotterranee, assegnando alla classe qualitativa “scadente” una parte delle acque monitorate.

Nitrati

Da quanto indicato dal rapporto della commissione europea del 2000, per il passaggio dei nitrati dal suolo alle acque sotterranee intercorrono 2-3 anni per le acque superficiali in suoli sabbiosi e 10-40 anni per le acque profonde in suoli calcarei.

La presenza dei nitrati nelle acque superficiali del Friuli Venezia Giulia sembra significativamente influenzata dalla provenienza da acque di risorgiva (> 10 mg/litro) provenienti dalla falda freatica, dove per lo più avviene l'arricchimento in nitrati.

Il fenomeno assume particolare significato nell'area pordenonese dove le acque del fiume Noncello vengono arricchite in azoto nitrico fino a concentrazioni di 19 mg/l e per le acque di risorgiva che alimentano i fiumi Stella, Turgnano, Cormor, Zellina, Aussa Corno, Natissa e che caratterizzano, accanto agli apporti meteorici recapitanti attraverso le idrovore, il bacino scolante delle lagune di Marano e di Grado.

L'apporto di nitrati da parte dei fiumi di risorgive condiziona l'intera laguna di Marano e Grado (ed i loro sottobacini) e dell'arco marino costiero prospiciente la laguna stessa.

Significativa appare inoltre la differenza tra l'areale del Golfo di Trieste, dove le concentrazioni medie di azoto nitrico del periodo 2000-2005 (Fig 1.106), appaiono influenzate solo in parte dagli apporti dell'Isonzo e l'areale marino-costiero compreso tra Grado e Lignano che risulta condizionato dall'apporto proveniente dalle lagune attraverso le bocche di porto di Grado, Buso, S.Andrea e Lignano (vedi figura 1.106).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 280 di 437	Rev.:			
		00			

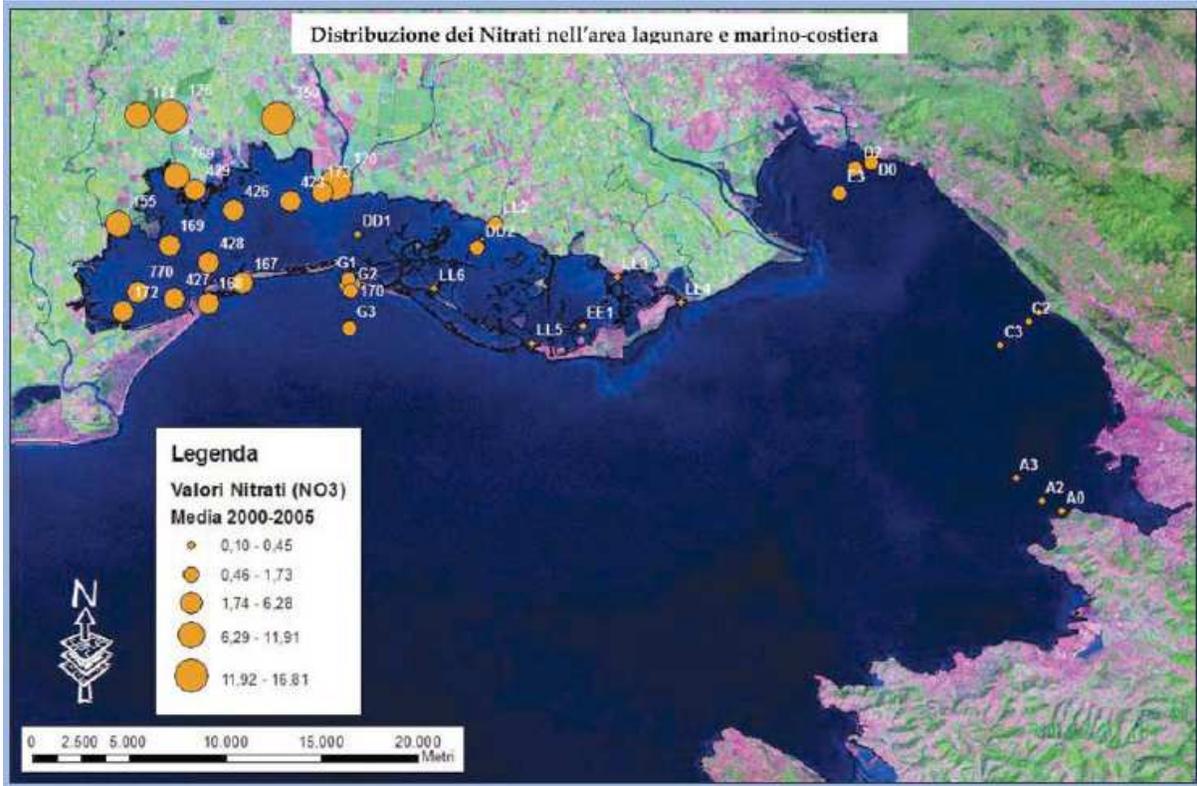


Fig. 1.106 - Concentrazioni medie di azoto.(ARPA VGF)

Di seguito vengono riportati di valori medi annuali dei nitrati presenti nelle acque superficiali dei maggiori corsi d'acqua aggiornati al 2005 rilevati dall'Arpa della Regione Friuli Venezia Giulia (Tab. 1.29).

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	281	di 437	00			

Protezione delle acque superficiali dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole
NEI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA di NITRATI (mg/l NO₃) in ACQUE SUPERFICIALI								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	media
UDINE								
TAGLIAMENTO	sorgente	2.0	1.8	1.8	1.7	2.1	1.8	1.9
	ponte Avons	2.6	2.7	2.5	2.3	2.7	2.5	2.6
	Amaro	2.6	2.7	2.4	2.3	3.0	2.4	2.6
	Ospedaletto	2.8	3.0	2.7	2.6	3.2	3.1	2.9
	Pinzano	3.2	3.6	3.3	2.9	3.6	3.1	3.3
	Madrisio	5.8	4.7	5.0	5.7	7.0	6.5	5.8
	Latisana	5.9	5.9	5.7	6.2	7.2	6.7	6.3
BUT	Caneva	3.0	2.5	2.5	2.2	2.5	2.4	2.5
FELLA	Stazione Carnia	2.5	2.5	2.3	2.6	2.6	3.2	2.6
VENZONASSA	Venezzone		2.9	2.6	2.7	3.0	3.1	2.9
TORRE	Nimis		3.6	4.1	3.6	4.5	5.8	4.3
NATISONE	Stupizza	2.6	3.2	3.4	3.5	3.3	3.8	3.3
	Cividale	4.6	3.6	4.3	4.1	4.5	5.1	4.4
	Premariacco	4.8	3.9	4.7	4.6	4.6	5.2	4.6
CORMOR	Castions	14.7	19.8	15.5	16.0	14.5	19.1	16.6
	foce	7.8	16.6	13.4	15.4	15.6	14.6	13.9
STELLA	Sterpo	18.4	20.6	19.3	18.7	22.5	18.5	19.7
	Ariis	12.1	12.3	11.8	10.8	14.8	12.3	12.4
	Precenicco					14.2	13.4	13.8
	foce	6.6	13.4	12.6	12.0	13.4	12.9	11.8
TURGNANO	foce			9.9	10.2	10.7	11.1	10.5
ZELLINA	Carlino				20.0	24.0	19.3	21.1
	foce			15.5	15.3	15.8	18.5	16.3
AUSA CORNO	foce	10.8	20.8	13.8	17.5	19.1	18.2	16.7
GORIZIA		2000	2001	2002	2003	2004	2005	media
ISONZO	entrata in Italia	2.5	3.0	4.0	3.3	3.7	3.5	3.3
	Gorizia		3.0	4.3	3.2	3.8	3.8	3.6
	Farra d'Isonzo		3.0	4.4	4.5	3.9	3.8	3.9
	Pieris	4.1	5.1	8.8	13.2	8.6	5.9	7.6
VIPACCO	Savogna d'Isonzo	5.4	5.8	7.8	6.2	8.7	7.0	6.8
TRIESTE		2000	2001	2002	2003	2004	2005	media
TIMAVO	Randaccio	7.0	6.1	7.3	7.1	7.7	8.1	7.2
ROSANDRA	O - Bottazzo	5.2	3.7	5.5	7.3	6.2	5.6	5.6
	E - allevamento	3.9	2.9	4.1		6.2	5.5	4.5
	U - salto artificiale	5.4	4.0	5.1		6.8	6.6	5.6
	SIOT	7.7	6.8	7.3	6.2	10.3	9.7	8.0
OSPO	vicino confine	4.4	4.1	6.5	5.7	6.7	5.1	5.4
PORDENONE		2000	2001	2002	2003	2004	2005	media
LIVENZA	Caneva Longon	4.2	4.3	5.5	5.4	5.5	5.4	5.1
	Sacile Schiavoi	7.4	8.6	7.4	8.0	8.3	8.4	8.0
	Pasiano Traffe	9.3	10.2	10.3	11.5	9.6	11.1	10.3
NONCELLO	PN seminario				19.4	19.1	19.1	19.2
CELLINA	Barcis	2.8	2.4	3.6	2.5	2.6	2.6	2.8
MEDUNA	Cavasso Nuovo	4.3	3.4	4.1	3.0	3.8	3.9	3.8

Tab. 1.29 - Valori medi nitrati. (ARPA FVG)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 282 di 437	Rev.: 00			

1.7.1.6 *Idrogeologia*

Data la particolare posizione dell'area presa in esame, che è posta al contatto fra un massiccio carbonatico interessato da fenomeni carsici ed un'area che presenta le caratteristiche idrogeologiche tipiche di una pianura alluvionale, l'analisi delle modalità di circolazione delle acque nel sottosuolo si presenta piuttosto complessa, date anche le interrelazioni esistenti tra le acque dolci continentali e la acque saline marine.

Il complesso carsico si presenta privo di un reticolo idrografico superficiale, dal momento che le acque meteoriche vengono drenate in profondità, muovendosi lungo le linee di fratturazione sia primaria che secondaria caratterizzati dalla massa rocciosa.

Le acque meteoriche ricche di CO₂ e quindi aggressive nei confronti del CaCO₃, provocano la dissoluzione del carbonato di calcio muovendosi nelle fratture, causando l'ulteriore apertura delle stesse, fatto che presiede alla genesi delle fratture carsiche.

Il contatto tra il massiccio calcareo, caratterizzato da elevatissima permeabilità per fratturazione, ed i sedimenti alluvionali limosi-argillosi, aventi una permeabilità inferiore di alcuni ordini di grandezza, determina la venuta a giorno di ingenti quantità di acqua (circa 35 m³/sec) alla base dei rilievi calcarei. Questa si raccoglie dando origine ad alcuni corsi d'acqua che, data la ridotta distanza risorgiva-mare, si sviluppano per poche centinaia di metri non raggiungendo portate notevoli.

La struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla coesistenza di due complessi acquiferi intercomunicanti: quello alluvionale e quello carsico.

Riguardo a quest'ultimo, la circolazione avviene nelle fessure e nelle fratture primarie e secondarie, ampliate dalle azioni meccaniche e soprattutto chimiche che le acque svolgono.

La circolazione idrica ipogea raggiunge una profondità di circa 100 m sotto il livello del mare e dà luogo a numerose sorgenti, presenti soprattutto nella zona orientale del territorio monfalconese.

L'acquifero alluvionale del fiume Tagliamento

Gli studi e le indagini di campagna attuate dal Servizio dell'idraulica della Direzione Regionale dell'Ambiente hanno evidenziato il notevole contributo apportato dal Tagliamento all'alimentazione idrica della falda freatica regionale. Il fiume Tagliamento ha delle dispersioni che rappresentano la principale alimentazione degli acquiferi dei depositi alluvionali dell'alta e media pianura friulana, ampiamente utilizzati per usi diversi.

Contributi determinanti seppur di minore entità sono dati dai sistemi idrografici dei fiumi Isonzo e Livenza, entrambi questi bacini interessano il territorio regionale soltanto parzialmente.

Profondo anche diverse centinaia di metri, tale acquifero è composto da sedimenti fluvio-glaciali ad alta permeabilità.

Verso sud questi sedimenti si alternano a depositi marini di sabbia e argilla che ne riducono la permeabilità e che sono all'origine del fenomeno delle risorgive.

La fascia delle risorgive può essere suddivisa in due sistemi distinti. Il primo occupa la zona ad ovest del Tagliamento, viene alimentato soprattutto dalle acque del Meduna e del Cellina ed è caratterizzato da una serie di sorgenti piccole e disseminate sul territorio che nelle zone a maggiore concentrazione danno origine ad alcuni piccoli laghi, quali ad esempio quelli di Burrida e di Guarnieri.

Le risorgive poste in sinistra Tagliamento viceversa sono rifornite prevalentemente dalle infiltrazioni dello stesso Tagliamento, dell'Isonzo e di altri corsi nel materasso alluvionale

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 283 di 437	Rev.:	

ghiaioso della pianura oltre che da acque provenienti dall'anfiteatro morenico del Tagliamento.

Le acque delle sorgenti vengono raccolte principalmente dai fiumi Stella e Torsa e più a valle vengono drenate da numerosi canali di bonifica (Arpa, 2008).

Fiumi di risorgiva come lo Stella derivano di fatto dalle proprie acque e da quelle del Tagliamento, pur non mostrando apparentemente alcuna relazione visibile in superficie con lo stesso (Toniutti e Ludovici, 2002).

Alla foce del Tagliamento sono stati individuati diversi acquiferi geotermici, fra i quali: un acquifero profondo entro i calcari (< 720 m), con una temperatura di circa 65 °C, rilevato durante la perforazione del pozzo di esplorazione Cesarolo 1 (AGIP, 1972), e una serie di altri acquiferi idrotermali ad acqua dolce con una temperatura fino a circa 50 °C, la cui presenza è stata più volte confermata da numerosi pozzi d'acqua, perforati a profondità variabili dai 250 m ai 600 m all'interno delle formazioni Quaternarie, Plioceniche e Tardo Mioceniche (Della Vedova, 2001).

I dati geofisici (gravimetrici, magnetometrici e sismici) e le stratigrafie dei pozzi profondi e per acqua, individuano nella zona costiera un importante alto strutturale della Piattaforma Carbonatica Mesozoica ad una profondità di circa 700-750 m, costituito, nella parte alta, dai carbonati Mesozoici di scogliera. Nel complesso i carbonati possono raggiungere i 6 km di spessore.

Fiume Isonzo

Di particolare importanza è la conoscenza delle caratteristiche delle falde interne al materasso alluvionale formato dalle divagazioni post-wurmiane dell'Isonzo.

La pianura isontina, formata dalle alluvioni dell'Isonzo e di corsi d'acqua minori, presenta una generale diminuzione della granulometria dei materiali depositi dal monte verso valle per la riduzione della capacità di trasporto. In tal modo a monte (Alta Pianura) prevalgono i sedimenti grossolani più permeabili e, verso valle (Bassa Pianura), quelli più fini meno permeabili.

L'alta e la bassa pianura sono separate dalla linea delle risorgive che presenta un andamento NW.SE. Lungo tale linea affiorano le acque freatiche dell'alta pianura che si innalzano progressivamente verso valle per la riduzione di permeabilità del mezzo filtrante dovuta alla accentuata diminuzione delle dimensioni dei sedimenti alluvionali presenti. L'affioramento delle acque freatiche è anche favorito dalla presenza di orizzonti argillosi scarsamente permeabili che costituiscono il letto su cui le acque freatiche si muovevano.

Dalle risorgive traggono origine numerosi corsi d'acqua che si caratterizzano per un minor trasporto solido e quindi per una maggiore capacità erosiva rispetto ai cosiddetti fiumi montani.

L'alimentazione della falda freatica che caratterizza l'isontino è complessa, essendo attribuibile in parte alle precipitazioni piovose, in parte agli apporti dei versanti carsici ed in parte alle perdite del subalveo dell'Isonzo, stimate in 15 m³/s nel tratto compreso tra Gorizia e Sagrado.

La costituzione granulometrica e la struttura della pianura alluvionale conferiscono ai depositi una permeabilità per porosità che consente alle acque sotterranee di circolare con facilità nel sottosuolo in modo da creare un acquifero freatico molto ricco.

Trattandosi di depositi tipicamente eterogenei si riscontrano frequenti variazioni granulometriche sia orizzontali che verticali. Ciò determina la giustapposizione di lenti allungate nel senso della corrente originale e la circolazione per falde sovrapposte con deflusso preferenziale dei litotipi a maggiore permeabilità relativa. Tale struttura viene comunque considerata come un'unica unità acquifera.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 284 di 437		Rev.: 00	

Le velocità di deflusso sono state stimate in circa 4 m/h tra Pieris e Dobbia e in meno di 1 m/h nei pressi della zona aeroportuale.

A valle della linea delle risorgive, la presenza nel sottosuolo di lenti di depositi a differente permeabilità crea più acquiferi sovrapposti confinati superiormente e inferiormente da orizzonti argillosi

Acquifero carsico

Le acque contenute nell'acquifero carsico vengono a giorno in maniera articolata in una vasta area a Nord ed ad Est dell'abitato di Monfalcone (Gorizia).

La zona sorgentifera, nel suo complesso, consiste quindi in un'area di circa 20 km², grossomodo rettangolare, allungata in direzione NW-SE per circa 6 km e NE-SW per meno di 4 km.

Essa comprende, dal punto di vista idrologico i laghi di Doberdò, Pietrarossa e Sablici, le sorgenti del Lisert e di Moschenizza, le risorgive del Timavo e le sorgenti della costa fra il Villaggio del Pescatore e Duino (Boegan, 1938).

È caratterizzata, dal punto di vista morfologico, da tozzi rilievi elevantisi di alcune decine o centinaia di metri costituiti da rocce carbonatiche di età Cretacico superiore, da mediamente a molto carsificabili ed esposte agli agenti atmosferici sicuramente già nel Pliocene.

Nel sottosuolo del comune di Monfalcone, per quanto riguarda la situazione freatica, è presente una falda circolante nel materiale alluvionale prevalentemente entro i depositi ghiaiosi-sabbiosi a permeabilità medio-alta.

Questa falda è alimentata principalmente dalle dispersioni del fiume Isonzo, si muove in direzione nord-sud fino ad emergere lungo la linea delle risorgive in località Schiavetti-Brancolo.

Tale situazione può essere localmente complicata dalla presenza di lenti a granulometria minore (limi e argille) e con permeabilità ridotta, che determinano una ulteriore suddivisione della falda in filoni di minore entità.

L'adiacente zona del Lisert si colloca al passaggio tra due grandi sistemi idrologici rappresentati dal sistema carsico all'interno del massiccio carbonatico e dal sistema legato agli scorrimenti sotterranei del materasso alluvionale quaternario (Fig. 1.107).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 285 di 437	Rev.: 00
--	-----------------------------	--------------------

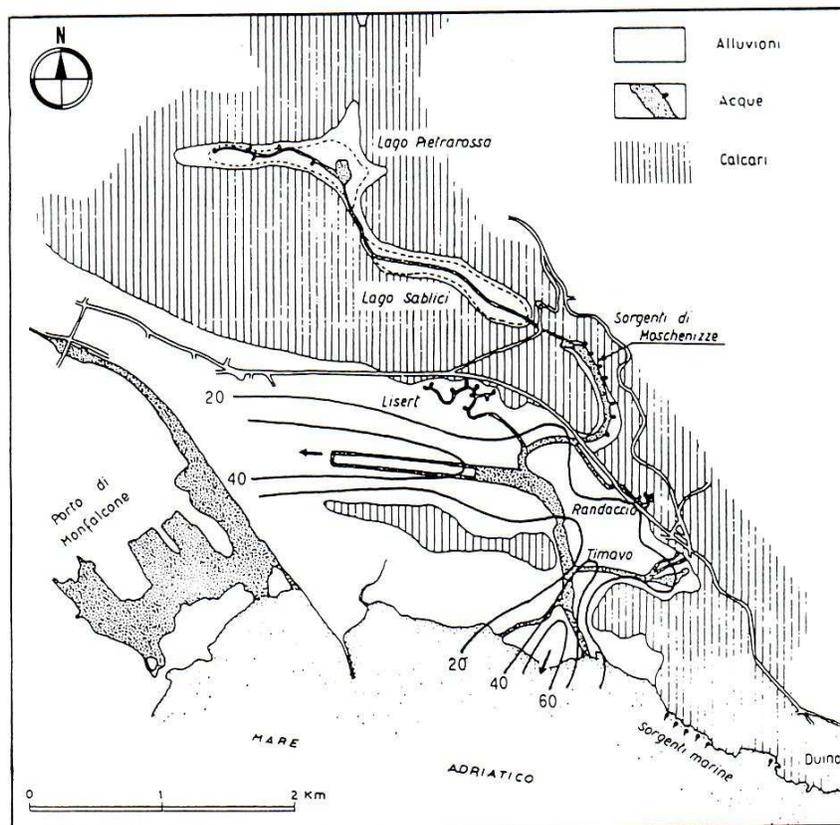


Fig. 1.107 - Situazione idrogeologica tra Monfalcone e Duino – (Morsetti, 1989)

Lungo le ultime propaggini carsiche che delimitano l'area a nord, non sono presenti linee di deflusso superficiale delle acque meteoriche, che penetrano nel sottosuolo grazie alle caratteristiche di permeabilità per fratturazione della massa rocciosa. Fanno eccezione i limitati e temporanei fenomeni di ruscellamento superficiale che si verificano in concomitanza di forti eventi piovosi.

La circolazione idrica sotterranea all'interno della compagine carbonatica va inoltre ad interagire con la falda idrica presente nel materasso alluvionale della piana isontina, a distanze variabili dal piede dei rilievi, dando luogo per differenza di permeabilità a numerosi fenomeni di risorgiva (Fig. 1.108) lungo la linea delle risorgive Moschenizza-Lisert.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	286 di 437	00	

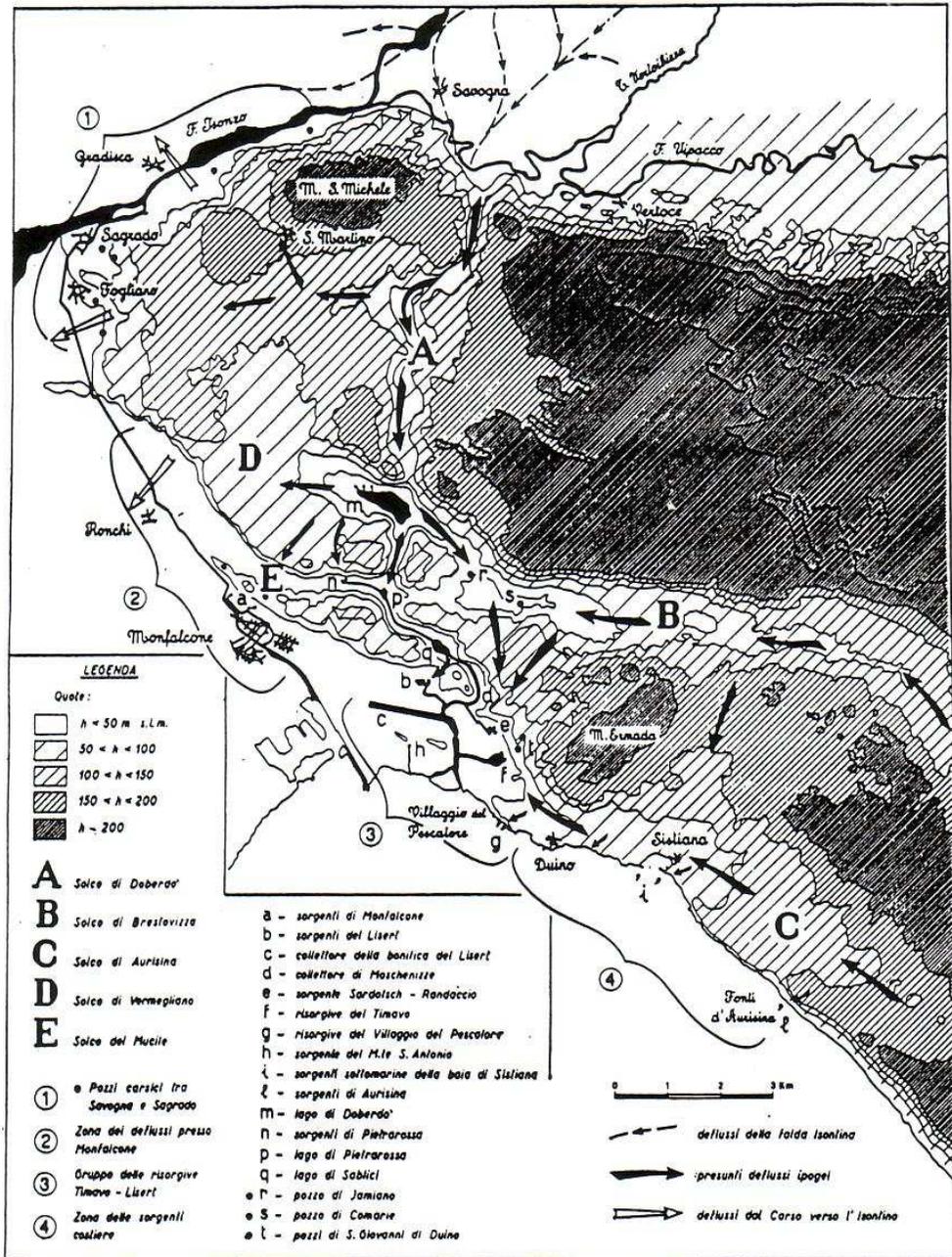


Fig. 1.108 - Schema orografico e linee di deflusso ipogeo nel Carso occidentale - (Morsetti & D'Ambrosi, 1963)

I principali corsi d'acqua, che traggono origine da tali quote idriche, sono le sorgenti di Moschenizza, il canale Tavolini, il Canale Locavaz ed il tratto finale del Fiume Timavo. Il loro contributo in termini di portata risulta contenuto dato il breve tragitto che devono compiere prima di arrivare al mare.

Le numerose opere di bonifica effettuate in Zona Lisert hanno riportato al quasi totale recupero delle estese aree paludose: il Canale Est-Ovest, opera artificiale che funse da

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 287 di 437		Rev.: 00	

cava di prestito per i lavori di bonifica dei terreni circostanti, ora raccoglie le acque del Locavaz e quelle di raffreddamento della vicina Centrale Enel.

La falda freatica posta nei tipi litologici più permeabili, cioè nei livelli a sabbia e ghiaie prevalenti, ha direzione di scorrimento sostanziale nord-sud, perpendicolare alle curve isofreatiche. Locali eterotrofie laterali possono influenzare in modo determinante sia la direzione di scorrimento della falda che la sua altezza sul livello medio mare.

I rilievi carsici contribuiscono con un notevole apporto, sia dalle sorgenti ai piedi del calcare affiorante più a nord, sia dall'abitato di Monfalcone, ad alimentare per circolazione ipogea il materasso alluvionale del Lisert. Infine è stata verificata l'infiltrazione a varia profondità di acqua marina. (Snam, 1996)

Fiume Timavo

L'area di San Giovanni al Timavo, ove vengono alla luce da vari punti le acque ipogee del fiume Timavo, ha caratteristiche geologiche particolari che nel tempo hanno favorito la localizzazione e la genesi del complesso ipogeo delle risorgive (Cucchi, 1994).

Nel complesso, il regime idrogeologico presenta basse escursioni delle falde sotterranee superficiali e profonde con esistenza anisotropa di fenomeni di artesianesimo e/o semiartesianesimo dovuti al fatto che dal punto di vista strettamente deposizionale ci si trova in una zona dove le sedimentazioni alluvionale e marine (permeabilità differenti) si sono interdigitate frequentemente.

Nel sottosuolo è stata riscontrata infiltrazione a varie profondità di acqua marina, ma non vanno dimenticati gli apporti idrici dell'altopiano carsico posto immediatamente a nord dell'area in esame e delle perdite sub-alveo del Fiume Isonzo.

1.7.2 Uso del suolo nelle aree di approdo

La carta dell'uso del suolo è stata elaborata per fornire un quadro di riferimento territoriale per le aree di approdo della condotta. L'area cartografata è stata più ampia dell'area di progetto in modo da tener conto dei riflessi che eventualmente si potrebbero avere sulle aree circostanti una volta che la condotta verrà interrata.

Come base si è utilizzata la Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 (Allegato 16 Volume 3 di 5).

1.7.2.1 *Approdo di Zaule (Trieste)*

L'area in cui verrà costruito l'approdo si trova all'interno dell'area portuale in una zona in cui si ha un terreno incolto privo di costruzioni ai piedi di un rilevato collinare. La zona circostante questo terreno è stata completamente modificata dalle infrastrutture portuali, da una rete di strade secondarie di servizio e più a monte da una strada a scorrimento veloce. Inoltre in zone poco distanti sono presenti aree con servizi pubblici e privati, zone abbandonate, zone con insediamenti sparsi con presenza di particelle coltivate.

1.7.2.2 *Approdo di Golameto (Grado)*

Andando dal mare verso l'interno l'area di approdo è costituita da una spiaggia in erosione difesa da massi in calcestruzzo che confina da un terreno seminativo ricavato dalla bonifica della zona palustre che un tempo si estendeva da Grado alla foce dell'Isonzo. In questa zona le colture a seminativo hanno una notevole estensione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	288 di 437	00			

1.7.3 Vegetazione

1.7.3.1 *Approdo di Zaule (Trieste)*

Nella zona dell'approdo è presente una vegetazione residuale profondamente rimaneggiata sia lungo la spiaggia in cui sopravvivono piccole areole di specie alofite e psammofile sia nella fascia più interna in cui permangono alcuni gruppi di specie arboree frammiste a specie arbustive caratteristiche di una vegetazione sinantropica e ruderale. Non sono presenti specie di interesse biogeografico né di interesse comunitario.

1.7.3.2 *Approdo di Golameto (Grado)*

Lungo la spiaggia vi è una rada vegetazione costituita da specie alofile mentre nelle zone a seminativo la vegetazione naturale prevalentemente erbacea è l'espressione della forte influenza delle pratiche agricole per cui sono presenti solo specie a prevalenza di graminacee considerate infestanti dagli agricoltori.

1.7.4 Fauna

1.7.4.1 *Approdo di Zaule (Trieste)*

Poiché gli habitat sono fortemente degradati e impoveriti a livello di specie floristiche anche la fauna è rappresentata da poche specie ubiquitarie adattate a questi ambienti profondamente rimaneggiati.

A livello di mammiferi sono presenti alcune specie di micromammiferi e probabilmente qualche mustelide.

Per quanto riguarda gli Uccelli le specie sono più numerose e comprendono Laridi, Corvidi, Columbidi e Passeriformi.

Fra i Rettili si possono considerare alcuni lacertidi e ofidi come il biacco.

1.7.4.2 *Approdo di Golameto (Grado)*

In questa zona la situazione faunistica è nettamente migliore in quanto il disturbo antropico è più contenuto e, fatto molto importante, la sua posizione geografica, incuneata fra due aree protette di grande valore biogeografico come l'isola della Cona, situata nei pressi della foce dell'Isonzo e la valle Canavata ubicata tra la laguna di Grado e Fossalon, contribuisce a fare di quest'area una zona di transito per numerose specie di Uccelli e Mammiferi.

1.8 Aree protette marine e costiere

Le aree naturali protette presenti nelle vicinanze del tracciato in progetto sono state cartografate in Allegato 28 (Volume 3 di 5).

1.8.1 Parchi e Riserve Naturali

I parchi e le riserve naturali sono aree protette ai sensi della Legge n. 394/1991, individuate al fine di tutelare i più elevati valori naturalistici delle diverse componenti ambientali e del territorio regionale (Art. 3 Legge regionale n. 42/1996 e artt. 41-52; art.13 Legge regionale n. 13/1998).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 289 di 437	Rev.: 00	

In tali aree vengono incluse anche le eventuali “aree contigue” al parco o riserva (art. 37 Legge regionale n. 42/1996).

In questa categoria sono stati istituiti: il parco naturale regionale delle Dolomiti Friulane, e quello delle Prealpi Giulie; le riserve naturali regionali del Lago di Cornino, della Valle Canal Novo, delle Foci dello Stella, della Valle Cavanata, della Foce dell’Isonzo, dei Laghi di Doberdò e Pietrarossa, delle Falesie di Duino, del Monte Lanaro, del Monte Orsario, della Val Rosandra e della Forra del torrente Cellina.

Per il presente studio vengono prese in considerazione esclusivamente la Riserva Naturale della Foce dell’Isonzo e quella della Valle Cavanata.

Un sottocapitolo a parte viene riservato per la Riserva Marina di Miramare e per altri siti di interesse naturalistico della Regione (Allegato 28 Volume 3 di 5).

1.8.1.1 La Riserva Naturale Regionale della Foce dell’isonzo

La Riserva è inclusa nei Comuni di Staranzano, San Canzian d’Isonzo, Grado e Fiumicello, è in gran parte inclusa nel territorio del SIC omonimo. Ha un’estensione di 2,338 ha (di cui 1,154 a mare) ed è stata istituita con LR No. 42 del 30 Settembre 1996.



Fig. 1.109 - Riserva Naturale Regionale “Foce del Fiume Isonzo”

L'area protetta ha il suo nucleo principale terrestre in località Cona, nel Comune di Staranzano, la cosiddetta "Isola della Cona", che è circondata dal mare, dallo stesso fiume Isonzo e dal Canale Quarantia (che ha rappresentato la foce principale del fiume nel

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio	Rev.:				
08807-ENV-RE-000-001	290 di 437	00				

periodo tra il 1895 ed il 1935); è oggi collegata alla terraferma attraverso una diga che consente un agevole accesso.

L'Isola della Cona è il cuore della Riserva, un'area di circa 2400 ettari ed è situata lungo gli ultimi 15 km del corso dell'Isonzo, che nasce sulle Alpi Giulie, in Slovenia e, dopo un percorso di circa 140 km, sfocia nel golfo di Trieste, fra Monfalcone e Grado.

L'elevato valore biologico dell'area dipende dalla sua collocazione geografica: si tratta dell'area umida più settentrionale del Mediterraneo, situata in un territorio che segna il confine fisico di separazione fra la costa alta e rocciosa del Carso goriziano e triestino e le coste basse e sabbiose padano-venete, con le ampie spiagge di Grado e Marano; è un tassello della complessa struttura lagunare che, comprendendo anche la laguna di Venezia, termina con il delta del fiume Po.

Nel recente passato l'isola è stata sottoposta, come molte aree circostanti, a parziali opere di prosciugamento e "bonifica" ed è stata adibita dapprima a pascolo, quindi alla coltivazione.

Solo la parte marina, periodicamente sommersa dalle maree e molto paludosa è stata risparmiata dalle trasformazioni e questa circostanza ha consentito di avviare una serie di iniziative di tutela e restauro ambientale.

A seguito di un progetto di massima che risale al 1983, è stata ricreata su un'area bonificata e in parte a suo tempo predisposta per le coltivazioni di una trentina di ettari, oggi denominata "Il Ripristino", una zona palustre, che in parte si prosciuga nei periodi siccitosi. Analoghi interventi sono in corso di attuazione in una porzione di territorio adiacente di circa 20 ettari, dove è anche in corso di allestimento un ampio centro di informazione.

Nel cuore della riserva, compresa una parte della foce culminante con Punta Spigolo, sul lato destro della foce è presente una lingua di terra ricoperta da un fitto canneto, il "Caneo" (Fig. 1.110). Quest'area, piuttosto giovane, è stata creata dagli apporti solidi del fiume Isonzo ed era nel passato la propaggine orientale dell'isola Morosini.

Il Caneo è rimasto pressoché integro nella sua naturalità, caratterizzato dall'acqua dolce dell'Isonzo a nord, e dall'acqua salsa del mare a sud, con i continui apporti solidi del fiume che contribuiscono ad alimentare il grande banco del Becco e all'espansione della barra di foce. Queste caratteristiche influiscono sulla vegetazione che è composta principalmente da fitti canneti lungo il fiume e da associazioni alofile, cioè piante che tollerano la salinità, nella zona a mare.

L'aspetto faunistico è molto interessante per la presenza di un gran numero di uccelli che sono presenti tutto l'anno sia nidificanti che durante i passi stagionali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	291 di 437	00	

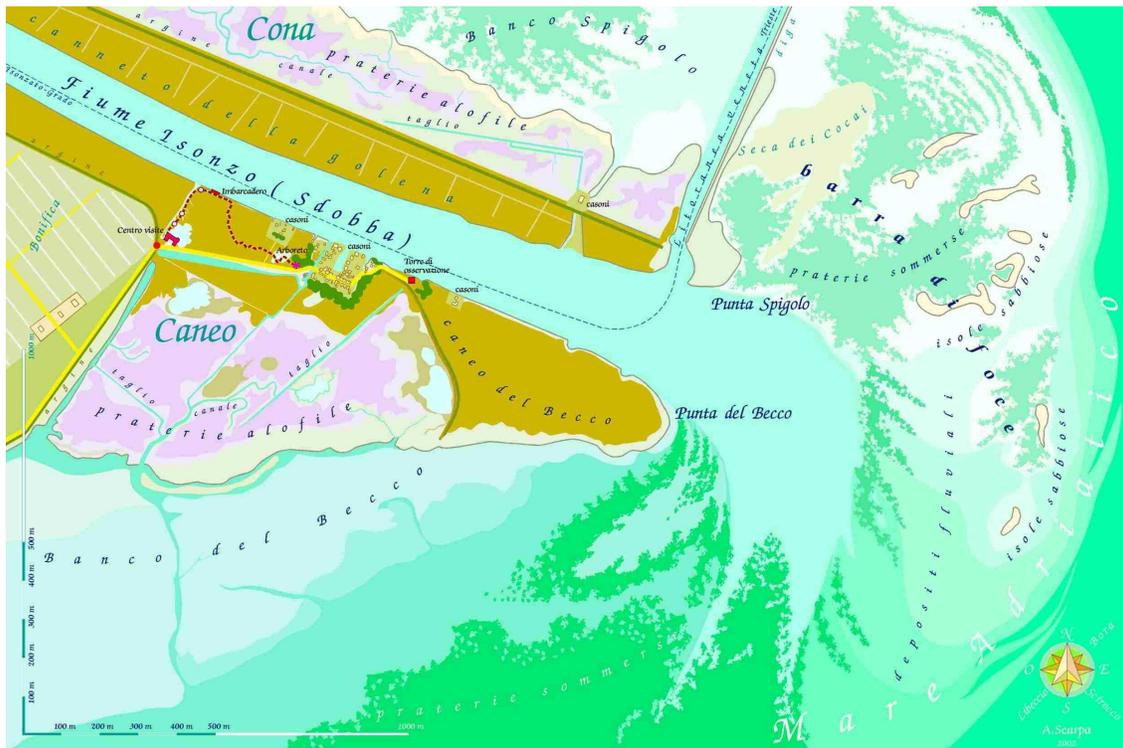


Fig. 1.110 - Riserva Naturale Regionale “Foce del Fiume Isonzo”. (Fonte: Area Naturale Caneo)

La tutela e la conservazione della biodiversità rappresentano la principale finalità dell’area protetta, già a partire dalla individuazione di un primo “Ambito di tutela” (1976 – 78: Piano Urbanistico Regionale).

La biodiversità di un’area è rappresentata dal numero di habitat e di specie vegetali ed animali che vi sono presenti.

Nel caso della Riserva tale numero è eccezionalmente elevato, nonostante le dimensioni relativamente contenute del territorio (2400 ha circa). Spiccano per numerosità gli uccelli, con 313 specie osservate sino ad ora, su circa 550 costituenti il totale per l’Europa.

La flora

- **Bosco planiziale**

Gli interventi di bonifica effettuati nella bassa pianura monfalconese soprattutto fra il 1927 e il 1938 hanno risparmiato solo pochi lembi degli estesi boschi planiziali acquitrinosi che in origine coprivano la zona.

Il cosiddetto Bosco Grande e il Bosco degli Alberoni, seppur rimaneggiati e oggi di modesta estensione, rappresentano i resti di tali ambienti, peculiari sia dal punto di vista vegetazionale che faunistico. Tra gli uccelli infatti vi nidificano alcune specie altrove rare: rapaci diurni e notturni, il Colombaccio, il Picchio muratore, il Torcicollo e, negli ultimi anni, anche il Picchio nero.

Il Bosco Grande, recentemente oggetto di interventi di ampliamento e rinaturazione, è quanto rimane del tratto più orientale dell’antica “Silva lupanica” (la foresta dei lupi) che in epoche remote copriva gran parte della pianura padano - veneta.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	292 di 437	00	

- **Boschi e boscaglie golenali**
 Le golene della Riserva presentano boschi e boscaglie soprattutto nella loro parte settentrionale e in alcuni tratti a sud del ponte sulla strada provinciale Monfalcone Grado.
 Le specie arboree principali sono il Salice bianco, vari pioppi, il Frassino ossifillo, l'Ontano nero e la Robinia.
 Le fasce marginali sono densamente ricoperte da rovi, così come parte degli argini che a volte sono invasi dalla Robinia. Vaste aree vengono colonizzate dall'Amorfa, arbusto infestante originario dell'America settentrionale.

La Riserva permette di osservare una vasta gamma di specie vegetali, tipiche degli ambienti sia di acqua dolce che salmastra o salata.

Oltre al bosco planiziale e le boscaglie golenali, risulta molto interessante e particolare la bassa vegetazione tipica delle barene e delle velme, adattata a condizioni di elevata salinità, caratterizzata da specie come la salicornia o l'astro delle saline.

La fauna

La Riserva della Foce dell'Isonzo offre la possibilità di osservare una vasta gamma di specie animali di particolare interesse, a volte appartenenti a specie altrove rare o inconsuete.

Dopo l'istituzione dell'area naturale protetta, gli effetti più vistosi in relazione all'aumento di biodiversità si sono verificati a favore dell'avifauna che viene costantemente monitorata: finora è stata rilevata la presenza di oltre 300 specie di uccelli. Di questi alcuni sono migratori e scelgono l'area della Riserva per sostare e alimentarsi durante l'andata o il ritorno dal loro lungo viaggio, altri scelgono la zona per svernare, altri ancora per trascorrervi il periodo estivo. Numerosissime le specie di anatre e oche, ma si osservano anche folaghe, aironi, chiurli e numerosi rapaci.

Delle circa 300 specie, oltre 80 hanno anche nidificato. Tra le tante si ricordano ad esempio la Gru cenerina, la Spatola, il Mignattaio, il Cavaliere d'Italia, il Tarabuso, l'Airone rosso ed il Falco di palude: tutte specie molto rare in precedenza, che hanno tratto giovamento dagli interventi di gestione e di restauro ambientale.

Parecchie migliaia di Anatidi (in novembre spesso oltre 20 - 25.000 individui di varie specie) stazionano nei mesi invernali, mentre nelle altre stagioni spiccano particolarmente varie specie di limicoli. A questi si aggiungono le oche grigie o "selvatiche", reintrodotte con successo quali specie nidificanti nella regione.

La particolare posizione geografica del sito ha permesso di osservare alcune specie assai rare o addirittura del tutto nuove per l'Italia, come ad esempio l'Aquila imperiale (*Aquila heliaca*); l'Aquila di mare (*Haliaetus albicilla*), il Falco della Regina (*Falco eleonora*), il Piro-piro pettorale (*Calidris melanotos*), la Cutrettola testagialla orientale (*Motacilla citreola*), la Cannaiola di Jerdon (*Acrocephalus agricola*), il Lui di Radde (*Phylloscopus schwarzi*), il Lui di Pallas (*Phylloscopus proregulus*), il Lui di Hume (*Phylloscopus humei*).

Per quanto riguarda i mammiferi, grazie alla tranquillità dei luoghi e alla vicinanza con il Carso, si constata un discreto numero di specie come il capriolo (di cui si stima una popolazione compresa tra i 60 - 100 capi nell'intera riserva), la volpe, il tasso, il cinghiale e la lepre oltre a numerose specie di roditori, chiroterti e insettivori.

Gli anfibi sono ovviamente abbondanti, data la natura dei luoghi: fra questi spiccano diverse specie di rane, raganelle, rospi e tritoni. Sono inoltre numerosi i rettili fra cui si segnala la presenza della testuggine acquatica, delle bisce d'acqua e del ramarro.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		293	di	437	00

Nel fiume, negli stagni e nelle zone palustri si possono inoltre osservare numerosissime e interessanti specie di invertebrati, tra le quali alcune notevoli e variopinte farfalle, come ad esempio la rara Polissena, la Vanessa lo e tante altre ancora.

Sono stati introdotti nella Riserva anche due branchi di bianchi cavalli di razza Camargue, uno composto da soggetti addestrati ed uno allo stato brado.

La foce

Al termine dell'argine fluviale vi è l'imponente banco sabbioso - ghiaioso che si protende a semicerchio verso il mare aperto.

Questo ambiente, in continua trasformazione per il costante accumulo di sedimenti e per l'opera modellatrice delle onde, è costellato di isolotti appena affioranti che fungono da dormitori per migliaia di uccelli e può essere osservato anche dal lato occidentale, proseguendo dopo Fossalon verso un villaggio di pescatori ubicato in località Caneo, nel comune di Grado.

Oltre agli innumerevoli gabbiani (tra i quali spicca il Gabbiano corallino, specie endemica del Mediterraneo), è possibile osservare l'ittiofago Cormorano, il nordico Edredone, l'acrobatico Beccapesci e la Beccaccia di mare, oltre a numerosissime altre specie.

1.8.1.2 La Riserva Naturale Regionale di Valle Cavanata

La Riserva Naturale Regionale di Valle Cavanata è ubicata in comune di Grado (località Fossalon) nella porzione più orientale della "Laguna di Grado" ed è stata utilizzata in passato come "valle da pesca".

La presenza di numerosi ambienti nella riserva fra il mare e la terraferma (laguna, spiaggia, bosco, prato, valle da pesca, stagno) rende l'area ideale per la sosta, la nidificazione e lo svernamento di numerose specie di uccelli: complessivamente sono 260 le specie segnalate.

La Riserva è stata dichiarata zona umida di valore internazionale, ai sensi della convenzione di Ramsar, ed è parte della rete Natura 2000 quale sito d'importanza comunitaria (S.I.C.) e zona di protezione speciale (Z.P.S.); la Riserva coincide ampiamente con il territorio del SIC omonimo.

Essa ha estensione di 341 ha (di cui 67 a mare) ed è stata istituita con LR No. 42/96.

La gestione naturalistica è rivolta principalmente verso la salvaguardia delle specie vegetali ed animali presenti con particolare riguardo all'avifauna.

Nel corso dell'anno fra le 260 specie di uccelli (molti i migratori), numerose sono quelle che qui trovano l'ambiente idoneo per nidificare, svernare e alimentarsi.

La maggior parte della riserva è costituita dalla valle da pesca, un insieme di specchi d'acqua e canali, rinterrotti da zone sabbiose periodicamente sommerse dall'acqua (le velme) e da isolotti (le barene).

Come tutte le valli da pesca, essa trae origine da zone lagunari poco profonde, arginate e isolate idraulicamente mediante chiuse regolabili che mantengono all'interno un livello d'acqua ottimale per la caccia e la pesca.

Con l'istituzione della riserva, nel 1996, la Valle Cavanata non è più sfruttata per l'allevamento del pesce e mediante una gestione che ha favorito l'instaurarsi di livelli idrici diversi è diventata, ancor più che in passato, un habitat di importanza internazionale per l'avifauna delle zone umide.

La flora

Nella riserva è presente un alto grado di biodiversità, dovuto alla presenza di ambienti anche molto diversi tra loro e caratterizzati ognuno dalla propria vegetazione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	294 di 437	00		

Spostandosi dalla linea di costa verso l'interno si incontrano i fondali sabbiosi marini che ospitano le praterie di fanerogame e la riva del mare, caratterizzata dalla vegetazione psammofila (adatta a vivere sulla sabbia); a ridosso delle dune sabbiose è presente un bosco ceduo, mentre all'interno delle vasche, in prossimità delle barene prevale la vegetazione alofila tra cui spicca il *Limonium* con le sue infiorescenze viola a partire dal mese di luglio.

L'apporto di acqua dolce da parte di alcuni pozzi artesiani crea situazioni adatte all'insediamento della cannuccia di palude, in particolare attorno ad alcuni bacini interni e nel Canale Averso.

Proprio lungo questo corso d'acqua si sviluppa anche un fitto bosco di olmo siberiano, il cui impianto risale al 1946.

La fauna

La forte diversità ambientale e il ridotto disturbo umano, limitato al margine della riserva, favoriscono la permanenza di un alto numero di specie animali, con esigenze ecologiche molto diverse tra loro.

Tra i gruppi animali, i più rappresentati sono senz'altro gli uccelli (circa 260 specie), in particolare quelli acquatici, tra i quali prevalgono nei mesi invernali diverse specie di anatidi (germani, canapiglie, codoni, mestoloni, moriglioni, morette grigie ecc) e svassi; nei mesi primaverili ed estivi gli aironi (bianco maggiore, cinerino, rosso e garzette) ed i limicoli. Non mancano anche i rapaci come il falco di palude e diverse famiglie di cigni reali e oche grigie.

Il numero più alto di specie è stato rilevato in aprile, mentre il maggior numero di individui è presente nei mesi invernali.

Notevole è anche la presenza dei mammiferi (capriolo, lepre, tasso, volpe e faina) come di anfibi, rettili (testuggine palustre, biscia d'acqua dal collare) e pesci.

Tra le particolarità di questi ultimi anni, che vanno ad aumentare il valore biogeografico dell'area protetta segnalano: la nidificazione del cavaliere d'Italia, della rondine di mare, della beccaccia e della volpoca e la presenza di un gruppo di fenicotteri rosa.

1.8.1.3 Riserva Naturale Marina di Miramare

La Riserva Marina di Miramare, istituita nel 1986 con decreto del Ministero dell'Ambiente, copre una superficie di 30 ettari ed è circondata da un tratto di mare di 90 ettari regolamentato dall'Ordinanza della Capitaneria di Porto (n. 28/98).

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, meta balneare estiva dei locali, e si estende davanti al suo omonimo castello

L'ambiente in cui è localizzata è un tratto marino-costiero roccioso nella sua porzione costiera 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 metri circa, poi sono costituiti da fango, la profondità massima è di 18 metri.

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 vi sono due aree, l'una a regime di tutela integrale, nella quale è però consentita, in una zona ben delimitata, la visita guidata subacquea, l'altra, tutt'intorno, a protezione parziale, in cui vige il divieto di pesca professionale.

Nella zona A è vietato il transito, l'ancoraggio, la balneazione e l'attività subacquea. Sono vietate inoltre la pesca professionale e sportiva o qualsiasi forma di prelievo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		295 di 437		00	

E' vietata l'immissione di specie estranee e di sostanze tossiche. E' vietato accedere alle spiagge ed asportare flora e fauna subacquea e costiera.

Nella zona B è vietata la pesca sotto qualsiasi forma con esclusione di quella sportiva esercitata da terra.

Trattandosi di un ambiente protetto, esso presenta una elevata biodiversità, elemento che fa della Riserva stessa un ambiente unico e di gran pregio.

Caratteristiche ambientali

- La zona di marea
La zona compresa tra il limite della bassa e dell'alta marea risulta essere un ambiente particolarmente ostile e difficile da colonizzare. Gli organismi marini devono infatti essere in grado di sopravvivere per un certo periodo di tempo fuori dall'acqua e per fare ciò hanno sviluppato una serie di strategie adattative.
- La zona di scogliera
La massicciata che protegge a mare lo zoccolo su cui sorge il Castello di Miramare individua uno degli ambienti più ricchi all'interno della Riserva. I massi garantiscono, infatti, numerosi anfratti utili sia come nascondiglio per i pesci che come substrato di ancoraggio per le differenti specie di alghe e di invertebrati bentonici che ricoprono gli scogli.
- I fondali sabbiosi e fangosi
L'ambiente di sabbia e fango appare piuttosto spoglio e monotono ma, osservando più attentamente, si possono scorgere alcune tracce che tradiscono la presenza di organismi bentonici.

La fauna

Nella Riserva Marina di Miramare sono presenti varie specie di Poriferi, Celenterati, Anellidi, Molluschi, Crostacei, Echinodermi e Pesci ossei.

La flora

Si possono trovare vari tipi di alghe, quali l'Ombrellino di mare, la Quercia marina, la Coda di pavone e la Lattuga di mare.

1.8.1.4 Altri siti naturalistici

Riserva Naturale Foci dello Stella

La riserva comprende il delta del fiume Stella e la zona lagunare circostante; si tratta di un esteso e rigoglioso canneto intersecato da una tortuosa rete idrica che si protrae dolcemente in laguna. Il canneto è in effetti una costante e notevole espressione della riserva delle Foci dello Stella.

La Riserva ha una superficie di 1.377 ettari ed è accessibile solo via acqua. E' un'area già molto nota come Oasi avifaunistica di Marano Lagunare.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	296 di 437	00	

Riserva Naturale della Valle Canal Novo

Le riserva naturale della Val Canal Novo è per gran parte del territorio ricompresa in una valle da pesca, non più utilizzata come tale, dalla quale prende nome, e da alcuni terreni seminativi, ambienti umidi con vario grado di salinità. Questa riserva è attigua con il centro abitato di Marano Lagunare.

La valle, un tempo utilizzata per l'allevamento ittico, si presenta come un'area lagunare, con specchi d'acqua e barene, interdetta alla marea da arginature perimetrali. Due chiuse consentono di regolare il livello idrico all'interno collegando la valle con la laguna.

La valle non riceve apporti d'acqua dolce dall'entroterra, ma solamente attraverso le precipitazioni meteoriche e tre pozzi artesiani.

Delle varie specie di ospiti che popolano la Valle Canal Novo le più numerose sono quelle appartenenti alla classe degli uccelli, tra questi dominano quelli che appartengono a specie elettivamente acquatiche o comunque in qualche misura legate all'elemento liquido. La famiglia più rappresentata, abbondante ed appariscente è quella degli Anatidi, le cui specie osservabili più facilmente sono: Cigno reale, Cigno selvatico, Oca grigia (o selvatica), Volpoca, Alzavola, Germano reale, Codone, Marzaiola, Mestolone, Moriglione, Moretta tabaccata, Pesciaiola.

Fra le altre specie dell'avifauna si possono elencare: Airone Cenerino, Barbagianni, Basettino, Beccaccia di mare, Beccaccino, Cannareccione, Cavaliere d'Italia, Civetta, Codone, Cormorano, Falco di palude, Fischione, Fistione turco, Folaga, Gabbiano comune, Gabbiano reale, Gallinella d'acqua, Garzetta, Gufo comune, Migliarino di palude, Moriglione, Pavoncella, Smergo maggiore, Smergo minore, Sterna Comune, Svasso maggiore, Tarabuso, Tuffetto

Riserva Naturale Regionale Falesie di Duino e Sentiero Rilke

La riserva Falesie di Duino include, unico esempio di scogliere alte dell'Adriatico settentrionale, un'area di costa alta calcarea costituita da calcari fossiliferi del Cretacico, caratterizzata da falesie con relativa inaccessibilità al mare e brevi tratti di macereti calcarei mediterranei.

In essa è compreso anche il braccio di mare antistante alle scogliere. Sul ciglio delle bianche falesie a strapiombo sul mare corre il celebre sentiero panoramico dedicato al poeta Rilke.

La vegetazione di queste pareti è tipicamente mediterranea inoltre esse ospitano il Corvo imperiale, il Passero solitario e il Falco pellegrino.

Riserva Naturale Regionale Val Rosandra

La Riserva si trova nella parte sudorientale della provincia di Trieste ed include una valle fortemente incisa dal torrente Rosandra, unico corso d'acqua visibile del Carso italiano e la cima più alta del Carso triestino, il Monte Cocusso (670 m.).

E' attraversata da una faglia di contatto fra calcari e flysch che, unita alla variabilità dell'orografia e alla ventosità, determinano una particolare ricchezza della flora del luogo che manifesta molti endemismi e la presenza di specie certamente rare. L'area è di straordinario interesse per anfibi, rettili e nelle zone boschive per l'avifauna.

Parco delle Risorgive

Il Parco delle Risorgive è sorto nel 1983 per preservare l'aspetto originario della zona umida a Sud di Codroipo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		297 di 437		00	

Si tratta di un territorio molto interessante dal punto di vista biogeografico perchè ricco di acque risorgive, di corsi d'acqua, di flora e fauna tipica del luogo.

1.8.2 Zone SIC e ZPS

I SIC (Siti di Interesse Comunitario) e le ZPS (Zone di Protezione Speciale), notificati alla Commissione europea, vanno a costituire una rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione, denominata Rete Natura 2000, ai sensi della direttiva CEE n. 43/1992 e della direttiva CEE n. 409/1979.

Le aree SIC, che interessano il presente studio, seppur non interferite direttamente dall'opera in progetto, sono:

- la “Foce dell’Isonzo, Isola della Cona” (cod. IT3330005),
- la “Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia” (cod. IT3330006),
- la “Laguna di Marano e Grado” (cod. IT3320037).

Queste aree sono tutte coincidenti con le ZPS omonime.

Nel seguito viene riportata la descrizione dei SIC interessati; per una trattazione dettagliata si rimanda alla Valutazione di Incidenza (vedi Vol. 4 di 5).

1.8.2.1 IL SIC – Foce dell’isonzo, Isola della Cona

Questo sito di interesse comunitario occupa un’area di 2.653 ha, di cui circa 200 ha di terreni agricoli degradati sono stati sottoposti a “ripristino ambientale”.

Il sito è caratterizzato da ampie zone a palude di acqua dolce e terreni sommersi dalle maree e comprendenti habitat golenali e habitat alofili e psammofili.

Sono presenti numerosi isolotti ghiaioso-sabbiosi nella “barra di foce”; ampie superfici a canneto dominate da *Phragmites australis*, zone golenali a carici, boschi igrofilo ad *Alnus glutinosa*, tratti di bosco planiziale su duna fossile a *Populus alba* dominante, vaste piane di marea con praterie di *Zostera noltii* e *Cymodocea nodosa* nonché un’area recentemente ripristinata a zona umida con pascoli allagati, canali e gebi, canneti, isole arborate e prive di vegetazione.

Qualità ed importanza

Il sito racchiude tutto il basso corso del fiume Isonzo includendo molti habitat, che si trovano spesso in uno stato di buona conservazione.

L’area riveste importanza internazionale quale habitat per uccelli acquatici, come ad esempio: *Anas penelope* (fino a 7.000 individui) e Anatidi svernanti (complessivamente oltre 14.000).

E’ di primaria rilevanza anche per gli interventi di ripristino ambientale recentemente attuati nonché per il tipo di gestione che consente l’abbondante presenza di uccelli migratori in genere, fra i quali anche molti passeriformi oggetto di studi grazie all’esistenza di una stazione di inanellamento.

La neo-costituita Stazione Biologica della Cona cataloga un totale di 273 specie di uccelli sinora segnalate.

Le popolazioni di *Mustela putorius* in queste zone sono abbastanza floride. Comuni o molto comuni anche *Emys orbicularis*, *Arvicola terrestris italicus*, *Hyla italica*.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 298 di 437	Rev.:	

Le presenze di *Caretta caretta* e *Tursiops truncatus* sono relativamente frequenti ma sempre episodiche e legate esclusivamente a situazioni trofiche.

Vulnerabilità

Esiste un progetto di “marina” su una parte del sito, di iniziativa comunale, mentre è prevista ed in parte attuata la realizzazione di una vasta riserva naturale.

Esistono problemi di compatibilità tra turismo balneare e nautico nella zona di foce, nonché limitate interferenze dovute all'intensa presenza umana particolarmente lungo l'asta fluviale e sul Canale Quarantia.

1.8.2.2 Il SIC - Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia

Questo Sic occupa un'area di 856 ha ed include anche il tratto a mare costiero definito “Banco Mula di Muggia”, antistante il tratto di costa tra lo sbocco di Canale Primero e la parte più orientale dell'agglomerato urbano di Grado.

Si tratta di una ex “valle da pesca e da caccia”, residuo della porzione orientale della Laguna di Grado, dopo le bonifiche agricole, completamente arginata e dotata di chiuse regolabili comunicanti con il mare aperto, ivi incluso un tratto di canale “Averto”, nonché delle zone di velma o di banchi sabbiosi periodicamente emergenti nel tratto a mare detto della “Mula di Muggia”.

All'interno della valle esistono aree di barena con la tipica vegetazione alofila, praterie sommerse a *Ruppia maritima* oltre ad alcune zone palustri ad acqua dolce e limitate porzioni terrestri a pascolo o boscate. La zona comprende una porzione di spiaggia interessata da vegetazione psammofila.

Qualità ed importanza

L'area è stata riconosciuta di valore internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar per la porzione valliva (248 ha), in particolare quale habitat per gli uccelli acquatici e possiede eccezionali potenzialità per la sosta e nidificazione di moltissime specie di uccelli propri delle zone umide.

Nel sito sono state segnalate sinora 224 specie di uccelli; nella zona è relativamente frequente *Mustela putorius*, comuni o molto comuni *Emys orbicularis*, *Hyla italica* e *Natrix tessellata*.

Vulnerabilità

Trattandosi di un sito ampiamente rimaneggiato necessita di una gestione attenta, indirizzata a fini strettamente naturalistici: più volte sono state avanzate proposte e formulati progetti per la utilizzazione dell'area a fini produttivi, difficilmente compatibili con le esigenze di conservazione previste dalla convenzione di Ramsar, a causa della ristrettezza del territorio.

Il canale Averto è minacciato dall'agricoltura nelle aree adiacenti (sottrazione di superfici lungo le sponde) mentre le zone marine sono minacciate dall'incremento del turismo di massa.

1.8.2.3 SIC – Laguna di Marano e Grado

L'area SIC Laguna di Marano e Grado, di estensione 16,288 ha, ricade nell'area di studio unicamente con la porzione più orientale della Laguna di Grado.

Questa zona umida si è formata a seguito della diversa velocità di deposito dei fiumi alpini Isonzo e Tagliamento rispetto a quelli di risorgiva.

Le correnti marine hanno in seguito formato dei cordoni di limi e sabbie.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		299 di 437		00	

Le acque interne, caratterizzate da notevoli variazioni di salinità e temperatura, interessano vaste aree di velme e barene.

Le zone emerse e subemerse che separano la laguna dal mare sono caratterizzate da due distinte serie di vegetazione: psammofila verso il mare aperto, alofila verso l'interno della laguna. Accanto ad habitat tipicamente lagunari, vi sono ampie distese di canneti di acqua dolce (foci del fiume Stella).

Presenta numerose specie rare, fra cui *Trachomitum venetum*, *Centaurea tommasinii*, *Spartina juncea.*, *Cyperus kalli.* *Centaureum littorale*, *Clypeola jonthlaspi* L., *Schoenoplectus littoralis*, *Parapholis strigosa*, *Ammophila littoralis*, *Limonium densissimum*, *Limonium bellidifolium*, *Eryngium maritimum* L., *Echinophora spinosa* L., *Glaucium flavum* Cr., *Calystegia soldanella*, *Limonium serotinum*, *Limonium virgatum* *Vulpia membranacea* L.

Sono presenti numerosi habitat rari ed in pericolo di scomparsa, e altrettante specie caratteristiche di ambienti salmastri e di spiaggia.

Lungo le sponde lagunari esistono lembi relitti di aree boschive. Alle Foci dello Stella esistono ampie aree a *Potamogeton pectynatus* nonché, nel resto della laguna praterie sommerse a *Ruppia maritima*, *Zostera noltii* che rappresentano il pascolo per molte specie di anatidi migratori.

Qualità ed importanza

Il Sic della Laguna di Marano e Grado rappresenta uno dei maggiori sistemi lagunari d'Italia contenente habitat spesso in pericolo di estinzione e specie endemiche dell'Adriatico settentrionale (stazioni più orientali di *Salicornia veneta*).

L'attività dell'uomo, pur rappresentando fonte di disturbo, non ha compromesso in modo irrimediabile l'eccezionale valore di questi ambienti, ad esempio la produzione ittica è tuttora relativamente in equilibrio con le condizioni ambientali, essendo largamente dipendente dalla pesca libera in ambienti non trasformati ed essendo limitata per superfici e importanza economica la “vallicoltura”.

Area avifaunistica di grande estensione che nel suo complesso, riveste primario valore internazionale comprendendo al suo interno la zona Ramsar delle Foci dello Stella (1.400 ha).

Si tratta di uno dei siti più rilevanti dell'Adriatico e d'Italia per la sosta e lo svernamento di uccelli acquatici (oltre 100.000 soggetti di anatidi e folaghe a metà gennaio nel 1992). Rappresenta la unità ecologica costiero lagunare più settentrionale del mare Mediterraneo, che si completa con i siti di Valle Cavanata, Foci Isonzo e Foci del Timavo. La laguna risulta essere di valore internazionale secondo i “criteri di Cagliari” almeno per le seguenti specie: *Anas strepera* (fino a 3.500), *Anas penelope* (fino a 17.000), *Fulica atra* (fino a 50.000), *Pluvialis squatarola*, *Calidris alpina* nonché *Egretta garzetta* ed *Ardea purpurea* nidificanti.

Nella laguna fanno frequente e irregolare comparsa diverse specie di cetacei (*Tursiops truncatus*, *Stenella coeruleoalba* e *Grampus griseus*), che, assieme a *Caretta caretta*, frequentano queste zone unicamente per motivi trofici.

Le popolazioni di *Vipera aspis francisciredi* sono qui considerate particolarmente importanti in quanto per lo più isolate.

Lungo la linea di costa vivono le più notevoli popolazioni regionali di *Podarcis sicula*. In queste zone *Neomys anomalus* è stato raccolto anche in ambiente di barena lagunare.

Vulnerabilità

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	300 di 437	00			

Alcune attività umane rappresentano un fenomeno di forte disturbo, ad esempio il dragaggio di alcuni canali (come è il caso di quello di accesso al porto industriale di Aussa-Corno) ed il relativo scarico del materiale dragato con la formazione di zone di colmata anche ampie.

Ulteriori problemi sono: l'adiacente zona industriale, causa di inquinamento delle acque e di sottrazione di superfici, gli scarichi di acque contenenti sostanze fertilizzanti e pesticidi provenienti dall'agricoltura, la nautica da diporto in crescente espansione, l'utilizzo di nuove pratiche colturali nel settore ittico (aratura dei fondali e coltivazioni di molluschi alloctoni), la previsione di nuovi insediamenti turistici.

1.9 Paesaggio marino e costiero

Il paesaggio è originato da un complesso sistema di interrelazioni tra componenti ambientali ed antropiche, in continua trasformazione attraverso l'azione del tempo.

Per tale motivo, in realtà estremamente antropizzate come l'Italia, non è possibile parlare di paesaggi "naturali", ma eventualmente di elementi naturali più o meno preservati dall'uso e dalle trasformazioni, che contribuiscono ad indicare, tra l'altro, il grado di fragilità ambientale e paesaggistico del sito indagato.

In questo senso l'area di studio può essere considerata fortemente artificiale, non escludendo per questo componenti ambientalmente significative, come viene altrove chiarito (Foto 1=7). Al fine di stimare l'impatto sul paesaggio dovuto all'inserimento di un'opera, sono possibili due tipi di approccio. Un approccio oggettivo, che risulta essere idoneo nei casi in cui le caratteristiche ambientali del sito indagato contengono di per se stesse una forte valenza positiva o rappresentano, ad esempio, un equilibrio vantaggioso tra le varie componenti ambientali e antropiche individuate. Un approccio di tipo soggettivo che pone invece l'accento prevalentemente sul processo visivo, ovvero su come può essere percepito il paesaggio da un osservatore, secondo gerarchie di relazione tra le singole componenti paesaggistiche. Nel nostro caso, data la scarsa rilevanza di fattori naturali quantificabili, quali la geomorfologia, l'idrologia, la vegetazione, l'approccio analitico seguito sarà di tipo soggettivo. A tal fine, sono state individuate due fasi:

- una prima fase analitica, che prende in esame il sito ante-operam, le sue relazioni con l'intorno, ne individua le principali "invarianti" storiche, ovvero elementi del paesaggio radicati nel tempo, evidenzia nel bacino visivo individuato gli elementi di crisi e quelli di forza;
- una seconda fase sintetica, che consiste nell'individuazione delle principali vedute dell'area dai punti critici del bacino visuale e che sceglie i criteri più opportuni per l'inserimento dell'opera nel paesaggio, attraverso interventi di mitigazione interni ed esterni all'area indicata.

La **prima fase**, pertanto, analizza le componenti percettive del paesaggio attraverso un inventario visivo, i cui principali elementi sono:

morfologia

individua le caratteristiche orografiche ed idrografiche del territorio, che caratterizzano la modalità di percezione dell'opera in progetto, considerata sia dai punti vista più vicini che da quelli lontani;

b) copertura vegetale

questo fattore caratterizza il paesaggio nelle forme e nei volumi, nel colore, nel rapporto luce-ombra, nell'andamento stagionale;

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 301 di 437		Rev.: 00	

c) fattore antropico

inteso nel senso più ampio del termine, di evoluzione storica del sito, dei suoi valori archeologici, culturali, sacrali, che - pur non comparando più - possono in alcuni casi determinare un atteggiamento psico-emotivo e pertanto percettivo particolare da parte soprattutto di osservatori residenti nell'intorno;

d) emergenze paesaggistiche

ovvero i punti di forza, gli elementi imprescindibili del paesaggio osservato, attraverso i quali la visione globale viene riorganizzata, gerarchizzata.

L'analisi di questi fattori consente di definire la qualità dell'ambiente visivo esplorato.

La **seconda fase** verifica le compatibilità dell'opera prevista con la risorsa paesaggio, analizza la vulnerabilità del paesaggio all'inserimento dell'opera, consente di selezionare i punti di vista rispetto ai quali simulare l'inserimento della stessa.

Nella stima degli impatti sono stati pertanto analizzati separatamente sia i punti di vista vicini e lontani, sia le varie componenti costituenti l'opera in progetto (gasdotto, cantiere, piattaforma, navi di appoggio,).

Infine sono state individuate le misure mitigative da adottare per ridurre l'eventuale alterazione del sistema percettivo e per innescare, successivamente, dinamiche evolutive positive per l'intero territorio di riferimento.

1.9.1 Elementi strutturali

Per elementi strutturali del paesaggio si intendono le principali componenti morfologiche ed idrografiche che ne determinano la struttura "fisica"; su di esse si instaurano gli elementi sovrastrutturali, ovvero di copertura del territorio.

- **BAIA DI MUGGIA**

Gli elementi strutturali identificati per questo sito sono:

- La morfologia della baia
- Il tratto di mare fra le due sponde
- Le colline circostanti
- Il promontorio di Punta sottile

- **LA COSTA FRA GRADO E PUNTA SDOBBA**

In questo caso le componenti del paesaggio individuati quali elementi strutturali sono:

- la fascia costiera con le velme e le barene
- il tratto di mare antistante
- la foce dell'Isonzo
- la piana bonificata e coltivata

Come si è visto nel paragrafo precedente, le trasformazioni del territorio esaminato sono state intense a partire dall'epoca Romana. Le intense opere di bonifica, realizzate tra il XVIII e il XX secolo, hanno ulteriormente modificato il paesaggio nell'area racchiusa tra l'Isonzo ed il Timavo mentre - ad est - il sistema orografico del Carso ha conservato un aspetto più naturale, ricco di vegetazione termofila.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	302 di 437	00			

1.9.2 Elementi sovrastrutturali

Gli elementi sovrastrutturali del paesaggio sono sostanzialmente quelle componenti territoriali che emergono dalla morfologia del terreno, ovvero dalla "struttura" del territorio. Possono essere sia di origine naturale (vegetazione) che antropica (infrastrutture, edifici, ecc.) ad hanno evidentemente una stretta relazione visiva con l'osservatore collocato all'interno dell'area studiata.

- **BAIA DI MUGGIA**

Le principali componenti rilevate sono:

- vegetazione costiera
- vegetazione alofila
- centri abitati
- reti infrastrutturali
- case sparse
- insediamenti e capannoni industriali (cantieri industriali,)

- **LA COSTA FRA GRADO E PUNTA SDOBBA**

- Barriera di massi a difesa della costa
- Vegetazione alofita della spiaggia
- Vegetazione ripariale lungo l'Isonzo

1.9.3 Emergenze paesaggistiche

Le emergenze paesaggistiche costituiscono quegli elementi che, assunti singolarmente o tra loro correlati, contribuiscono notevolmente alla qualità visuale del paesaggio percepito; possono essere rappresentate da singoli oggetti isolati, così come da sistemi che definiscono interi ambiti percettivi, e quindi costituiscono sfondi visivi articolati e complessi.

- **BAIA DI MUGGIA**

I principali ambiti paesaggistici presenti nella zona esaminata sono:

- La spiaggia e il promontorio di Punta Sottile

- **LA COSTA FRA GRADO E PUNTA SDOBBA**

I principali ambiti paesaggistici presenti nel territorio esaminato sono:

- la foce dell'Isonzo
- la pianura di bonifica
- il litorale

Il sito su cui è prevista la realizzazione della stazione ricevente è collocato nel punto di passaggio tra un sistema costiero ad un sistema di pianura bonificata.

1.9.4 Sistemi percettivi

L'analisi delle singole componenti percettive del paesaggio - sul piano strutturale, sovrastrutturale, e delle emergenze paesaggistiche - consente l'individuazione dei sistemi percettivi che meglio definiscono il territorio studiato; tali sistemi risultano dalla combinazione dei singoli elementi percettivi, nonché dalla condizione fisica, psicologica, culturale dell'osservatore.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	303	di 437	00		

In questo senso, come già detto al par.1.8, la percezione è soggettiva, in quanto dipende dal retroterra culturale dell'osservatore e dalle modalità di visione, ovvero se statica, in movimento, in funzione delle condizioni di visibilità dell'area.

Pertanto i sistemi percettivi individuati sono:

- BAIA DI MUGGIA
 - la costa ed i rilievi calcarei di Punta Sottile;
 - il retroterra industriale ed abitativo;
 - il sistema portuale

I punti di osservazione da cui cogliere uno sguardo d'insieme all'area e quindi dei sistemi percettivi individuati, sono sostanzialmente il mare e la collina sovrastante la Baia

- LA COSTA FRA GRADO E PUNTA SDOBBA
 - il litorale
 - la pianura bonificata
 - la foce dell'Isonzo

I punti di osservazione sono il mare e l'argine sulla destra orografica dell'Isonzo.

1.10 Aspetti socio-economici

Il Golfo di Trieste costituisce una risorsa sia sotto il profilo turistico-ricreativo, sia soprattutto per la pesca marittima e le varie attività ad essa collegate.

1.10.1 Pesca

Nel Golfo di Trieste si sviluppano varie attività artigianali, industriali e commerciali legate alla pesca e alla maricoltura.

La Regione Friuli Venezia Giulia è suddivisa amministrativamente in due Compartimenti Marittimi, Monfalcone e Trieste, di cui i principali porti ittici sono Trieste, Monfalcone e Grado.

Secondo dati Irepa del 2006 le imbarcazioni facenti capo ai due compartimenti ammontano a 458, con una potenza motore totale di 28.970 kw e tonnellaggio di 2.204 tonnellate di stazza lorde (tsl) (Tab. 1.30).

Indicatori di capacità e di attività della flotta	Friuli Venezia Giulia
Coste (km)	110
Battelli (n.)	458
Tonnellaggio (tsl)	2.204
Potenza motore (Kw)	28.970
Valori medi	
Tonnellaggio medio (tsl/batt)	4,7
Potenza media (kW/batt)	59,8

Tab.1.30 - Caratteristiche tecniche della flotta peschereccia in Friuli Venezia Giulia – anno 2004. (Elaborazione su dati Irepa-Mipaf).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 304 di 437	Rev.: 00	

Dell'intera flotta friulana le imbarcazioni adibite alla piccola pesca costiera risultano essere le più numerose (343), seguite da quelle che praticano lo strascico (47), dalle draghe idrauliche (42), seguono circuizione (20) e polivalenti (6) (Tab. 1.31).

Tipo	Numero	Tonnellaggio (tsl)	Potenza (kw)
Strascico	47	771	9.047
Circuizione	20	189	2.300
Draghe idrauliche	42	429	4.938
Piccole pesca	343	761	121.021
Polivalenti passivi	6	54	664
Totale	458	2.204	28.970

Tab. 1.31 - Caratteristiche tecniche per sistemi di pesca.(Fonte: Irepa 2006)

La struttura produttiva friulana si contraddistingue rispetto a quella operante nel resto dell'Adriatico per l'accentuato carattere artigianale, infatti il tonnellaggio medio di tutti i sistemi di pesca, ad eccezione delle draghe idrauliche, risulta essere molto contenuto rispetto alla media della realtà Alto Adriatica. Questo è imputabile al fatto che la maggior parte dei natanti friulani esercita l'attività di prelievo nella fascia delle tre miglia, sia all'interno del golfo di Trieste sia nell'area immediatamente esterna, con reti da posta e nasse, ma anche con reti a strascico.

I pescherecci friulani, in media, risultano essere dotati di una potenza motore di 82,6 kw e di un tonnellaggio di 4,8 tsl.

Secondo il decreto ministeriale del 29 luglio 1999 del Ministero per le Politiche Agricole, nei Compartimenti Marittimi di Monfalcone e Trieste la pesca a strascico entro le tre miglia è possibile dall'1 ottobre al 31 marzo e dall'1 aprile al 30 giugno per la pesca delle seppie.

L'equipaggio dell'intera flotta friulana risulta essere composto da circa 900 persone, delle quali il 59% occupate nel sistema della piccola pesca, il 15,4% nel sistema a circuizione, il 12% impiegato nello strascico, il 9,2 % impiega le draghe idrauliche e il 4,4% degli imbarcati utilizza sistemi polivalenti di pesca (Irepa 2006).

Le imbarcazioni che sfruttano la zona in esame provengono dai porti di Trieste, Monfalcone, Muggia, Sistiana, Grado e Marano Lagunare, anche se alle ultime due appartiene una buona percentuale di barche attive nella pesca in laguna.

Nella tabella seguente, realizzata in base ai dati del *Fleet Register* dell'Unione Europea è stato possibile ricostruire la composizione della flotta nei vari porti friulani, i cui dati sono del tutto simili a quelli riportati in Tab. 1.32.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 305 di 437		Rev.:			

Licenza di pesca	Bottom otter trawls	Boat dredges	Set gillnets (anchored)	Set longlines	Purse seines	Totale battelli
	Strascico	Vongolare	Reti da posta fisse	Palangari	Circuizione	
Trieste	5	0	8	17	18	48
Monfalcone	1	0	15	22	14	50
Grado	30	21	13	28	42	130
Marano Lagunare	27	34	12	122	63	250
Sistiana	0	0	2	11	0	13
Muggia	1		3	13	2	19
TOTALE	64	55	52	213	139	512 battelli 523 licenze

Tab.1.32 - Suddivisione della flotta in base alle licenze di pesca Fonte: nostra elaborazione da Fleet register (Aprile 2008)

Come si può notare in Tab. 1.32, il totale dei battelli non sempre corrisponde al numero delle licenze, perché ogni motopesca spesso ha non una, ma più licenze di pesca contemporaneamente.

Come già accennato in precedenza, la maggior parte delle imbarcazioni è autorizzata a praticare il sistema della piccola pesca; si rileva inoltre che il sistema a strascico, le cui barche generalmente hanno una dimensione più elevata, hanno un'incidenza maggiore nel Compartimento di Monfalcone, che comprende le marinerie di Grado e Marano, a portualità estremamente più accentrata di quella del Compartimento Marittimo di Trieste e di tradizione peschereccia molto più viva.

Nella marineria di Marano Lagunare spicca inoltre il dato relativo alle licenze di pesca con i palangari, per un totale di 122 licenze.

Sempre per quel che riguarda il Compartimento Marittimo di Monfalcone, va citato il dato relativo all'omonimo Co.ge.mo - Consorzio per la gestione della pesca dei molluschi -, costituito da una cinquantina imbarcazioni che esercitano la pesca con l'attrezzo draga idraulica. La pesca viene effettuata seguendo le disposizioni del regolamento di pesca dove sono contenute le prescrizioni per razionalizzare il prelievo della risorsa evitando lo sfruttamento eccessivo dei banchi naturali.

Vengono qui di seguito descritti i vari sistemi di pesca e nell'Allegato 26 (Volume 3 di 5) sono indicate le aree di pesca maggiormente frequentate.

1.10.1.1 La pesca con reti da posta

Nel comparto marittimo di Trieste, da Muggia al Villaggio del pescatore, sono presenti mediamente 15 barche da pesca aventi licenza per reti da posta, di queste circa 10 (66%) sono effettivamente in attività, di cui alcune hanno anche una ulteriore licenza, generalmente per saccaleva (rete a circuizione) (presso il molo pescheria di Trieste o presso Muggia), o per le nasse (Sistiana, Villaggio del pescatore, Duino).

Le specie target di questo tipo di pressione alieutica sono: la Seppia (*Sepia officinalis*), la Mormora (*Lithognathus mormyrus*), la Passera (*Pleuronechtes flesus italicus*), la Sogliola (*Solea spp.*), il Ribone (*Pagellus erithrinus*), il Branzino (*Dicentrarchus labrax*), il Cane (*Mustelus spp.*).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 306 di 437		Rev.: 00	

L'attrezzo impiegato varia col periodo e quindi con la specie target: reti ad imbrocco vengono utilizzate per la mormora, una con maglia da 36 a 40 mm, lo stesso per il branzino, ed il ribone (fragolino), mentre per il cane (palombo) le maglie variano da 50 a 70 mm; rete trimagliate, "sarberate", ad insacco vengono utilizzate per la passera, la sogliola e la seppia con maglia interna dal 40 al 55 per i pesci, con maglia del 30-35 per i cefalopodi.

Esistono anche delle reti da posta fisse che calate perpendicolari alla costa nei periodi primaverili mirano alla cattura dei calamari, utilizzate soprattutto dai pescatori afferenti ai porti di Sistiana, Duino e Villaggio del Pescatore.

La pesca delle seppie con rete da posta trimagliata, viene invece svolta nei mesi primaverili prevalentemente da aprile a maggio ed è costituita da una rete ad insacco; viene calata e lasciata in posta per intervalli di tempo che vanno dalle 18 alle 24 ore.

La rete è trimagliata è caratterizzata dalla cosiddetta "alzetta", un tratto di rete nuda con maglia a titolo elevato, costituita da più fili, che a partire dalla lima di piombi si alza per circa 40 cm. Ha la funzione di impedire la cattura delle locali garuse (*Murex trunculus*) e per raccogliere meno sporco di rete.

La cattura media nei mesi più redditizi di aprile è maggio si aggira mediamente sulle 13-15 casse (circa 6 Kg l'una), con punte di 20-30 casse (circa 6 Kg l'una). Le singole unità da 600-1000 maglie di nappa hanno maglie variabili da 30-34 mm di lato a 1 o 2 fili. L'intera rete è alta circa 1,2-1,50 metri e tale altezza dipende dagli elementi esterni. La nappa interna è generalmente alta il doppio, ovvero ha circa un metro di eccedenza detto morto, necessario per l'insacco.

Vengono calate da 2 a 4 scotti, costituiti da un minimo di 20 unità da 600-1000 maglie, ad un massimo di 100 unità. Un'unità da 600-1000 maglie armata per seppie è lunga 25 metri. L'area principale di pesca è a ridosso della linea costiera in prossimità delle mitilicoltura, nel tratto da Filtri d'Aurisina a oltre Sistiana (Fonte:ARPA FVG)

1.10.1.2 *La pesca con le nasse*

Tra gli attrezzi utilizzati dalla piccola pesca vanno citate soprattutto le nasse, con le quali viene pescata la pannocchia prevalentemente nei mesi di luglio-agosto e gennaio-febbraio. Vengono calate da un minimo di 500 nasse fino a 600 nasse, organizzate in 5-9 scotti da circa 70 nasse a scotto. Tra una nassa e la successiva viene lasciato uno spazio di 120-150 cm.

Le nasse sono d'aspetto semi-ellissoidale in rete metallica plastificata con maglia di 10 mm di lato con maglia quadrata. Hanno un volume approssimativo di 0.005 m³ (0.2m x 0.1m x 0.25m); hanno bocca circolare con diametro pari a 10 cm.

Vengono costruite artigianalmente dagli stessi pescatori secondo un modello unico.

Le imbarcazioni adibite a questo tipo di pesca sono concentrate nel porto di Sistiana.

Le nasse vengono calate presso Trieste, nella zona cittadina antistante Barcola, e per una fascia di 2 miglia di lato che si estende da punta Sdobba fino al promontorio di Miramare.

Nei periodi maggiormente efficaci vengono effettuate anche più di una calata e levata nell'arco delle 24 ore. In tali periodi vengono effettuate pescate anche di 100 kg di crostacei. Nei restanti mesi vengono salpate ogni 12-18 ore circa.

1.10.1.3 *La pesca a circuizione*

Per quel che riguarda il Porto di Trieste buona parte dell'attività di pesca è rappresentata dal mestiere delle saccaleve (pesca a circuizione) principalmente nei mesi primaverili ed estivi.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		307 di 437		00	

Le imbarcazioni effettivamente impiegate risultano mediamente 17 (le giornate di pesca risultano 160 di cui 85 concentrati nel periodo maggio-ottobre). Di queste 17 imbarcazioni fanno parte anche un paio di imbarcazioni che esercitano anche la posta.

La produzione del Golfo di Trieste appare fortemente connotata nel tempo da poche specie a comparsa improvvisa: il pesce azzurro (sardine, acciughe, sgombri), viene pescato dalle saccaleve da aprile a novembre ed alla sua offerta è collegata anche quella dei calamari con un picco ad ottobre – novembre; le mormore chiudono il ciclo delle saccaleve durante l’inverno, con sovrapposizioni più o meno durevoli a fine ed inizio stagione; questa specie viene pescata anche con reti da posta “nude”, (barracuda) calate a circuizione; passere e seppie vengono pescate soprattutto con reti trimagliate tra novembre e febbraio le prime e ad aprile e maggio le seconde; nella stagione estiva, i pescatori che usano i tremagli tutto l’anno pescano soprattutto mormore, orate, branzini, ombrine, qualche seppia precoce di nuova generazione ed altre specie di minor valore commerciale.

1.10.1.4 *Lo strascico*

Lo strascico (appena 5 imbarcazioni a Trieste) opera tutto l’anno, tranne che nel periodo di fermo biologico estivo. Le giornate favorevoli di pesca nel corso di un anno risultano 150; a novembre e dicembre attiva è la pesca dei latterini (con rete a maglia più fitta in ragione di una deroga alle dimensioni di 40 mm imposta a livello nazionale) ed in gennaio la cattura dei moscardini; una decina di pescatori alterna l’attività con reti da posta trimagliate con la pesca delle pannocchie con le nasse seguendo in media l’avvicendamento gennaio-giugno e luglio-dicembre, rispettivamente; alcune imbarcazioni operano con nasse per pannocchie durante tutto l’anno (Orel e Zamboni, 2001).

Le attività di pesca nel Golfo di Trieste non sono prive di ostacoli e difficoltà. Questo è dovuto soprattutto alle caratteristiche del fondale, descritte nel capitolo 1.4. Alcune irregolarità morfologiche del fondo non permettono un agevole utilizzo delle reti a strascico in tutta l’area.

1.10.1.5 *Pesca dei molluschi bivalvi*

La pesca delle vongole viene effettuata quasi esclusivamente mediante le draghe idrauliche

Viene rappresentata di seguito una suddivisione delle aree di produzione dei molluschi bivalvi e gasteropodi in base alla classificazione relativa alla qualità delle acque (Fig. 1.111).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	308 di 437	00		

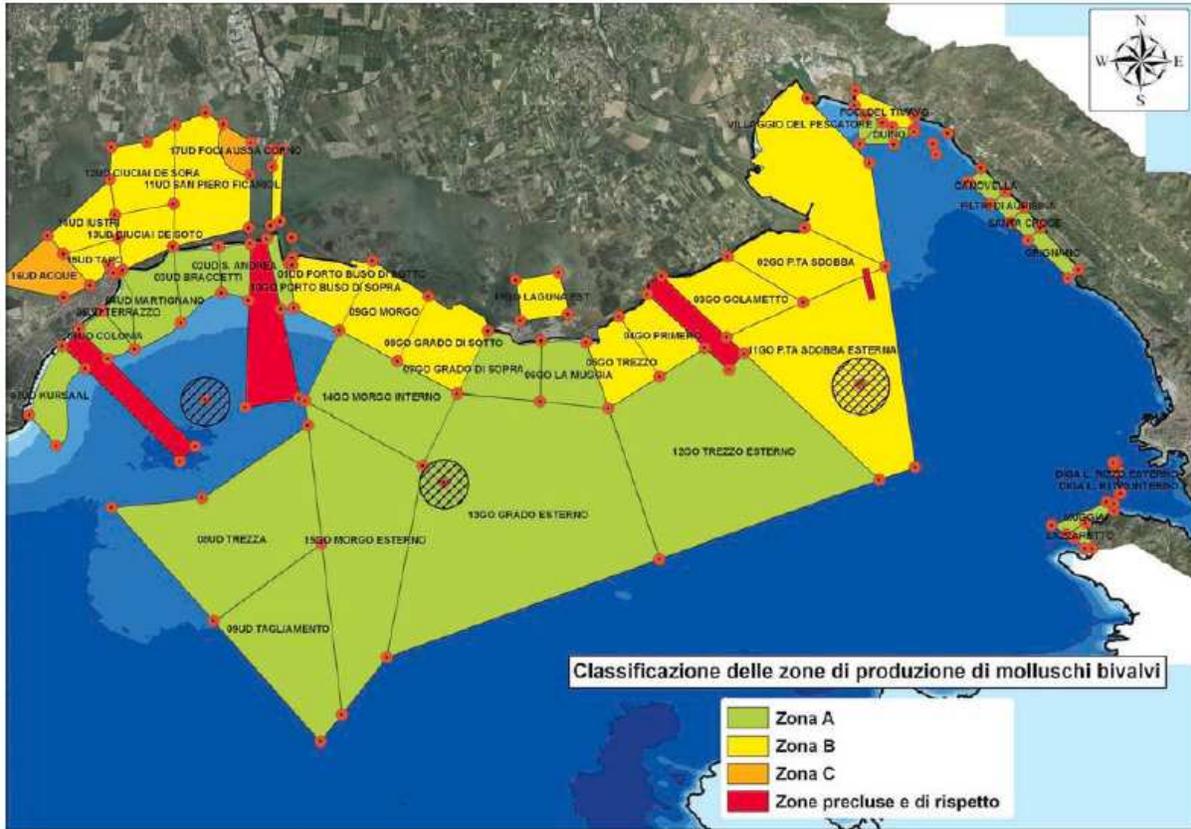


Fig. 1.111 - Classificazione delle zone di pesca dei bivalvi. (Fonte ARPA.FVG)

1.10.1.6 Pesca delle vongole veraci filippine

Per quel che riguarda la pesca nelle lagune di Marano e Grado, rilevante è la pesca delle vongole veraci filippine, che si basa su due realtà: l'allevamento in regime di concessione e la pesca in regime di libero accesso. L'allevamento in regime di concessione viene gestito dalla Soc. Almar.

La Laguna di Marano-Grado viene amministrativamente suddivisa in due aree distinte: la Laguna di Marano Lagunare (UD) ad occidente e la Laguna di Grado (GO) ad oriente.

La Cooperativa San Vito di Marano Lagunare effettua la pesca in libero accesso in attesa di poter ottenere delle aree ufficialmente in concessione. Le imprese di pesca interessate sono 146: il dato va analizzato tenendo presente che si riferisce ad una realtà di imprese variegata, si passa dall'impresa individuale a quella societaria, con uno o più natanti in armamento muniti di licenza di pesca.

I pescatori che svolgono questa attività a livello professionale sono potenzialmente 310 ovvero la totalità dei soci. Normalmente la media dei pescatori che esercitano questa attività va dalle 80 unità alle 100 unità con punte massime di quasi 200 unità.

1.10.1.7 Produzione ittica

Tutto il prodotto ittico pescato in Friuli Venezia Giulia viene conferito ai mercati ittici di Trieste e Marano Lagunare, mercati ittici misti dove accanto alla forte presenza di prodotto locale vengono scambiati anche prodotti provenienti da altre zone d'Italia e dall'estero.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 309 di 437	Rev.: 00	

Nel 2004 la produzione di pesca marittima e lagunare della Regione si attestava sulle 7.499 tonnellate, le catture si distribuivano in pesci per il 51%, molluschi per il 45% e crostacei per il 4%. Le specie ittiche che contribuiscono in misura maggiore alle catture sono: acciughe, sardine, vongole, seppie, elasmobranchi e pannocchie.

Gli indicatori medi di produzione segnalano che ogni battello produce circa 15 tonnellate di quantità pescata per un fatturato di 58 mila euro. I sistemi più remunerativi, in termini di fatturato per imbarcazione, sono circuizione e draghe idrauliche, seguiti dallo strascico.

1.10.1.8 *Legislazione*

Per la pesca marittima, riprendendo quanto stabilito dal Codice della navigazione (art. 220) e dal regolamento per la navigazione marittima (art. 408), con il D.P.R. n° 1639 del 1968, il D.M 218 del 2002 e il DL 100 del 27 maggio 2005 (art. 7) si individuano le categorie di navi da adibire ai vari tipi di pesca professionale, distinguendo per quest’ultima diverse tipologie di pesca, come è possibile rilevare dalla Tab. 1.33.

Tipo di pesca	Distanza dalla costa	Tonnellate di Stazza Lorda (TSL)
<i>Piccola pesca</i>	Fino a 6 miglia dalla costa	Non superiori alle 10 TSL
<i>Pesca costiera locale</i>	Fino a 6 miglia dalla costa	Fino a 30 TSL
<i>Pesca costiera ravvicinata</i>	Fino a 40 miglia dalla costa	Pari o superiori alle 30 TSL
<i>Pesca mediterranea o d’altura</i>	Nel Mediterraneo entro gli stretti di Gibilterra, dei Dardanelli e il canale di Suez	Non inferiori alle 30 TSL
<i>Pesca oltre gli stretti ed oceanica</i>	Oltre i predetti limiti	Non inferiori alle 30 TSL

Tab. 1.33 - Tipologie e caratteristiche delle attività di pesca

Le categorie a cui appartengono le imbarcazioni che possono operare nel Golfo di Trieste sono sia quella della pesca costiera locale sia della pesca ravvicinata.

1.10.1.9 *Impatto dei sistemi di pesca*

Riguardo ai fondali del Golfo di Trieste, particolare attenzione va rivolta allo strascico, mentre gli altri sistemi di pesca hanno un impatto che può essere definito trascurabile.

Lo strascico è una tecnica di pesca che avviene su fondali sabbiosi (di cui l’Adriatico è composto per oltre il 90%) trainando una rete a forma di tronco di cono, con ali laterali formate da pezze di rete e che può raggiungere complessivamente dimensioni anche di 50 metri.

Per assicurare l’apertura della bocca della rete vengono utilizzati degli “alettoni”, chiamati divergenti, che possono essere in legno o in metallo e che assicurano l’apertura laterale allargando la rete in senso orizzontale verso l’esterno.

Per consentire l’apertura verticale invece, l’imboccatura è composta superiormente dalla lima dei sugheri e inferiormente dalla lima dei piombi.

La rete viene trainata, durante la pesca, ad una velocità di circa 3 nodi. Le denominazioni delle altre parti dell’attrezzatura sono indicate in Fig. 1.112.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	310 di 437	00	

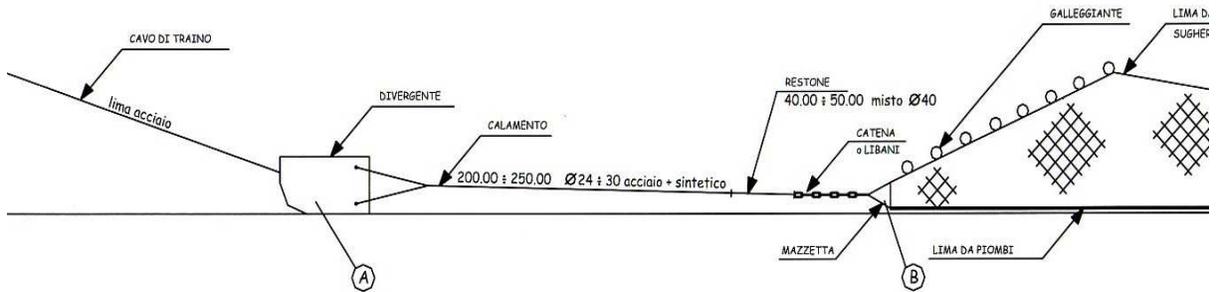


Fig. 1.112 - Armamento della rete a strascico

Durante le strascicate si possono verificare tre situazioni:

- l'attrezzatura potrebbe incagliarsi in un ostacolo sul fondo: in questo caso è utile conoscere la potenza di tiro e il carico di rottura dei cavi di traino in acciaio che collegano l'imbarcazione alle attrezzature sul fondale: essi hanno al massimo un diametro di 14 mm (ma più comunemente si usano a 10-12 mm) con una potenza di tiro pari a 10 Kg/hp per i due cavi. Il carico di rottura massimo sopportato è di circa 12000 Kg
- i divergenti sono la prima parte dell'attrezzatura a contatto con il fondo e quindi rappresentano la prima forza di impatto con il fondale: essi pesano al massimo circa 500 Kg (quelli in metallo), ma in confronto alla potenza motore di traino assumono un peso massimo di 1 Kg/hp. A questo parametro va aggiunto il fatto che essendo trainati, i divergenti assumono una certa quantità di moto, calcolabile utilizzando la velocità di traino.
- i divergenti e le parti anteriori della rete (mazzette e lima dei piombi) incidono sul fondale sabbioso per alcuni centimetri (dai 5 ai 10 cm), a seconda della consistenza e composizione del fondale stesso.

1.10.1.10 Acquacoltura

Nel Golfo di Trieste la maricoltura è rappresentata essenzialmente dalla mitilicoltura. Un'indagine specifica sui quantitativi prodotti nel comparto dell'allevamento di molluschi è stata effettuata dal Mipaf per il tramite di una società esterna, Idroconsult. Secondo questa rilevazione in Friuli Venezia Giulia, nel 2003 erano presenti 14 impianti di mitilicoltura con una produzione di 8.271 tonnellate. Non sono stati rilevati allevamenti di vongole. Alla fine del 2000 risultavano attive nel Golfo di Trieste 20 imprese di mitilicoltura la cui produzione annuale è stata di 4000 t. Attorno a questo valore è stata stimata la produzione per l'anno 2003.

Gli allevamenti di mitili (mediante barili flottanti) interessano tutto l'arco costiero della provincia di Trieste, per circa 150 ha (vale a dire una fascia parallela alla costa lunga 15 km x 100 m di larghezza), parte di questi sono effettivamente occupati dagli impianti in concessione. In particolare si possono distinguere tre zone: a Sud di Muggia, tra Punta

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

311 di 437

Rev.:

00

Sottile ed il confine di stato (Slovenia), lungo la costiera triestina, da Grignano a Sistiana (è l'area più estesa in lunghezza) e la Baia di Panzano.

La Baia di Panzano, che comprende le foci del fiume Timavo ed è in vicinanza di quelle dell'Isonzo, è quella che produce per eccellenza più di ogni altra il "seme" o novellame da destinare all'ingrasso, il prodotto commerciale è però quello più scadente dell'intero comprensorio. Le acque della Baia di Panzano sono infatti caratterizzate da bassa salinità e dalla presenza di una grande quantità di detrito trasportata dai fiumi, queste condizioni influenzano negativamente l'accrescimento dei molluschi, che hanno nella media dimensioni inferiori a quelli provenienti dalle altre aree (Arpa, 2006).

Il posizionamento dei filari viene mostrato nella Fig. da 1.113 a 1.118.

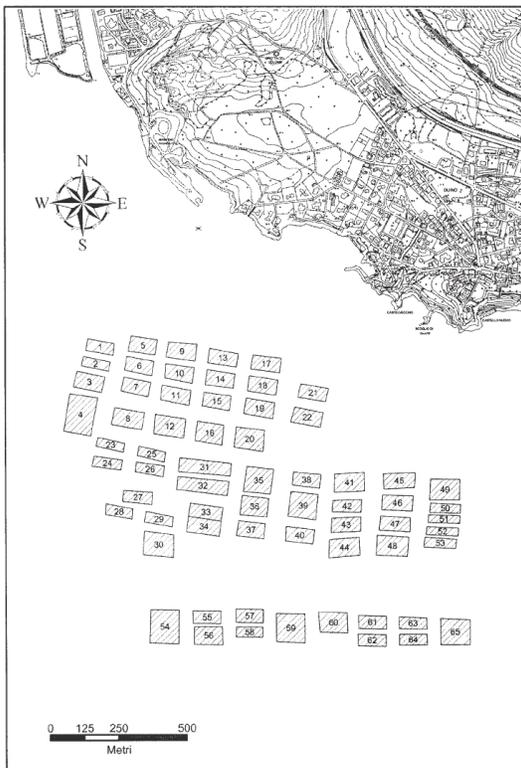


Fig. 1.113

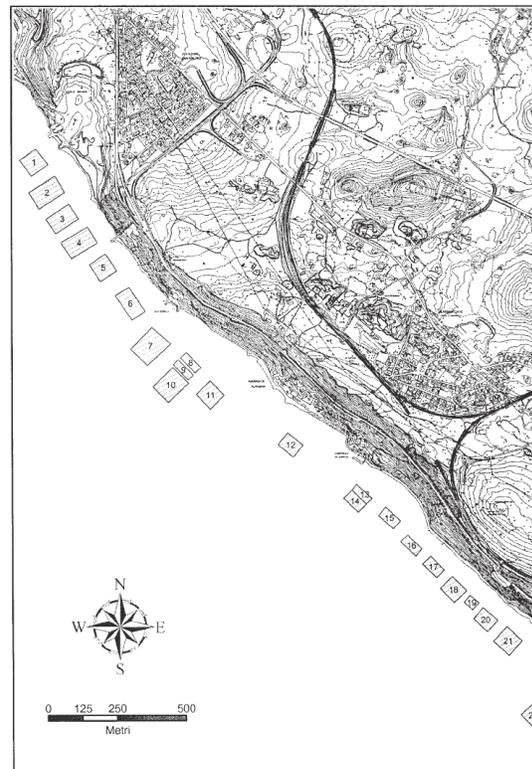


Fig. 1.114

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

312 di 437

Rev.:

00

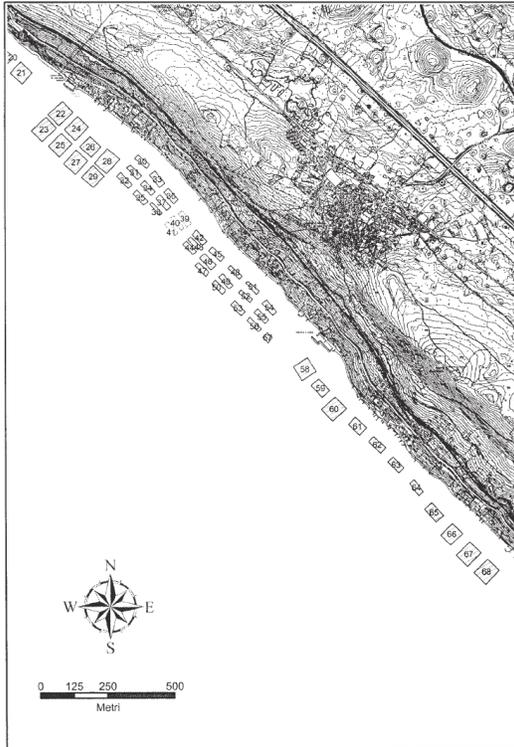


Fig. 1.115

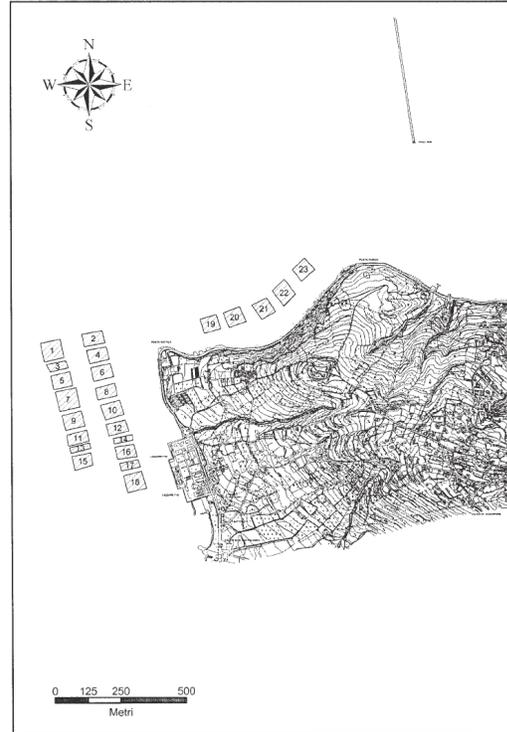


Fig. 1.116

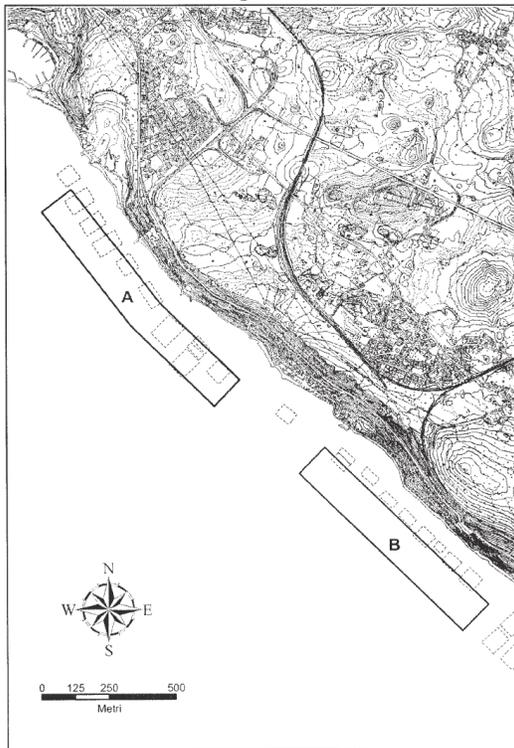


Fig. 1.117

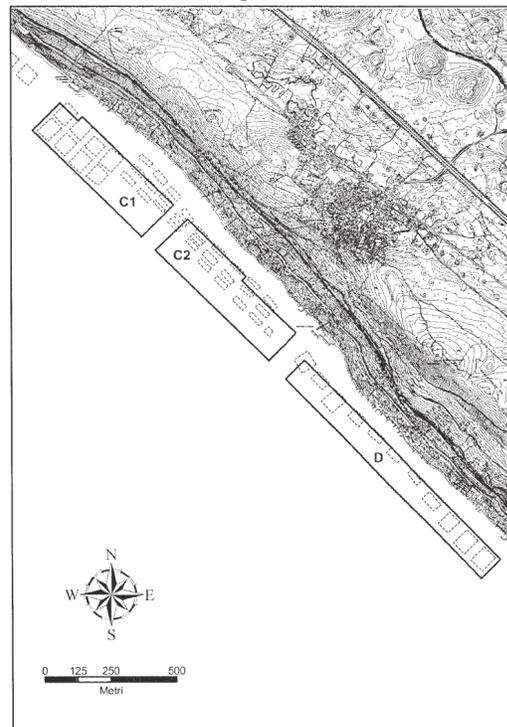


Fig. 1.118

Posizione impianti mitilicoltura. (Orel e Zamboni, 2001)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		313 di 437		00	

Per ciò che concerne gli altri tipi di maricoltura, la produzione degli impianti Ca' Zuliani, siti in Baia di Panzano, nel periodo 2000-2003 è stato di circa 200 t di orate e branzini più qualche piccola quantità di saraghi pizzuti e ibridi di Sparidi, che non hanno incontrato una favorevole accoglienza sul mercato, nonostante i buoni risultati ottenuti sia in fase di crescita, sia per lo svezzamento in avannotteria. Quest'ultima, situata lungo il canale Lisert collegato al bacino idrico del Locovaz-Timavo garantisce una produzione annuale di avannotti di circa 5.500.000 pezzi.

Attualmente, ai limiti del Compartimento di Trieste, verso Nord, la Soc. Ca' Zuliani, nelle prospicenze del Villaggio del Pescatore, possiede una decina di gabbie da preingrasso e da ingrasso. Nella stessa località hanno sede anche gli impianti a mare della Soc. SIDAM, per l'ingrasso di Orate e Branzini. Verso Sud, al confine con la Slovenia ci sono alcune gabbie di allevamento dismesse. A San Dorligo opera inoltre un impianto di allevamento di Salmonidi, che utilizza le acque del Rosandra.

La parte di gran lunga più importante della maricoltura triestina è comunque rappresentata dalla mitilicoltura su impianti flottanti.

Oltre a quanto già detto, va ricordata la coltura dell'ostrica (*Ostrea edulis*), la progenitrice della maricoltura nel Golfo di Trieste. Le esperienze condotte dal Dipartimento di Biologia e dalla Ittiomar nelle stazioni sperimentali fin dall'estate 1997, hanno messo in evidenza la concreta possibilità che nel Golfo di Trieste ritornino ad essere coltivate le ostriche piatte, proseguendo così la tradizione iniziata nella Trieste asburgica prima a Zaule e poi a Grado ad opera della Società Austriaca di Pesca e Piscicoltura Marina (Bussani et al, 2001).

La presenza di numerosi banchi naturali, messa in luce da ricerche ad hoc, lungo tutto l'arco costiero triestino, garantisce la consistente presenza di riproduttori e perciò un approvvigionamento naturale di novellame autoctono.

In tempi passati, un'altra specie protagonista sulla scena alieutica nel Golfo di Trieste e soprattutto nella Baia di Panzano è stato il "pedocio peloso" (*Modiolus barbatus*).

La produttività del Golfo di Trieste ha consentito sia nel passato (ostriche, modiola), sia nel presente (mitili) ai pescatori e maricoltori di raccogliere consistenti quantitativi di molluschi eduli e di mantenere nel tempo la produzione di una tra le specie più prelibate, il "dondolo" o "tartufo di mare" (*Venus verrucosa*).

La relativa ricchezza di dondoli del Golfo di Trieste è favorita anche dalla ormai decennale funzione di polmone della Riserva naturale marina di Miramare, dove consistenti banchi favoriscono una abbondante sciamatura di larve e l'insediamento di novellame sui substrati sottocorrente. (Orel e Zamboni, 2001).

1.10.2 Turismo

La costa dell'Adriatico settentrionale è rocciosa nella sua parte orientale, invece è sabbiosa da Monfalcone a Venezia, tuttavia le spiagge sono rinterrotte da fiumi, canali lagunari e paludi, di conseguenza solo una parte viene utilizzata turisticamente.

Il Friuli Venezia Giulia è una regione ricchissima dal punto di vista turistico, con un territorio molto vario che spazia dall'alta quota delle sue montagne, alle colline ed i suoi vigneti, alla pianura, per arrivare al mare ed ai vari tipi di costa e spiagge.

Nel litorale caratterizzato da sabbia dorata e fondali piatti, si trovano alcune tra le maggiori località balneari dell'alto Adriatico come Lignano Sabbiadoro e Grado, dove si concentra la maggior parte del turismo estivo: sono circa cinquanta chilometri di costa che offrono tutto quel che riguarda le attività turistiche legate al mare, in termini di nautica (sia a vela sia a motore), bellissimi i fondali ed il vento spira tutto l'anno (soprattutto ad ottobre quando la

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 314 di 437	Rev.:		
		00		

Barcolana ospita la regata più affollata con duemila imbarcazioni e decine di migliaia di marinai più o meno esperti).

Le Attività turistico-ricreative riguardano essenzialmente la nautica da diporto, che si appoggia ad infrastrutture considerate fra le più qualificate dell'Alto Adriatico, e la balneazione.

I maggiori porticcioli da diporto sono Sistiana, Duino, Grignano, Muggia; molti sono gli ormeggi.

Nella costa triestina, nel tratto compreso tra la foce del Timavo ed il porticciolo di Barcola sono presenti i porti di Sistiana, Grignano ed il Villaggio del Pescatore. I porti di Duino, Manovella de Zoppoli, Filtri di Aurisina, Santa Croce, Cedas e Barcola si distribuiscono verso la costa a distanza pressoché regolare l'uno dall'altro. A parte il Villaggio del Pescatore, che oltre a rappresentare la più ampia offerta di ormeggi della Provincia di Trieste è l'unico non posizionato sul mare aperto, sono porti marittimi a fondali profondi, rocciosi, di dimensioni medio-piccole e non dotati di ampie attrezzature per l'ormeggio di servizio per le imbarcazioni.

1.10.2.1 Località balenari

La balneazione interessa sia ampi tratti dei litorali sabbiosi occidentali (Marina Nova, Marina Julia, Canale Quarantia, Lido di Staranzano), sia sulla sponda opposta rocciosa, alcuni tratti in Comune di Duino Aurisina.

In tutte queste zone sono stati effettuati cospicui investimenti nei settori tipicamente connessi al turismo balneare (alberghi, centri residenziali, campings, infrastrutture pubbliche relative).

Tra le maggiori località balneari della Regione troviamo Lignano Sabbiadoro, situata tra la foce del Tagliamento e la Laguna di Marano; tra la zona abitata di Lignano Pineta e Lignano Riviera si trova uno stabilimento termale dove si sfruttano le proprietà terapeutiche dell'acqua di mare e della sabbia.

La spiaggia sabbiosa, a granulometria fine, è ampia e lunga circa 8 km e per la gran parte ricoperta da una folta pineta che si protende verso il mare aperto.

A Grado, nota anche come "Isola del Sole", in particolar modo va menzionata la Spiaggia di Banco d'Orio, da poco trasformata in area naturalistica, che sorge lungo la costa meridionale dell'omonima Laguna, formata da sabbia bianca e fine.

Grado è una delle più ricercate mete turistiche dell'Adriatico, grazie alla sua posizione (riparata dai venti e distante dai centri industriali) e al particolare microclima marino caratterizzato da un'elevata concentrazione di sale e iodio (le condizioni ideali per una località termale). La spiaggia è composta da sabbia ricca di proprietà terapeutiche ed è l'unica dell'Adriatico ad essere interamente esposta a sud.

Nell'area di Monfalcone le zone attrezzate per la balneazione sono:

- Lido di Staranzano: 900 m di spiaggia
- Marina Julia: spiaggia creata artificialmente che si estende per circa 750 m
- Isola dei Bagni.

Stabilimenti balneari sono presenti a Duino, Sistiana, Barcola e Marina di Aurisina.

Per quanto riguarda Trieste, la sua collocazione geografica è piuttosto suggestiva, con i palazzi che affacciano sul mare ed i colli del Carso alle spalle, con la Piazza centrale che si apre sul mare Adriatico; inoltre il celebre Castello di Miramare offre un panorama eccezionale; molte le iniziative turistiche della omonima Riserva Marina.

Recentemente è stato dato impulso al pesca-turismo nel Golfo di Trieste in collaborazione con la CCIAA- Azienda ARIES con un contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		315 di 437		00	

del Territorio. Diversi pescatori hanno potuto adattare la loro imbarcazione per l'accompagnamento di persone in mare al fine di illustrare e mostrare in pratica gli antichi sistemi di pesca del Golfo di Trieste, come osservare la pesca con nasse e con le lampare.

Si sono individuate importanti azioni per creare sistemi alternativi alla pesca nel Golfo permettendo ai pescatori locali di sperimentare altre attività economiche integrative con una riduzione dello sforzo di pesca complessivo. Molte anche le iniziative di promozione ambientale di alcuni prodotti locali, marini e costieri, attraverso l'immagine della stessa Riserva secondo un disciplinare nazionale che si sta sviluppando in tutta Italia.

1.10.2.2 Balneazione

Secondo il DPR 470/82, le acque si considerano idonee alla balneazione quando, durante l'ultima stagione balneare (che va da aprile a settembre), il 90% dei campioni "routinari" prelevati ha avuto tutti i parametri nei limiti di legge (per i microbiologici è sufficiente l'80%, se però si superano i limiti imperativi della Direttiva 1976/160/CE, la conformità deve essere del 95%) ed i casi di non conformità (per colorazione, pH, temperatura, fenoli, oli minerali e sostanze tensioattive) non hanno avuto valori superiori del 50% dei limiti.

Sulla base di questi criteri, a fine stagione viene determinata l'idoneità del punto di controllo.

L'intero arco costiero della regione si presenta stabilmente e quasi uniformemente balneabile (Fig. 1.119 e Allegato 25 Volume 3 di 5).

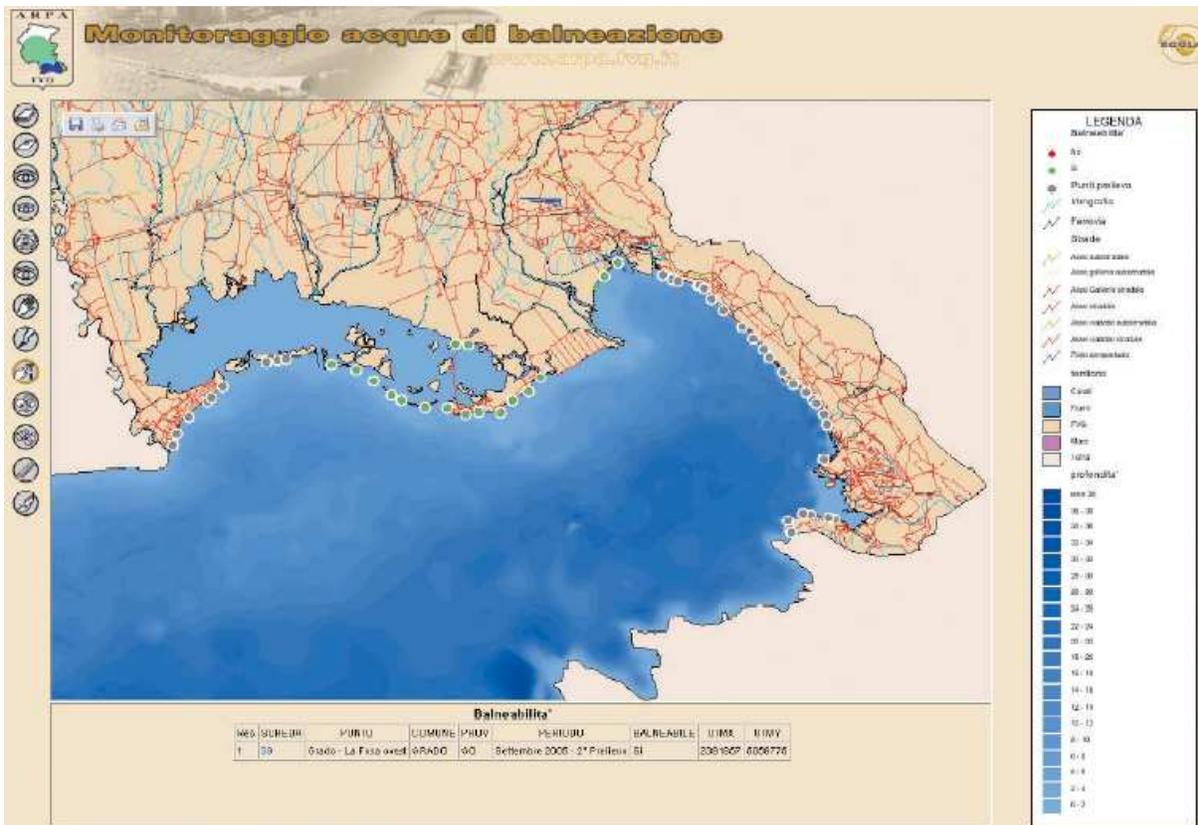


Fig. 1.119 - Zone idonee alla balneazione. (Fonte ARPA.FVG)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 316 di 437		Rev.:			
			00			

1.10.3 Traffico marittimo

In Friuli Venezia Giulia sono localizzati i porti commerciali di Trieste e Monfalcone che, in considerazione della loro localizzazione e della posizione geografica della Regione, che rappresenta un passaggio verso i Paesi dell'Europa balcanica e orientale, rivestono un ruolo di primaria importanza nei traffici del Mar Mediterraneo e, in particolare, dell'alto Adriatico.

1.10.3.1 Il Porto di Trieste

Situato nel punto d'incontro fra il bacino del Mediterraneo e le aree in forte crescita dell'Europa Centrale ed Orientale, il Porto di Trieste svolge un ruolo importante nel controllo e nella gestione di due flussi logistici intercontinentali:

- il collegamento fra l'Estremo Oriente e i mercati dell'Europa Centro-orientale ed in particolare quelli del bacino danubiano attraverso le linee di trasporto marittimo a mezzo container e le reti intermodali;
- il cabotaggio tra il Centro Europa, la Grecia, la Turchia, il Medio Oriente ed il Nord Africa, attraverso le cosiddette autostrade del mare.

Nella Tab. 1.33 si riportano alcune informazioni relative ai movimenti marittimi nel porto di Trieste (Fonte: Porto di Trieste).

	Movimenti Marittimi – Porto di Trieste (Sito web: www.porto.trieste.it)					
	Nazionali		Internazionali		Totale	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Navi	253	364	4,007	3,813	4,260	4,177

	Movimenti Marittimi – Porto di Trieste (Sito web: www.porto.trieste.it)					
	Nazionali		Internazionali		Totale	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Stazza Netta [tonn]	1,280,367	2,011,018	40,257,990	41,538,360	41,538,360	37,914,840
Merci Sbarcate [tonn]	3,198,384	4,116,952	43,767,160	42,023,470	46,965,540	46,140,420

Tab. 1.33 - Movimenti marittimi

Il porto di Trieste è uno dei maggiori del Mediterraneo sia per traffico petrolifero (grazie alla presenza di un oleodotto che collega la città con Ingolstadt) sia per traffico container. Il traffico passeggeri, dopo qualche decennio di assenza, sta sviluppandosi nuovamente. Sono presenti nella provincia anche una serie di porticcioli da diporto collegati con Trieste da una serie di linee stagionali o annuali gestite dalla Trieste Trasporti.

Le linee marittime sono:

- Trieste - Muggia (giornaliera annuale);
- Trieste - Barcola Grignano (stagionale);

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	317 di 437	00		

- Trieste - Sistiana - Duino - Monfalcone (stagionale);
- Trieste - Grado (stagionale) (attracchi: Trieste - Molo Pescheria; Grado - Molo Torpediniere);
- Marano - Lignano (stagionale);
- Marano - Lignano + Bus (stagionale).

Per quel che riguarda le partenze da Trieste verso altri stati, le rotte principali interessano l'Albania, Cipro, la Corea del Sud, l'Egitto, la Libia e la Turchia.

Le linee marittime che fanno scalo a Trieste collegano il porto con tutti i continenti: dall'Australia alla Nuova Zelanda, dall'Africa all'Estremo Oriente, dal Nord al Sud America (Fig. 1.120).



Fig. 1.120 - Rotte principali

La collocazione geografica del porto di Trieste che, fra i grandi porti europei, è il più vicino al canale di Suez, lo rende particolarmente interessante e vantaggioso in quanto, in termini economici di navigazione, consente una riduzione di più di 2.000 miglia nei collegamenti con l'Estremo Oriente.

Nodo portuale di scambio grazie alla posizione al vertice dell'Adriatico, crocevia dell'interscambio marittimo mondiale, Trieste opera in regime di punto franco, con le conseguenti agevolazioni per il traffico internazionale.

Il terminal contenitori del molo VII, i terminal Ro/Ro ferry che collegano Turchia e Albania, il terminal petrolifero della Siot sono specializzati per svariate tipologie di traffico. Inoltre il terminal crociere della Stazione Marittima è dedicato al traffico passeggeri.

Nel 2007 sono state sbarcate/imbarcate nel porto di Trieste 46.116.075 tonnellate di merce. Pesa sensibilmente sul computo totale il decremento di oltre 3 milioni di tonnellate di sbarchi di petrolio greggio al terminale SIOT.

Il traffico contenitori e i RoRo/Ferry riportano record di traffico mai raggiunti in precedenza e buoni segnali di un rinnovato impulso arrivano dal comparto passeggeri - con la crescita delle crociere - e dal traffico convenzionale.

Nel traffico passeggeri, pur in un'annata ove sono mancati i tradizionali collegamenti turistici con l'Istria, si registra un incremento di volume del 10% rispetto all'anno precedente, e ciò in ragione del buon percorso intrapreso dal traffico crociere: dei quasi

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	318 di 437	00		

114.000 passeggeri transitati da Trieste infatti, ben 55.000 sono stati i croceristi, con un incremento notevole rispetto ai 40.000 del 2006 (+37,5%).

In Fig. 1.121 viene illustrato in percentuale un riepilogo dei traffici marittimi che interessano il Porto di Trieste.

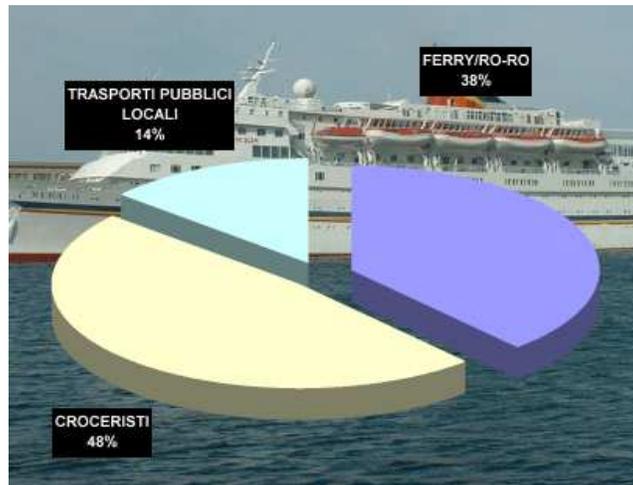


Fig. 1.121 - Traffici marittimi del Porto di Trieste.

1.10.3.2 Il porto di Monfalcone

Monfalcone costituisce il più importante porto della Provincia di Gorizia ed è ubicato in una buona posizione geografica, vicino all'Europa Centrale ed a grossi snodi di interscambio merci come l'autoporto di Gorizia, l'interporto di Cervignano e l'aeroporto Ronchi dei Legionari.

L'andamento dei volumi totali di merci movimentate nel Porto di Monfalcone ha presentato, negli ultimi 15 anni, una fase costante di crescita (Tab. 1.34).

Movimenti Marittimi – Porto di Trieste				
Anno	1990	1995	1999	2003
Merci Sbarcate	2,193,521	2,402,616	2,651,936	3,611,707
Merci Imbarcate	151,539	558,826	316,572	179,999
Totale	2,345,060	2,961,442	2,878,508	3,791,706

Tab.1.34 - Movimenti marittimi

I principali materiali movimentati sono costituiti da prodotti forestali (Monfalcone si colloca ai primi posti nella classifica nazionale), carbone, prodotti siderurgici e lapidei, minerali e cemento.

Nell'ottica di rafforzare la connotazione prevalentemente commerciale del Porto, sono stati realizzati o predisposti, da parte dell'Azienda Speciale per il Porto di Monfalcone, numerosi interventi di potenziamento dell'attuale capacità ricettiva dello stesso (Sito web: www.porto.monfalcone.gorizia.it).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		319 di 437		00	

Il traffico commerciale relativo alla zona di mare in prossimità del Terminale GNL è fortemente correlato a quello dei porti dell'Alto Adriatico.

Nell'Allegato27 (Volume 3 di 5) sono indicate le rotte più comunemente seguite dalle imbarcazioni in entrata e uscita dai porti di Trieste e Monfalcone.

Tutto il territorio regionale è inoltre percorso da una rete di vie navigabili, che si colloca per la maggior parte del suo sviluppo nella laguna di Grado e Marano, la quale consente il collegamento con il mare dei porti e approdi di competenza regionale presenti nella Bassa pianura friulana

La Litoranea Veneta è una via navigabile che congiunge Venezia a Monfalcone, attraverso una serie di canali naturali e artificiali dello sviluppo complessivo di circa 134 km. Attualmente il traffico lungo la litoranea, come su tutta la rete idroviaria è di tipo quasi esclusivamente diportistico, con l'eccezione dei canali che collegano al mare Grado e Marano, che servono anche al traffico peschereccio.

Le idrovie afferenti alla Litoranea Veneta sono le seguenti:

- Latisana - Litoranea Veneta, costituita dal fiume Tagliamento;
- Palazzolo dello Stella - Litoranea Veneta, costituita dal canale Cialisia e dal fiume Stella;
- Aquileia - Litoranea Veneta, costituita dal canale Taiada e dal fiume Natissa;
- Belvedere - Litoranea Veneta, costituita dal canale Belvedere.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 320 di 437	Rev.: 00			

2 INTERAZIONE OPERA-AMBIENTE

La valutazione di impatto riguarda le operazioni di posa e rinterro del gasdotto lungo circa 27,380 km che collega l'approdo situato nella baia di Muggia alla costa fra Grado e Punta Sdobba dove è localizzato l'approdo in località Golameto, sia per quanto riguarda l'ambiente marino, che l'ambiente costiero relativo ai 2 approdi.

Nel presente capitolo, vengono analizzate le interazioni che le diverse fasi dell'attività di posa e rinterro della condotta hanno sull'ambiente e sulle sue componenti.

Come descritto nel “Quadro di riferimento progettuale” (SEZ II), il progetto prevede essenzialmente lo scavo della trincea, il varo, la posa e il rinterro delle tubazioni.

Il rinterro, come descritto nella SEZ.II, Capitolo 5, avverrà con la tecnica del *post-trenching* cioè dopo la posa della condotta nel tratto *off shore* approssimativamente tra le batimetriche -5 m a Zaule (Trieste) e - 5 m a Golameto (Grado).

Invece, nella baia di Muggia, lungo il tratto dalla battigia fino alla batimetrica -5 m la posa della condotta sarà effettuata in una trincea a sezione obbligata e la sua lunghezza sarà circa 300 m a terra e circa 150 m a mare. Per quanto riguarda la costa di Grado verrà effettuata una Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.) di circa 1,3 km , che dalla costa passerà sotto la prateria di fanerogame sbucando in mare in una zona in cui la batimetria è circa - 5 m .

La rotta è stata definita tenendo in considerazione i vincoli imposti dalle leggi e dalle norme, individuati per mezzo di un'accurata analisi degli strumenti di tutela e pianificazione che governano il tratto di mare interessato dall'opera.

2.1 Individuazione delle azioni progettuali e dei relativi fattori di impatto

2.1.1 Azioni progettuali

Per la stima degli impatti, nelle diverse fasi in cui si sviluppa il progetto, sono state individuate le azioni di progetto le cui interazioni con le componenti ambientali sono significative ed hanno carattere definito, in alcuni casi esprimibile attraverso descrittori o indicatori parametrici.

Vengono qui di seguito elencate le principali azioni di progetto, descritte in dettaglio nella SEZ.II, Capitolo 5, suscettibili di produrre perturbazioni nell'ambiente in cui operano.

La Tab. 2.1, sintetizza le principali azioni di progetto previste per la realizzazione dell'opera in ambiente marino

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	321	di 437	00		

Tab. 1.1 - Azioni progettuali e attività di dettaglio (ambiente marino)

Azioni progettuali	Fase	Attività di dettaglio
Impiego dei mezzi navali di supporto	Costruzione	Mobilizzazione e demobilizzazione dei mezzi navali e del personale
Rinterro condotta	Costruzione	Tiro a mare Varo convenzionale
Presenza di uno scavo a sezione obbligato all'approdo di Zaule (TS)	Costruzione	Scavo Realizzazione palancoato
Realizzazione della TOC all'approdo di Golameto (Grado)	Costruzione	Realizzazione della stringa Realizzazione del foro pilota Installazione piattaforma di lavoro provvisoria Varo Tie-in
Esercizio condotta interrata	Esercizio	Manutenzione

La Tab. 2.2, sintetizza le principali azioni di progetto previste per la realizzazione degli approdi.

Tab. 1.2 - Azioni progettuali e attività di dettaglio (ambiente costiero)

Azioni progettuali	Fase	Attività di dettaglio
Apertura della fascia di lavoro	Costruzione	Realizzazione opere provvisorie Eventuale apertura strade di accesso
Scavo della trincea	Costruzione	Accantonamento humus Escavazione Deponia del materiale
Realizzazione della TOC (Golameto – Grado)	Costruzione	Preparazione area di cantiere Perforazione Gestione del materiale di risulta dello scavo
Posa e rinterro della condotta	Costruzione	Sfilamento tubi Saldatura di linea Controlli non distruttivi Posa condotta Rivestimento giunti Sottofondo e ricoprimento
Collaudo idraulico	Costruzione	Pulitura condotta Riempimento e pressurizzazione Svuotamento
Ripristini	Costruzione	Ripristini di linea
Realizzazione delle opere fuori terra	Costruzione/ Esercizio	Impianti di linea Recinzioni Segnaletica
Manutenzione	Esercizio	Verifica periodica dell'opera

2.1.2 Fattori di impatto

Per ciascuna azione di progetto è stato possibile individuare i fattori di impatto e stimare in modo quali-quantitativo, attraverso l'individuazione di opportuni parametri, i possibili impatti sulle varie componenti ambientali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		322 di 437		00	

La posa e il rinterro della condotta possono dare origine a diversi fattori di impatto. Per quanto riguarda il tratto off-shore essi si sintetizzano come segue:

A) fase di cantiere (ambiente marino):

- emissione di inquinanti in atmosfera;
- generazione di rumore;
- alterazione di strutture morfologiche e biocenosi bentoniche;
- risospensione dei sedimenti;
- rilascio di metalli in soluzione;
- scarico acque di raffreddamento motori;
- scarico di liquami civili dai mezzi navali di supporto;
- modificazione dell'idrodinamismo;
- sottrazione di habitat;
- modificazione del paesaggio dovuta alla presenza fisica delle strutture necessarie alla realizzazione del tratto a mare;
- Intralcio al traffico navale.

B) fase di esercizio (ambiente marino):

- rilascio di metalli dagli anodi sacrificali.

Per i due approdi i fattori di impatto individuati, dovuti alla realizzazione della condotta, sono i seguenti:

C) fase di cantiere (ambiente costiero):

- produzione di rumore;
- emissione di inquinanti in atmosfera;
- presenza fisica;
- traffico indotto;
- sviluppo di polveri;
- produzione di rifiuti inerti;
- effluenti liquidi e consumo della risorsa idrica;
- interferenze temporanee con la falda;
- modificazioni temporanee del suolo e del soprasuolo;
- modificazioni dell'uso del suolo;
- alterazioni estetiche e cromatiche.

D) Fase di esercizio (ambiente costiero)

- vincoli alla destinazione d'uso.

Nella fase iniziale, dopo un esame approfondito delle diverse operazioni, dei diversi tipi di effetto e dei processi innescati, viene proposta la matrice introduttiva **azioni di progetto / fattori di impatto** che mette in evidenza i rapporti causa/effetto tra le operazioni collegate al progetto e le perturbazioni indotte nei diversi ambiti a carico delle diverse componenti ambientali.

Nelle Tab. 2.3 e 2.4 sono individuati per ciascuna azione di progetto i fattori di impatto prodotti per il tratto off-shore e per gli approdi rispettivamente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 323 di 437		Rev.: 00	

Tab. 2.3 - Fattori di impatto potenziali e azioni progettuali (ambiente marino)

AZIONI DI PROGETTO	FATTORI DI IMPATTO									
	Emissione inquinanti in atmosfera	Generazione di rumore	Alterazione di strutture morfologiche	Alterazione di biocenosi bentoniche	Risospensione dei sedimenti	Rilascio metalli in soluzione dagli anodi sacrificali	Scarico delle acque di raffreddamento motori	Scarico liquami civili	Modificazione dell'idrodinamismo	Sottrazione di habitat
Fase di cantiere										
Impiego dei mezzi navali di supporto										
Rinterro condotta										
Presenza di uno scavo a sezione obbligato all'approdo di Zaule (TS)										
Realizzazione della TOC all'approdo di Golameto (Grado)										
Fase di esercizio										
Esercizio condotta interrata										

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 324 di 437		Rev.: 00		

Tab. 1.4 - Fattori di impatto potenziali e azioni progettuali (ambiente costiero)

AZIONI DI PROGETTO	FATTORI DI IMPATTO											
	Produzione di rumore	Emissioni in atmosfera	Presenza fisica	Traffico indotto	Sviluppo di polveri	Produzione di rifiuti inerti	Effluenti liquidi, consumo della risorsa idrica	Interferenze temporanee con la falda	Modificazione temporanea del suolo e del sottosuolo	Modificazioni dell'uso del suolo	Alterazioni estetiche e cromatiche	Vincoli alla destinazione d'uso
Fase di cantiere												
Tutte le azioni connesse alla fase di costruzione												
Apertura dell'area di passaggio												
Scavo della trincea												
Realizzazione della TOC a Golameto (Grado)												
Realizzazione area trappole in località Zaule (Trieste)												
Collaudo idraulico												
Fase di esercizio												
Esercizio condotta interrata												

La selezione dei fattori di impatto evidenzia i parametri più significativi in funzione del progetto ed è frutto di esperienze e studi multidisciplinari effettuati nel corso della lunga storia dell'attività petrolifera a scala mondiale e di dati ed informazioni provenienti dalla ricerca scientifica; la scelta è anche funzione delle caratteristiche particolari dell'ambiente in cui si opera.

2.1.3 Componenti ambientali interessate

Le componenti ambientali potenzialmente coinvolte dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto e considerate al fine della stima degli impatti sono le seguenti:

- Ambiente marino (Allegato 29 e 30 – Volume 3 di 5);
 - Atmosfera
 - Suolo e sottosuolo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	325	di 437	00			

- Ambiente idrico
- Plancton, Bentos, Necton ed ecosistemi
- Socio-economia
- Paesaggio
- Ambiente costiero (Allegato 31 e 32 – Volume 3 di 5).
 - Atmosfera
 - Suolo e sottosuolo
 - Ambiente idrico
 - Vegetazione e uso del suolo
 - Fauna
 - Paesaggio

Su questa base è stata compilata la matrice **componenti ambientali / fattori di impatto** che definisce le possibili interazioni fra i fattori di perturbazione indotti dalle azioni di progetto e le diverse componenti ambientali (Tab. 2.5 e Tab. 2.6).

Tab. 2.5 - Matrice di valutazione fattori di impatto/componenti ambientali (ambiente marino)

COMPONENTI AMBIENTALI	FATTORI DI IMPATTO											
	Emissione inquinanti in atmosfera	Generazione di rumore	Alterazione di strutture morfologiche	Alterazione di biocenosi bentoniche	Risospensione dei sedimenti	Rilascio metalli in soluzione dagli anodi sacrificali	Scarico delle acque di raffreddamento motori	Scarico liquami civili	Modificazione dell'idrodinamismo	Sottrazione di habitat	Modificazione del paesaggio	Intralcio al traffico navale
Atmosfera												
Suolo e sottosuolo												
Ambiente idrico												
Placton, Bentos, Necton e Ecosistemi												
Socio - economia												
Paesaggio												

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 326 di 437		Rev.: 00		

Tab. 2.6 - Matrice di valutazione fattori di impatto/componenti ambientali (ambiente costiero)

COMPONENTI AMBIENTALI	FATTORI DI IMPATTO											
	Produzione di rumore	Emissioni in atmosfera	Presenza fisica	Traffico indotto	Sviluppo di polveri	Produzione di rifiuti inerti	Effluenti liquidi consumo della risorsa idrica	Interferenze temporanee con le falde	Modificazioni temporanee del suolo e del sottosuolo	Modificazioni dell'uso del suolo	Alterazioni estetiche e cromatiche	Vincoli alle destinazioni d'uso
Atmosfera												
Suolo e sottosuolo												
Ambiente idrico												
Vegetazione e uso del suolo												
Fauna												
Paesaggio												

Successivamente viene proposta una valutazione qualitativa delle impatti individuati, cioè delle alterazioni degli indicatori e più in generale delle interazioni tra l'opera in progetto e l'ambiente recettore, sottolineandone le caratteristiche di sensibilità e quindi la vulnerabilità, tenendo anche conto della durata della perturbazione. La sensibilità (in particolare quella del comparto bentonico) alle attività di progetto risulta determinante nel condizionare l'effetto reale degli impatti individuati.

Eseguendo una analisi comparata fra la descrizione delle attività di progetto (SEZ. II), che hanno una ricaduta ambientale generando potenziali fattori di perturbazione, e le caratteristiche delle diverse componenti dell'ambiente nel quale le operazioni si svolgeranno, si sono potute sviluppare le necessarie considerazioni per la valutazione degli impatti.

Ove possibile è stata condotta, per ciascun parametro descrittore alfanumerico di perturbazione individuato, un'analisi comparativa fra i valori stimati, i valori di soglia (livelli massimi di accettabilità individuati dalla normativa e/o valori standard già codificati a livello nazionale e/o internazionale) e quelli di controllo (misurati da precedenti campagne di rilevamento sia nel Golfo di Trieste, sia nell'area di progetto e riferiti all'ambiente indisturbato).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		327 di 437		00	

2.1.4 Interazione tra azioni di progetto e componenti ambientali

2.1.4.1 Fase di cantiere (ambiente marino)

La presenza dei mezzi navali (circa 40 ÷ 50 gg) necessari alle operazioni e dei mezzi di supporto provoca un incremento in acqua del rumore a bassa frequenza potenzialmente in grado di indurre sia un allontanamento, comunque temporaneo e spazialmente limitato alla ridotta area di influenza del rumore, dell'ittiofauna, sia un'interferenza con le normali funzioni fisiologiche e comportamentali di alcune specie di mammiferi marini.

La presenza dei mezzi navali che operano lungo il tracciato della condotta per il post-trenching (15 gg), il varo e i collegamenti (40 gg) comporta una emissione di inquinanti in atmosfera legata al funzionamento dei motori; tale emissione risulta comunque ridotta nelle quantità, temporanea e migrante lungo il tracciato in mare aperto.

Il rinterro della condotta, sia al largo che sotto costa, può indurre variazioni morfologiche, anche se localizzate e di piccola entità, che potrebbero recare disturbo alle strutture morfologiche relitte (sedimentologiche o bio-costruite) oppure di biocenosi bentoniche, ecosistemi altamente vulnerabili come le praterie di fanerogame marine, o formazioni organogene importanti come le beach-rocks e le zone di bioconcrezione di cui alcune sono presenti nell'area interessata dal tracciato della condotta (Allegati 14 e 23 Volume 3 di 5).

Queste variazioni morfologiche verranno riempite, livellate e riportate alla condizione preesistente dalle correnti e dall'idrodinamismo, con maggiore rapidità nelle aree a deposizione attiva con sedimentazione più elevata, come quelle lungo la costa da Grado a Monfalcone (Allegato 14 Volume 3 di 5) mentre occorrerà maggior tempo nella zona centrale del golfo di Trieste dove il processo di sedimentazione è poco attivo.

Una seconda conseguenza del rinterro della condotta e delle operazioni di scavo necessarie è il fenomeno della mobilizzazione e risospensione dei sedimenti dal fondale. Essa induce un temporaneo aumento di torbidità dell'acqua su un'area la cui estensione dipende dall'idrodinamismo locale, dalla granulometria e dalla coesione del sedimento. La persistenza della torbidità è maggiore in presenza di particolari condizioni idrodinamiche come la stratificazione della colonna d'acqua e determina una diminuzione della penetrazione della luce. Se quest'ultimo fenomeno si protrae a lungo si può giungere ad avere una diminuzione di ossigeno in acqua per la riduzione delle attività di fotosintesi e l'attivazione dei soli processi di degradazione/ossidazione, interferendo perciò direttamente con la produttività primaria.

La risospensione dei sedimenti può provocare una limitata liberazione nella colonna d'acqua degli inquinanti eventualmente contenuti nei sedimenti stessi (Par. 3.1.2) ed in ultima analisi effetti indiretti sul comparto biologico legati ai possibili fenomeni di seppellimento di organismi e biocenosi dovuti alla rideposizione del materiale sospeso durante le operazioni.

L'effetto principale dello scarico di acque di raffreddamento dei motori è il possibile incremento locale e temporaneo della temperatura.

Lo scarico dei reflui civili trattati dai mezzi navali di supporto non avrà alcun effetto sull'ecosistema marino in quanto essi verranno convogliati a terra.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		328 di 437		00	

La presenza fisica in mare nella zona costiera del tratto palancoato (per circa 10 giorni) potrebbe produrre i seguenti effetti:

- una amplificazione/alterazione dell'idrodinamismo locale;
- un aumento di sostanza organica sia in sospensione che sul fondo con una possibile diminuzione dell'ossigeno negli strati più profondi;
- un aumento della torbidità con potenziali effetti diretti ed indiretti sul comparto biologico.

L'interferenza fisica tra le strutture per il e l'idrodinamica marina tende ad amplificare i normali fenomeni di risospensione/erosione del fondale.

Il posizionamento delle apparecchiature per l'interramento della condotta e la loro presenza potrebbero causare perturbazioni temporanee e limitate nello spazio, quali seppellimento degli organismi delle biocenosi bentoniche, intorbidimento della colonna d'acqua, sottrazione di habitat in un'area di circa 45000 m² e modificazioni temporanee del paesaggio.

L'entità degli effetti derivanti da una determinata perturbazione cambia a seconda della fase operativa ma i processi che vengono innescati sul fondale o lungo la colonna d'acqua sono in genere i medesimi.

I tipi di alterazione su cui si è focalizzata l'attenzione sono stati essenzialmente:

- anomalie morfologiche, sedimentologiche e macro-faunistiche indotte dalla sola presenza, seppur temporanea, delle strutture lineari necessarie per l'rinterro della condotta nel tratto di scavo a sezione obbligata come ostacolo fisico interferente con onde e correnti;
- effetti fisico-biologici (variazioni morfologiche, sedimentologiche, fenomeni di seppellimento di organismi bentonici) provocati dal materiale sospeso e risedimentato e dal posizionamento dello scavo a sezione obbligata;
- anomalie chimiche, chimico-fisiche e biologiche sulla colonna d'acqua e sul fondale marino provocate dal rilascio di sostanze o elementi tossici eventualmente presenti nel sedimento movimentato, con effetti a carico degli organismi planctonici e bentonici;
- anomalie chimiche, chimico-fisiche e biologiche dell'atmosfera, della colonna d'acqua o del fondale marino dovute all'eventuale rilascio di sostanze inquinanti organiche ed inorganiche ed alle perturbazioni indotte dalla presenza dei mezzi navali coinvolti nelle operazioni.

Per poter meglio valutare l'impatto delle attività sui singoli comparti occorre analizzare in dettaglio le azioni di progetto, le relative perturbazioni ed i processi con cui esse interagiscono. Per rendere più agevole questa analisi le azioni di progetto sono state suddivise in gruppi omogenei a seconda del tipo di effetto indotto e per ciascuno di essi sono state individuate le relative perturbazioni, ovvero i modi con i quali tali azioni interagiscono con l'ambiente modificandolo.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		329 di 437		00	

Azioni perturbative ad effetto eutrofizzante

Questo primo gruppo include quelle azioni che determinano perturbazioni in grado di incrementare, in modo diretto o indiretto, il livello delle sostanze nutrienti o il livello di arricchimento organico nella colonna d'acqua e nel sedimento.

In questa classe di perturbazioni si possono annoverare:

- immissione accidentale di idrocarburi liquidi;
- immissione in mare dell'acqua calda proveniente dal raffreddamento dei motori dei mezzi presenti durante le operazioni di posa e rinterro;
- presenza dello scavo a sezione obbligata all'approdo di Zaule (Trieste), può causare indirettamente un arricchimento in materia organica a causa delle variazioni che la sua presenza induce nella circolazione costiera.

Le perturbazioni ad effetto eutrofizzante determinano interferenze temporanee strettamente collegate con l'aumento di produzione primaria e significative nella ristretta area di influenza dello scavo a sezione obbligata, trascurabili e sfumate lungo il tracciato della condotta in mare aperto.

Le azioni ad effetto eutrofizzante provocano un aumento della concentrazione di clorofilla nella colonna d'acqua dovuto, a sua volta, all'aumento della densità delle popolazioni fitoplanctoniche e del particolato organico in sospensione. Tutto ciò può determinare, nella colonna d'acqua, una diminuzione della trasparenza ed un innalzamento della profondità al di sotto della quale la respirazione prevale sulla produzione e nel sedimento un aumento della sostanza organica con aumento delle risorse per gli animali detritivori e della decomposizione microbica e quindi un incremento del consumo di ossigeno ed una diminuzione della profondità dello strato ossidato.

Azioni perturbative meccaniche e fisiche del substrato

Vengono qui incluse tutte quelle perturbazioni che, pur esercitando un debole impatto sulle caratteristiche chimiche della colonna d'acqua e dei fondali, provocano una perturbazione prevalentemente di carattere fisico modificando, ad esempio, il regime idrodinamico, la composizione granulometrica e la morfologia del fondale. Esse consistono nell'immissione di materiale inorganico particolato, nella movimentazione del fondo causata dalla posa e rinterro della condotta, nella variazione idrodinamica causata principalmente dal permanere della struttura dello scavo a sezione obbligata che, interferendo con onde e correnti, determina turbolenza e fenomeni di erosione - sedimentazione locali, nonché alterazioni del regime sedimentario.

Le interferenze determinate da alterazioni meccaniche e fisiche del substrato riguardano, essenzialmente, la trasparenza per quanto riguarda la colonna d'acqua, una variazione della sedimentazione per quanto concerne il fondale marino. Gli effetti sono differenti a seconda della tipologia del fondale e delle sue biocenosi, diventando via via più apprezzabili nel caso di fondali rocciosi o di substrati organogeni alcuni dei quali sono presenti sui fondali interessati dal rinterro della condotta (Allegato 14 Volume 3 di 5).

La presenza fisica delle strutture necessarie per il varo e rinterro della condotta nel tratto di scavo a sezione obbligata ed in generale le operazioni in grado di interagire con il fondo causando fenomeni di erosione/risospensione dei sedimenti, determinano una variazione, seppur limitata nel tempo e nello spazio, della trasparenza dell'acqua. La diminuzione della trasparenza risulta particolarmente evidenziabile negli strati più profondi della colonna d'acqua a causa della movimentazione e risospensione dei sedimenti.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 330 di 437		Rev.: 00	

I reflui civili non contribuiscono alla diminuzione della trasparenza in quanto vengono convogliati a terra.

Una variazione del numero medio di specie di Policheti e Molluschi e degli indici di diversità specifica, equiripartizione ed abbondanza delle biocenosi bentoniche viene determinata dalle attività di posa e rinterro della condotta e dalle operazioni ad esse connesse, sia nella fase di post-trenching che in quella di scavo a sezione obbligata, anche se di durata relativamente breve e con effetti di ampiezza limitata all'immediato intorno delle aree di operazione.

La presenza fisica delle strutture necessarie per lo scavo a sezione obbligata, la movimentazione e la successiva rideposizione dei sedimenti indotta dalle operazioni di pre e post-trenching possono indurre alterazioni della tipologia del sedimento e quindi del numero delle specie macrobentoniche che dipendono fortemente dalle caratteristiche sedimentologiche del fondale.

La movimentazione del fondale determinata dalla posa e rinterro della condotta può determinare perturbazioni a carattere locale e temporaneo della componente microbiologica che vive insediata nel sedimento.

Azioni determinanti inquinamento inorganico

Si tratta di inquinamento chimico ad opera soprattutto di metalli, causato dalla movimentazione e risospensione di sedimenti eventualmente contaminati da metalli pesanti e dalla conseguente rimessa in circolo di questi inquinanti.

Le perturbazioni appartenenti a tale gruppo consistono nel rilascio di ioni rispettivamente nel sedimento e nella colonna d'acqua dai mezzi navali di supporto e dalle azioni di rinterro sia nel tratto al largo in cui viene utilizzata la tecnica del post-trenching e della T.O.C., sia nel tratto più prossimo alla costa in cui la condotta viene interrata con scavo a sezione obbligata.

L'interazione tra queste perturbazioni e l'ambiente biologico è dovuta a fenomeni di bioaccumulo (incorporazione da parte di organismi filtratori) degli ioni metallici.

Dalla bibliografia disponibile risulta evidente ad esempio come i valori più elevati di concentrazione di piombo nei sedimenti coincidano con la rotta delle imbarcazioni che periodicamente raggiungono i porti di Trieste e Monfalcone, ipotizzando quindi un'origine legata al passaggio di queste ultime. La presenza di mezzi navali determina quindi generalmente un aumento di concentrazione di Piombo in soluzione in quanto presente nei carburanti.

I valori riscontrati riflettono l'impatto maggiore determinato dalla lunga permanenza in mare delle strutture e dalla maggiore durata e ripetitività delle operazioni dei mezzi navali, rispetto alla brevità ed alla rapidità di avanzamento del cantiere di posa e rinterro della condotta.

Azioni perturbative di parametri fisici

Questo gruppo comprende tutte quelle azioni perturbative di natura fisica che non investono specificatamente i fondali, quali la generazione di rumore o l'immissione in mare dell'acqua di raffreddamento dei motori dei mezzi che operano nell'area di posa ed interro.

Tali perturbazioni possono provocare delle alterazioni delle funzioni fisiologiche degli organismi a vari livelli o, più semplicemente, possono causare il temporaneo allontanamento dell'ittiofauna interferendo con gli spostamenti del novellame di molte specie che in alcuni periodi si avvicinano alla costa. (Allegato 26 Volume 3 di 5)

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	331 di 437	00			

2.1.4.2 Fase di esercizio (ambiente marino)

La protezione delle strutture dalla corrosione a mezzo di “anodi sacrificali” produce effetti marginali sui sedimenti e sulle biocenosi.

Tale protezione (detta catodica) viene effettuata applicando, in modo uniforme, un certo numero di anodi sacrificali (1 anodo ogni 8/10 barre) a forma di bracciale composti da una lega a base di Alluminio che costituisce circa il 95% del totale.

La funzione di tali anodi è quella di formare pile caratterizzate da una forza elettromotrice che è funzione della differenza di potenziale tra anodo e catodo e di consumarsi, perciò, con una velocità calcolata in base ad alcuni parametri ambientali come la percentuale di ossigeno, la superficie esposta, la salinità e la temperatura, fattori questi che determinano la normale corrosione delle strutture metalliche interrate.

Gli anodi, durante la loro vita rilasciano ioni positivi di Alluminio, ma in concentrazione estremamente bassa e inferiore ai valori riscontrati nell’ambiente non perturbato.

L’eventuale aumento della concentrazione di Alluminio nei sedimenti che circondano la condotta, rimarrebbe comunque confinato senza poter incidere in modo sensibile sulle biocenosi.

Molto povera risulta la bibliografia esistente sugli effetti della presenza di Al nei sedimenti marini o nella colonna d’acqua, non sono comunque segnalati casi di tossicità da tale elemento in organismi marini; non risulta infatti che organismi filtratori in mare abbiano la capacità di bioaccumulare Al. Infatti occorre sottolineare che l’Al non viene bioaccumulato dagli organismi ma tende ad essere eliminato con la “clearance”; un leggero incremento del suo valore riscontrato in organismi filtratori può essere dovuto alla presenza di Al nei liquidi intravalvari.

Nella fase di esercizio l’unica interferenza con le varie componenti ambientali è rappresentata dal rilascio di ioni metallici nei sedimenti da parte degli anodi sacrificali.

2.1.4.3 Fase di costruzione (ambiente costiero)

Per completezza nelle tabelle successive sono descritti, per ogni fattore di impatto, i reali impatti che l’opera potrà generare, in fase di costruzione e delle azioni di ottimizzazione e delle opere di ripristino di linea previste.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 332 di 437	Rev.: 00	

Fattore di impatto	Produzione di rumore																
Attività di progetto	tutte le fasi di costruzione																
Sorgente	uso di mezzi operativi																
Descrizione	<p>I valori tipici di livello sonoro in dB(A) a 10 m, per i mezzi operativi generalmente impiegati sono:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>gru/autogru</td><td>92</td></tr> <tr><td>escavatore</td><td>109</td></tr> <tr><td>livellatrice</td><td>92</td></tr> <tr><td>autocarro</td><td>74-82</td></tr> <tr><td>trattore posatubi</td><td>93</td></tr> <tr><td>curvatubi</td><td>90</td></tr> <tr><td>saldatrice</td><td>95</td></tr> <tr><td>compressore</td><td>75</td></tr> </table> <p>Tali fattori di emissione sono del tutto comparabili con quelli generati dalle macchine agricole. I mezzi saranno in funzione solo in orario diurno e non opereranno tutti contemporaneamente, inoltre la natura stessa del cantiere fa sì che esso sia temporaneo e mobile.</p>	gru/autogru	92	escavatore	109	livellatrice	92	autocarro	74-82	trattore posatubi	93	curvatubi	90	saldatrice	95	compressore	75
gru/autogru	92																
escavatore	109																
livellatrice	92																
autocarro	74-82																
trattore posatubi	93																
curvatubi	90																
saldatrice	95																
compressore	75																

Fattore di impatto	Emissioni in atmosfera: gas esausti
Attività di progetto	tutte le fasi di costruzione
Sorgente	uso di mezzi operativi
Descrizione	I gas combustibili provenienti dal funzionamento dei mezzi sono costituiti essenzialmente da NO _x , SO _x , CO, idrocarburi esausti, aldeidi e particolato..

Fattore di impatto	Emissioni in atmosfera: polveri
Attività di progetto	tutte le fasi di costruzione ad eccezione di attraversamenti di corsi d'acqua, collaudo idraulico, ripristini morfologici e vegetazionali
Sorgente	movimentazione di suolo, scavo della trincea, transito su strade sterrate, uso di mezzi operativi
Descrizione	<p>Le emissioni di <u>polveri</u> (PTS) in atmosfera sono costituite dalla somma di tre contributi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - emissioni di PTS presenti nei fumi di scarico dei motori dei mezzi impegnati di cantiere; - emissioni di PTS dovute alla movimentazione del terreno; - emissioni di PTS causate dal movimento dei mezzi. <p>Per le emissioni dei fumi di scarico, si sono utilizzati i fattori di emissione standard suggeriti dall'EPA nel documento "Air pollutant emission factors", AP-42, vol. 2, 1985, che prevedono un'emissione massima per ognuno dei mezzi impegnati nel cantiere pari a 200 gr per ogni ora di lavoro.</p>

Fattore di impatto	Effluenti liquidi
Attività di progetto	collaudo idraulico
Sorgente	collaudo idraulico della condotta
Descrizione	<p>La condotta posata verrà sottoposta a collaudo idraulico per la durata minima di 48 ore ad una pressione minima di 1,2 volte la pressione massima di esercizio e ad una pressione massima che non superi, nella sezione più sollecitata, una tensione pari al 95% del carico unitario al limite di allungamento totale per il tipo di materiale utilizzato.</p> <p>L'acqua verrà prelevata da corsi d'acqua superficiali e successivamente rilasciata non è prevista alcuna additivazione dell'acqua utilizzata per il collaudo.</p>

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 333 di 437	Rev.: 00	

Fattore di impatto	Interferenze temporanee con le falde
Attività di progetto	scavo della trincea, realizzazione TOC
Sorgente	scavi
Descrizione	La falda freatica è risultata alla profondità del piano campagna. Durante gli scavi si assisterà ad un suo temporaneo e del tutto reversibile intorbidimento, che cesserà non appena terminate le operazioni di cantiere.

Fattore di impatto	Modificazioni temporanee del suolo e del sottosuolo
Attività di progetto	apertura dell'area di lavoro, realizzazione di infrastrutture provvisorie, scavo della trincea, realizzazione microtunnel e tunnel
Sorgente	scavi
Descrizione	<p>La realizzazione dell'opera comporta l'occupazione temporanea di una superficie complessiva pari a 19.000 m², considerando l'ampiezza della fascia di lavoro normale pari a 26 m. L'incremento di larghezza si rende necessario per evidenti esigenze di natura esecutiva ed operativa, ad esempio per la realizzazione della TOC all'approdo di Golameto (Grado).</p> <p>La realizzazione del metanodotto, come tutte le opere lineari interrato, richiede inoltre l'esecuzione di movimenti terra legati essenzialmente alle fasi di apertura della fascia di lavoro ed allo scavo della trincea.</p> <p>I movimenti di terra associati alla costruzione della condotta comportano esclusivamente accantonamenti temporanei del terreno scavato e la sua distribuzione lungo la fascia di lavoro, senza richiedere trasporto e movimenti del materiale longitudinalmente all'asse dell'opera, o lontano da essa. Questa circostanza garantisce di per sé che tutto il materiale movimentato durante la costruzione venga impiegato nel rinterro degli scavi e nel ripristino delle aree interessate dai lavori.</p> <p>Al termine dei lavori di rinterro, si procederà al ripristino finale della fascia di lavoro e delle aree accessorie con la rimessa in sito di tutto il materiale precedentemente movimentato.</p>

Fattore di impatto	Alterazioni estetiche e cromatiche
Attività di progetto	apertura dell'area di passaggio, realizzazione e presenza impianti e punti di linea, attraversamenti dei corsi d'acqua, ripristini morfologici e vegetazionali
Sorgente	esecuzione dei lavori
Descrizione	La realizzazione dell'opera indurrà alterazioni estetiche e cromatiche di carattere temporaneo lungo l'area di passaggio e di tipo permanente sulle superfici interessate dagli impianti e punti di linea.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 334 di 437	Rev.: 00	

Fattore di impatto	Presenza fisica
Attività di progetto	tutte le fasi di costruzione, attività di monitoraggio e manutenzione
Sorgente	mezzi operativi lungo il tracciato, esecuzione monitoraggio e manutenzione
Descrizione	I mezzi saranno dislocati lungo il tracciato ed avanzeranno lungo l'area di lavoro con il procedere del cantiere.

Fattore di impatto	Traffico indotto
Attività di progetto	tutte le fasi di costruzione
Sorgente	mezzi di trasporto
Descrizione	La realizzazione dell'opera comporterà un limitato aumento del volume di traffico sulla viabilità ordinaria in prossimità del tracciato. Tale aumento avrà un carattere temporaneo strettamente connesso alle fasi di lavoro ed all'avanzamento dei cantieri lungo il tracciato.

Fattore di impatto	Ricomposizione paesaggi ed ecosistemi
Attività di progetto	Ripristini di linea
Sorgente	Ripristini di linea
Descrizione	Le aree interferite dai due tratti di approdo, non sono caratterizzate da elementi di particolare criticità morfologiche o vegetazionali. Si prevede quindi, al termine dei lavori, l'esecuzione dei normali ripristini di linea lungo entrambi i tratti, i quali saranno riportati alle condizioni precedenti l'inizio della realizzazione dell'opera. Per quanto riguarda l'approdo di Zaule, in tale area la linea interferisce con il sito inquinato di interesse nazionale di Trieste. In base ai risultati della Caratterizzazione dell'area in esame, si procederà al ripristino della trincea e dell'area di passaggio con materiale autoctono, nel caso in cui esso risulti idonea allo scopo, o con altro materiale nel caso contrario.

2.1.4.4 Fase di esercizio (ambiente costiero)

Fattore di impatto	Vincoli alle destinazioni d'uso
Attività di progetto	gestione dell'opera
Sorgente	presenza di impianti di linea e imposizione servitù non aedificandi
Descrizione	La superficie complessivamente occupata dall'impianto di lancio e ricevimento PIG di Zaule (Trieste) è di 7.820 m ² . La fascia di servitù volta ad impedire l'edificazione su di una fascia a cavallo del metanodotto, per una tubazione di diametro di 32” e una pressione di 75 bar, dovrà avere una larghezza di 20,00 m per parte dall'asse della condotta, per l'intera lunghezza dell'opera (circa 29.320 m ²).

2.1.5 Sensibilità dell'ambiente

Per la stima degli impatti, il fattore “sensibilità dell'ambiente”, è da ritenersi decisivo per quanto riguarda l'ambiente marino, ed in particolare per il comparto bentonico. Per questo motivo, nei successivi paragrafi viene descritta dettagliatamente la sensibilità delle diverse unità biocenotiche presenti nell'area di interesse.

Per le aree di approdo non si evidenzia invece la presenza di ambienti particolarmente sensibili o facilmente perturbabili.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 335 di 437	Rev.: 00	

2.1.5.1 Ambiente marino

I fondali dell'Adriatico sono stati oggetto di diversi studi da parte di vari autori. Negli anni 1934-1936 A. Vatova effettuò una estesa indagine campionando in 382 stazioni i fondi molli dell'Adriatico. In base alle informazioni ottenute (sulla distribuzione batimetrica delle specie bentoniche, sulla loro distribuzione geografica, sulla loro densità e sul rapporto con la qualità del fondo) tentò di classificare i fondali in base al loro popolamento (Tab.2.8). A tal fine coniò il termine "zoocenosi" con il quale indicava le varie unità biocenotiche.

Tab.2.8 - Le zoocenosi dell'Adriatico occidentale individuate dal Vatova e la loro localizzazione prevalente

ZOOCENOSI	ESTENSIONE	PROF.	TIPO DI FONDO
Chione gallina	M.Ravenna - Pesaro	9 - 15	Sabbia – fango
Syndosmya alba	Pescara – Rodi Garganico	7 - 27	Sabbia – fango
Schizaster chiajei	Foce Po-Golfo Trieste	15-24	Fango
Amphioxus	Venezia-Grado	15-23	Sabbia grossolana
Turritella	Chioggia-Gargano	20-50	Fango
Turritella profunda	Fano-Pelagosa	50-100	Fango
Nucula profunda	Civitanova-Pelagosa	100-150	Fango
Tellina	Venezia-Chioggia	20-35	Sabbia

Successivamente, nel 1964, Perès e Picard adoperarono un criterio di definizione delle biocenosi sostanzialmente differente da quello utilizzato da Vatova e basato sui rapporti tra la specie e l'ambiente. Il loro criterio era fondato su una base ecologico-quantitativa e attribuiva ad ogni specie uno o più attributi che ne identificavano le caratteristiche e le affinità, o preferenze, per particolari fattori.

Un approccio di quest'ultimo tipo è sembrato, per gli scopi prefissati in questo lavoro, più vantaggioso del primo. Infatti, la conoscenza delle esigenze ecologiche delle specie che vivono negli ambienti interessati dalle attività di progetto può essere utilizzata per prevedere ed interpretare l'impatto esercitato da questa attività. Per tale motivo, seguendo il criterio di Perès e Picard, ogni specie di cui si conosce l'ecologia viene assegnata ad una particolare biocenosi - tipo e classificata secondo le sue preferenze per il substrato, secondo l'intensità del legame col substrato stesso e secondo il tipo più o meno esclusivo di appartenenza alla biocenosi – tipo (Tab.2.9).

A tale scopo, è di primaria importanza descrivere i meccanismi che regolano l'adattamento della fauna bentonica al proprio ambiente. Primo fra questi è il meccanismo di alimentazione. Esso dipende molto dalle proprietà ottiche dell'acqua che determinano una rapida estinzione della luce in una zona superficiale (zona fotica) al di sotto della quale non si ha la fotosintesi. Tutto ciò comporta una separazione, anche spaziale, tra comunità di produttori, consumatori e demolitori nella zona fotica e comunità a prevalenza animale e microbica nella zona afotica. La presenza di vegetali sul fondo è condizionata dalla possibilità di penetrazione della luce fino al fondo stesso e dipende fortemente dalla trasparenza delle acque sovrastanti. In assenza di vegetali, la comunità di fondo dipende esclusivamente dalle risorse alimentari che provengono dal sovrastante ambiente pelagico.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 336 di 437	Rev.: 00	

Tab.2.9 - Le zoocenosi dell'Adriatico occidentale individuate da Perès e Picard

DENOMINAZIONE	TIPO DI AMBIENTE
SFBC	Sabbie fini ben calibrate
SVMC	Sabbie fangose di modo calmo
SGCF	Sabbie grosse e ghiaia fini sotto l'influenza di correnti di fondo
SRPV	Sabbie relativamente protette dal moto ondoso
VTC	Fanghi terrigeni costieri
DC	Detritico costiero
DL	Detritico del largo
DE	Detritico infangato
C	Coralligeno
MI	Fondi mobili instabili
VB	Fanghi batiali
AP	Alghe fotofile
APPARTENENZA ALLA BIOCENOSI	
Excl	Esclusiva
Pref	Preferenziale

Risulta quindi evidente come l'adattamento fondamentale di questa comunità sia legato alla captazione ed alla utilizzazione del particolato organico. Il particolato può essere captato in vari modi:

- quando è ancora in sospensione da animali sospensivori o filtratori che estraggono, per filtrazione dell'acqua marina, le particelle sospese selezionando la parte organica;
- direttamente dal sedimento su cui le particelle sospese si sono depositate, ad opera di animali detritivori tramite diversi meccanismi.

Si esamina qui di seguito la situazione spaziale delle biocenosi interessate dalle operazioni di posa della condotta e per ciascun comparto che subirà uno o più impatti verranno riportate le caratteristiche e le stime delle principali grandezze qualitative e quantitative, fortemente dipendenti dal tipo di substrato e qui di seguito elencate:

- BIOCENOSI: attribuzione della biocenosi del comparto ad una particolare biocenosi tipo;
- CATEGORIA TROFICA: modalità prevalente di approvvigionamento alimentare;
- DIVERSITÀ TROFICA: varietà di strategie trofiche rinvenute;
- DIVERSITÀ PUNTUALE (ALFA): ripartizione delle abbondanze in un singolo sito;
- DIVERSITÀ GLOBALE (BETA): livello di eterogeneità biocenotica;
- ABBONDANZA: indica in termini di abbondanza numerica o di biomassa l'entità della colonizzazione.

Comparto delle biocenosi delle sabbie fini costiere (SFBC)

La biocenosi delle sabbie fini, che si estende lungo la costa, rappresenta una unità ambientale da ritenere di per sé omogenea nella sua caratterizzazione ecologica e come tale da considerare un comparto distinto.

La sua estensione è ristretta: non va oltre la batimetrica degli 8-10 m e perciò può ritenersi limitata all'estensione delle sabbie litorali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	337 di 437	00	

La comunità di fondo che domina tale comparto, caratterizzato da una forte energia idrodinamica e da sedimentazione molto scarsa, è costituita da animali filtratori di particellato sospeso. Le catene alimentari sono tipicamente molto brevi e la biomassa totale è molto elevata.

BIOCENOSI	SFBC
CATEGORIA TROFICA	FILTRATORI
DIVERSITÀ TROFICA	BASSA
DIVERSITÀ ALFA	BASSA
DIVERSITÀ BETA	BASSA
ABBONDANZA	ALTA

In tale comparto si svolgeranno le operazioni di scavo a sezione obbligata con il riporto del materiale di cava necessario, il posizionamento delle palancole, lo scavo della trincea e lo scarico del materiale dragato.

Nel comparto biocenotico SFBC si trova un breve tratto della condotta posata ed interrata (post-trenching) con l'utilizzo della PTM , con gli effetti perturbativi a questa tecnica connessi, fra cui la presenza di mezzi navali di supporto, lo scarico di acque di raffreddamento in mare etc.(Allegato 23 Volume 3 di 5).

In questo comparto la condizione ecologica fondamentale è costituita dalla forte energia idrodinamica che investe la colonna d'acqua ed i fondali.

A causa di essa la colonna d'acqua è sempre completamente rimescolata e la sedimentazione molto scarsa.

Le popolazioni di fondo sono composte quasi esclusivamente da filtratori che utilizzano particellato sospeso mentre sono scarsi gli animali che utilizzano materiale organico depositato. Questo tipo biocenosi è in grado di assorbire, entro certi limiti, le interferenze derivanti dalle perturbazioni ad effetto eutrofizzante senza andare incontro a modificazioni sostanziali.

Moderati livelli di eutrofizzazione determinano un aumento delle risorse alimentari con possibilità di aumento della biomassa totale mentre l'energia che investe i fondali può contribuire a mantenere elevati livelli di ossigeno.

Nei confronti delle perturbazioni meccaniche e fisiche del substrato, anche in questo caso si può ritenere che l'elevata energia non consenta una forte sedimentazione dei particellati inorganici i cui effetti rimarrebbero dunque limitati.

Nei confronti dei metalli rilasciati in soluzione la situazione ecologica del singolo comparto assume un significato secondario dato che i fenomeni di bioaccumulo o di biomagnificazione riguardano principalmente la fisiologia dei singoli organismi più che il tipo di ambiente nel quale sono inseriti. Nonostante i molluschi bivalvi, che costituiscono il gruppo dominante in questo tipo di comunità, siano riconosciuti come bioaccumulatori di metalli pesanti, a causa delle scarse conoscenze che si hanno sulla capacità di bioaccumulo dei piccoli detritivori e degli onnivori bentonici pare difficile differenziare i vari comparti in base alla loro sensibilità nei confronti di perturbazioni di questo tipo.

Nei confronti della generazione di rumore in acqua questo comparto è particolarmente critico. La fascia costiera infatti, è particolarmente importante per la riproduzione di molte specie ittiche. Inoltre, molte popolazioni di giovani pesci (novellame) hanno la tendenza a migrare nelle acque costiere dove possono contare su un pool di risorse particolarmente abbondante. In queste migrazioni vengono attivati meccanismi di orientamento di carattere soprattutto chemiotropico tra i quali rientrano stimoli anche di natura acustica. La

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	338 di 437	00		

generazione di rumore, in particolare a bassa frequenza, può essere un agente di disturbo per quelle specie che comunicano attraverso l'emissione di onde sonore alterandone, spesso, le loro funzioni fisiologiche.

Dallo studio eseguito si prevede quindi per questo comparto un maggior impatto determinato da azioni perturbative di parametri fisici specie sulla componente faunistica.

I parametri che potrebbero subire un impatto e risultare seppur lievemente e temporaneamente modificati sono, per i motivi anzidetti, quelli che riguardano gli aspetti quantitativi della fauna ittica.

Il resto dei fattori di perturbazione produce effetti più limitati, sensibili o trascurabili; tra questi fattori quelli che producono azioni ad effetto eutrofizzante come l'aumento del particolato inorganico e di materiale in sospensione, e di acqua di raffreddamento, l'immissione di idrocarburi, la liberazione di sostanze organiche dal sedimento sono di una entità limitata e di durata temporanea. Gli scarichi civili non sono stati considerati in quanto verranno convogliati a terra

Comparto delle aree colonizzate da biocenosi fanghi terrigeni costieri in ambiente eutrofico (VTC eutrofico)

Comprende i fondi che si estendono oltre le sabbie fini costiere secondo una fascia che si mantiene pressochè parallela alla costa. Tale comparto è caratterizzato da sedimenti fini contenenti grandi quantità di materiale organico.

Questa biocenosi viene sostituita, nella zona dell'Adriatico interessata dai lavori, più o meno gradualmente, dalla biocenosi definibile come VTC del largo.

La componente faunistica della biocenosi è costituita prevalentemente da detritivori superficiali e subsuperficiali di piccola taglia, rapido accrescimento, elevate potenzialità riproduttive e capaci di adattarsi a rapide fluttuazioni dell'ambiente; prevalgono le specie limivore e minivivore mentre sono scarsi i sospensivori.

BIOCENOSI	VTC
CATEGORIA TROFICA	DETR. SUB.
DIVERSITÀ TROFICA	BASSA
DIVERSITÀ ALFA	MEDIA
DIVERSITÀ BETA	BASSA
ABBONDANZA	ALTA

Nel comparto biocenotico VTC eutrofico si trova la maggior parte del tracciato della condotta. Qui si svolgeranno le operazioni di posa ed rinterro (post-trenching) della condotta con l'utilizzo della macchina PTM e si avvertiranno gli effetti perturbativi a questa tecnica connessi, fra cui la presenza di mezzi navali di supporto, lo scarico di acque di raffreddamento in mare etc.

Le perturbazioni individuate in precedenza e descritte in questo capitolo sono in grado di modificare l'assetto delle biocenosi.

Tale impatto, tuttavia è potenzialmente diverso a seconda del tipo di biocenosi e della situazione bioecologica tipica di ogni singolo comparto, ovvero, a seconda della "sensibilità ambientale" del comparto stesso.

Per sensibilità ambientale si intende, quindi, la capacità di un ecosistema di avvertire le pressioni naturali ed antropiche cui è sottoposto che inducono una variazione della condizione di equilibrio. Si può allora arrivare a dire che, per quei fattori di perturbazione

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	339 di 437	00		

legati in qualche modo all'attività di progetto, la sensibilità ambientale coincida con la compatibilità ambientale.

Le biocenosi di questo comparto sono composte in prevalenza da piccoli detritivori superficiali o subsuperficiali che sono già ben adattati ad una situazione eutrofica con elevate quantità di sostanza organica, scarsa ossigenazione e scarsa profondità delle strato ossidato del sedimento.

Si può quindi ritenere che tutte le interferenze determinate da un aumento della produzione primaria abbiano su queste biocenosi un impatto poco rilevante.

Il substrato stesso, composto prevalentemente da limi, rende questa biocenosi potenzialmente molto robusta anche nei confronti dell'immissione di materiale fine e della movimentazione del fondo.

Tale comparto reagisce a tutte le tipologie di effetti che possono perciò essere considerati poco rilevanti; tale particolarità è dovuta ad una biocenosi in prevalenza composta da detritivori che si adattano bene anche a condizioni estreme.

Si rileva quindi che buona parte dei fattori di perturbazione coinvolti da azioni con debole effetto eutrofizzante come quelle provocate dal progetto in esame esercitano impatti poco rilevanti, essendo le biocenosi già ben adattate ad un ambiente eutrofico.

Si nota inoltre l'insensibilità del comparto alle azioni perturbative dei parametri fisici che si fanno maggiormente sentire in vicinanza della costa e che sottolinea maggiormente la robustezza delle biocenosi. (Allegato 23 Volume 3 di 5).

Comparto delle biocenosi delle sabbie fangose di modo calmo (SVMC)

Questo comparto è attraversato per un breve tratto dal tracciato della condotta (Allegato 23 Volume 3 di 5) nel quale le caratteristiche del substrato, sia dal punto di vista granulometrico (elevata percentuale di peliti), sia dal punto di vista biocenotico (predominanza di organismi adattati alla attività fossoria), lo differenziano dai comparti precedenti. Anche l'idrodinamismo che influenza la colonna d'acqua è caratterizzato da bassa energia per cui il rimescolamento dell'acque è poco frequente e il tasso di sedimentazione è abbastanza elevato. Il notevole incremento di torbidità causato dallo scavo può essere tuttavia ben tollerato dagli organismi presenti.

2.1.5.2 Ambiente costiero

In relazione alle attività di cantiere una certa sensibilità ambientale si potrebbe avere nella zona dell'approdo di Golameto per quanto riguarda l'acquifero in quanto l'altezza della falda è poco al di sotto del piano campagna e pertanto occorre considerare che lo scavo per la posa in opera della condotta intercetterà l'acqua di falda con il rischio di intorbidamenti ed eventuali inquinamenti accidentali.

Inoltre essendo questa zona di transito per la fauna, in particolare Uccelli (par.1.6.5), il disturbo provocato dalla attività di cantiere potrebbe comportare impatti, anche se temporanei e mitigabili attraverso l'utilizzo di particolari accorgimenti tecnici ed esecutivi.

Le caratteristiche che definiscono la sensibilità delle componenti ambientali per le aree costiere sono riassunte nella Tab. 2.10 seguente.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 340 di 437	Rev.: 00		

Tab. 1.10 - Definizione delle classi di sensibilità per ogni componente ambientale interessata dal progetto.

Atmosfera	
trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> - Emissioni di particelle solide in scarse concentrazioni e in periodi limitati di tempo; - rumori non percepiti; - assenza di bersagli sensibili nelle vicinanze (ospedali, scuole, parchi, boschi, ecc.); - condizioni meteorologiche favorevoli.
medio- bassa	<ul style="list-style-type: none"> - Emissione di polveri in moderate concentrazioni per periodi limitati di tempo; - rumori percepiti solo nelle ore diurne nelle immediate vicinanze; - condizioni meteorologiche variabili; - bersagli sensibili entro 1000 metri.
media	<ul style="list-style-type: none"> - Emissioni di polveri in sospensione in concentrazioni consistenti; - rumori percepiti solo nelle ore diurne anche a distanza; - zone ad elevata sensibilità intrinseca all'inquinamento atmosferico; - bersagli sensibili a distanza ravvicinata.
alta	<ul style="list-style-type: none"> - Emissioni di alte concentrazioni di polveri fini e composti tossici e/o nocivi; - rumori continui percepiti a distanza; - condizioni meteorologiche critiche; - grave inquinamento esistente nell'ambiente considerato; - bersagli sensibili nelle immediate vicinanze.
Ambiente idrico	
trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> - Assenza della rete idrografica superficiale, ovvero limitata alla presenza di corsi d'acqua minori, quali fossi, scoline di drenaggio e canali irrigui; - assenza di falda superficiale o presenza di falde a bassa-media potenzialità, confinate in acquiferi non sfruttati o localmente sfruttati a scopi agricoli.
medio-bassa	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza di corsi d'acqua naturali a regime temporaneo con caratteristiche morfologiche e/o idrauliche di scarso rilievo; - presenza di falde di bassa potenzialità in acquiferi fessurati non sfruttate; - presenza di falde di media-elevata potenzialità, localmente sfruttate a scopi agricoli ed artigianali.
media	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza di corsi d'acqua caratterizzati da regime perenne o temporaneo con buona attività idraulica e con caratteristiche morfologiche rilevanti; - presenza di falde subaffioranti a media-elevata potenzialità localizzate in terreni altamente permeabili, utilizzati a scopi irrigui; - presenza di falde ad elevata potenzialità in acquiferi fessurati (permeabilità in grande) non sfruttate.
alta	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza di corsi d'acqua, con caratteristiche di forte naturalità della regione fluviale; con buona attività idraulica e con caratteristiche morfologiche rilevanti; - presenza di falde di media-bassa potenzialità utilizzate a scopi idropotabili.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 341 di 437	Rev.:			
		00			

Suolo e sottosuolo

trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> - Aree pianeggianti con assenza di processi morfodinamici in atto ovvero aree di versante e di crinale a sommità appiattita da leggera a media acclività; - aree fluviali e golenali con terreni sciolti alluvionali; - litotipi di consistenza lapidea ovvero terreni sciolti alluvionali e non; - suoli giovani, non differenziati in orizzonti ovvero suoli agricoli, suoli alluvionali.
medio-bassa	<ul style="list-style-type: none"> - Aree pianeggianti con processi morfodinamici in atto, aree di versante e di crinale a sommità appiattita a media acclività con assenza o debole attività morfodinamica; - litotipi stratificati o a struttura massiva ovvero terreni sciolti alluvionali e non; - aree di pianura o di crinale a sommità appiattita con terreni strutturati, evoluti, profondi e con presenza di orizzonte organico; - suoli poco differenziati in orizzonti diagnostici ma con presenza di orizzonte organico.
media	<ul style="list-style-type: none"> - Aree di versante variamente acclive (normalmente medio/forte) con substrato lapideo in strati o a struttura massiva ovvero alternanza di terreni sciolti ed a consistenza lapidea, con suoli differenziati in orizzonti di cui quello organico con spessore da profondo a superficiale.
alta	<ul style="list-style-type: none"> - Aree di cresta assottigliata, aree di versante ad elevata acclività con suoli differenziati in orizzonti profondi; spessore dell'orizzonte organico scarso, ovvero poco profondo; - substrato lapideo in strati con alta propensione al dissesto.

Vegetazione ed uso del suolo

trascurabile	<ul style="list-style-type: none"> - Aree con vegetazione naturale scarsa, aree agricole con colture erbacee; vegetazione erbacea dei greti fluviali. Grado di ricostituzione del soprassuolo entro 1 anno dal termine dei lavori.
medio-bassa	<ul style="list-style-type: none"> - Aree agricole con colture arboree; - aree con formazioni vegetali naturali erbacee o arbustive che hanno una capacità di ricostituzione del soprassuolo stimabile in tempi brevi.
media	<ul style="list-style-type: none"> - Aree con popolamenti arborei ed arbustivi, naturali o seminaturali, con struttura non articolata in piani di vegetazione e composizione specifica semplificata che hanno una capacità di ricostituzione del soprassuolo in tempi medi.
medio-alta	<ul style="list-style-type: none"> - Aree con vegetazione naturale o semi naturale, arborea e arbustiva, struttura articolata in piani di vegetazione ma tendenzialmente coetaneiforme; ricchezza di specie nella composizione specifica; - boschi governati a ceduo, comprese tutte le forme di transizione conseguenti all'attuale gestione e capacità di ricostituzione del soprassuolo stimabile in tempi lunghi.
alta	<ul style="list-style-type: none"> - Aree con popolamenti naturali o seminaturali, arborei, con struttura articolata in piani di vegetazione, complessa e tendenzialmente disetaneiforme; - cenosi di particolare valore naturalistico, con specie rare o endemismi. - boschi governati a fustaia, comprese tutte le forme di transizione conseguenti all'attuale gestione; - tutte le formazioni che hanno una capacità di ricostituzione del soprassuolo stimabile in tempi molto lunghi.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 342 di 437	Rev.:	00	

Fauna	
trascurabile	- Ecosistemi fortemente antropizzati con aree urbane e sistemi agricoli con colture erbacee a carattere intensivo.
medio-bassa	- Ecosistemi agricoli con presenza di colture erbacee a carattere estensivo e colture arboree.
media	- Ecosistemi acquatici con presenza di vegetazione arborea ed arbustiva a carattere frammentario e con una scarsa differenziazione in microhabitat; - formazioni forestali attualmente soggette a forme di gestione a turni brevi e rimboschimenti con specie non autoctone.
medio-alta	- Ecosistemi anche non pienamente strutturati ma che rappresentano nicchie ecologiche in grado di assicurare il mantenimento della biodiversità in ambiti agricoli o con intensa urbanizzazione; - ecosistemi forestali attualmente soggetti a forme di gestione con turni lunghi o senza più una gestione attiva, in evoluzioni verso sistemi naturaliformi, tendenti ai massimi livelli della serie dinamica.
alta	- Ecosistemi acquatici e terrestri strutturati, con elevata presenza di microhabitat interconnessi, in grado di ospitare specie faunistiche e vegetali di particolare valore naturalistico.
Paesaggio	
trascurabile	- Ambiti pianeggianti fortemente antropizzati con presenza di colture erbacee e scarsa presenza di vegetazione naturale. Grado di visibilità dell'opera molto basso e poco persistente nel tempo.
medio-bassa	- Ambiti pianeggianti con presenza di colture arboree e presenza frammentaria di vegetazione naturale residuale, aree di versante o di cresta con presenza di vegetazione erbacea. Grado di visibilità dell'opera da basso ad alto, ma poco persistente nel tempo.
media	- Ambiti pianeggianti ma con elementi che caratterizzano paesaggisticamente il territorio e dove esiste un elevato grado di connettività delle fitocenosi naturali (siepi, filari e lembi boscati). Grado di visibilità dell'opera da medio ad alto; - aree di cresta con presenza di specie arbustive e arboree; grado di visibilità dell'opera basso, con possibilità di protrarsi nel tempo.
medio-alta	- Ambiti di versante con presenza di fitocenosi naturali arboree o arbustive. Grado di visibilità dell'opera medio, con possibilità di protrarsi nel tempo.
alta	- Ambiti naturali con elevata diffusione di boschi; aree nelle quali sono presenti particolari emergenze paesaggistiche o con un grado di visibilità dell'opera elevato e persistente nel tempo.

2.1.6 Incidenza del progetto

L'analisi dell'incidenza del progetto è volta ad accertare se la realizzazione e la gestione dell'opera inducono modificazioni significative alle caratteristiche dell'ambiente su cui la stessa viene ad insistere.

Per ciascuna componente ambientale, l'incidenza dell'opera è valutata considerando gli effetti che ogni singola azione di progetto, attraverso i fattori di perturbazione, comporta (vedi par. 2.1.1 e 2.1.2).

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	343	di 437	00		

Ciascuna azione di progetto viene ad incidere, attraverso gli specifici fattori di impatto, sulle componenti ambientali in diversa misura e con modalità differenziate lungo il tracciato della infrastruttura.

Nel caso della realizzazione di condotte per il trasporto del gas, queste azioni di progetto risultano legate essenzialmente alle attività di apertura della fascia di passaggio, allo scavo della trincea ed alla realizzazione degli impianti di linea, per quanto riguarda le aree costiere, all'interramento della condotta, per quanto riguarda il tratto off-shore.

Un ulteriore criterio da considerare per la determinazione dell'incidenza del progetto, al termine della fase di costruzione dell'opera, è la realizzazione dei ripristini morfologici degli approdi. Dette azioni, volte essenzialmente alla rinaturalizzazione della fascia di lavoro, vengono ad incidere positivamente sull'ambiente, determinando con il loro affermarsi nel tempo una progressiva riduzione del grado di incidenza dell'opera.

2.1.7 Metodologia di stima degli impatti

La stima del livello di impatto, per ogni componente ambientale, deriva dalla combinazione delle valutazioni della sensibilità della stessa e dell'incidenza del progetto, attribuendo, ai soli fini della compilazione della successiva tabella (Tab. 2.11), ai diversi gradi di sensibilità e di incidenza valori numerici crescenti da 1 a 5.

Il livello di impatto per ogni singola componente è, quindi, ottenuto dal prodotto dei due valori numerici ed espresso, lungo il tracciato della condotta, nelle seguenti quattro classi di merito:

- nullo
- trascurabile
- basso
- medio
- alto

Tab. 1.11 - Determinazione del livello di impatto

SENSIBILITÀ' DELLA COMPONENTE	GRADO DI INCIDENZA DEL PROGETTO				
	1 molto bassa	2 bassa	3 media	4 alta	5 molto alta
1 trascurabile	1	2	3	4	5
2 medio - bassa	2	4	6	8	10
3 media	3	6	9	12	15
4 medio-alta	4	8	12	16	20
5 alta	5	10	15	20	25

	impatto trascurabile
	impatto basso
	impatto medio
	impatto alto

Per i due approdi, in fase di esercizio, l'impatto è stato considerato nullo su tutte le componenti, fatta eccezione per l'area dell'impianto di lancio e ricevimento PIG di Zaule (Trieste) la cui realizzazione comporterà l'occupazione permanente del suolo.

I due tratti a terra, la cui lunghezza risulta essere 373 m a Zaule (Trieste) e 360 m a Golameto (Grado), non arrecheranno alcuna perturbazione sensibile all'ambiente costiero

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	344	di 437	00		

in fase di esercizio, giacchè risulteranno completamente interrati, e non pregiudicheranno le normali attività agricole e industriali, tipiche delle aree in cui saranno realizzati.

Le componenti ambientali considerate per la stima degli impatti sono:

- Ambiente marino (Allegato 29 e 30 – Volume 3 di 5);
 - Atmosfera
 - Suolo e sottosuolo
 - Ambiente idrico
 - Plancton, Bentos, Necton ed ecosistemi
 - Socio-economia
 - Paesaggio
- Ambiente costiero (Allegato 31 e 32 – Volume 3 di 5).
 - Atmosfera
 - Suolo e sottosuolo
 - Ambiente idrico
 - Vegetazione e uso del suolo
 - Fauna
 - Paesaggio

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	345 di 437	00		

3 IMPATTO INDOTTO DALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

3.1 Analisi degli impatti sull'ambiente marino (fase di costruzione)

Le considerazioni fatte permettono di individuare le componenti ambientali coinvolte dalle operazioni di posa ed rinterro della condotta in mare (Allegato 29 Volume 3 di 5):

- Atmosfera: viene interessata dalle emissioni dei motori dei mezzi navali che effettuano il varo e l'rinterro della condotta;
- Suolo e sottosuolo: a seguito delle operazioni di scavo ed rinterro della condotta e della rideposizione del sedimento con formazione di stratificazioni sul fondo marino;
- Ambiente idrico: subisce gli effetti della movimentazione dei sedimenti a seguito dello scavo della trincea con aumento della torbidità;
- Plancton, Bentos, Necton ed Ecosistemi: coinvolti globalmente nell'operazione di scavo della trincea ed rinterro della condotta;
- Socio-economia: per l'interferenza dei lavori con le attività di pesca e turistiche che insistono nell'area del golfo di Trieste;
- Paesaggio: durante la fase di cantiere il paesaggio marino risulta temporaneamente compromesso dalle attività che si svolgono sulla spiaggia.

3.1.1 Atmosfera

L'impatto sull'atmosfera prodotto dalla posa e rinterro della condotta è dovuto alle emissioni di inquinanti dagli scarichi dei motori dei mezzi navali impegnati nelle operazioni di posa della condotta e nella guida della macchina di dragaggio.

La stima dell'impatto sulla componente atmosfera è stata effettuata mediante l'impiego di modellistica matematica applicata alle emissioni degli inquinanti atmosferici da parte dei motori di propulsione dei mezzi impiegati nelle operazioni di posa ed rinterro.

Il principale inquinante emesso risulta essere NO_x; gli altri inquinanti, in particolare CO, SO₂ e PST, sono emessi in quantità inferiore e presentano limiti di accettabilità più elevati. La miscela degli NO_x emessi dalla combustione è composta, in termini cautelativi, per circa il 90% da NO e circa il 10% da NO₂; dell'NO emesso, inoltre, solo una quantità del 10-15% si può trasformare in NO₂ per ossidazione fotochimica. Pertanto dell'NO_x emesso originariamente solo il 25% è costituito di NO₂ che rappresenta l'inquinante soggetto al limite di legge.

Per ciascuno dei parametri indicatori è stato desunto un valore di soglia dalla normativa vigente (D.M.60 del 2/4/2002; per gli Idrocarburi Totali restano validi i parametri di qualità indicati nel DPCM del 28/03/1983) ed un valore di controllo (da bibliografia) rappresentativo dell'ambiente in cui l'opera verrà realizzata.

La definizione dei valori di stima è stata operata in considerazione degli stessi valori di controllo e delle simulazioni del comportamento dispersivo dei contaminanti effettuata a mezzo di modello matematico.

I fattori di perturbazione (Tab. 3.1) che interferiscono con la componente atmosfera sono essenzialmente le emissioni di inquinanti legate agli scarichi dei motori dei mezzi navali impegnati nella posa della condotta e nella guida della macchina di dragaggio quindi attivi esclusivamente nella fase di costruzione.

La stima dell'impatto è stata tratta da AGIP, 1997.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 346 di 437	Rev.:		
		00		

(Tab. 3.1) - Matrice “Parametri Indicatori / Fattori di Perturbazione” per la componente atmosfera (da [1] AGIP, 1997).

Parametri Indicatori	Immissione gas combusti	Immissione gas incombusti	Immissione polveri	Immissione idrocarburi
Concentrazione di SO ₂				
Concentrazione di NO ₂				
Concentrazione di CO				
Concentrazione di idrocarburi				
Concentrazione di PM ₁₀				

3.1.1.1 Definizione dei parametri indicatori

- **Anidride solforosa:** proviene solo dagli scarichi dei motori a gasolio. La sua presenza in atmosfera contribuisce all'acidificazione delle piogge con possibili ripercussioni sulla flora terrestre.
 - Valore di controllo: 5µg/Nm³ - concentrazione media in aria (Floccia et al., 1985)
- **Ossidi di azoto NO_x :** anche essi sono responsabili delle piogge acide.
 - Valore di controllo: 19 µg/Nm³ - dati ENI Div. E&P
- **Ossido di carbonio:** elemento tossico e dannoso all'ambiente
 - Valore di controllo: 100µg/Nm³ - concentrazione media in aria (Floccia et al. 1985)
- **Idrocarburi totali:** si tratta degli idrocarburi incombusti nei gas di scarico dei motori a gasolio di grossa potenza, quindi essenzialmente quelli impiegati sul laying barge.
 - Valore di controllo: 0,05 µg/Nm³ - livello di fondo in zona aperta con solo traffico marittimo (Floccia et al. 1985).
- **Polveri sospese totali (PST):** derivano dalla incompleta combustione dei motori a gasolio. Agiscono anche come vettori di altri inquinanti.
 - Valore di controllo: 1mg/Nm³ - concentrazione media di fondo lontano da centri industriali (Floccia et al. 1985).

Nella Tab. 3.2 vengono riportati i valori limite di concentrazione in aria ambiente e il valore di controllo per tutti gli inquinanti che saranno considerati in questo studio.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 347 di 437		Rev.: 00	

Tab. 3.2 - Valori limite e di controllo per gli inquinanti emessi.

Indicatore	Periodo di mediazione	Parametro di riferimento	Valore limite [µg/m ³]	Normativa di riferimento	Valore di controllo [µg/m ³]
NO ²	1 ora	99.8 percentile	200	DM n°60 del 02/04/2002	19.0
SO ²	24 ore	99.2 percentile	125	DM n°60 del 02/04/2002	5.0
CO	8 ore	media	10000	DM n°60 del 02/04/2002	100.0
PM10	24 ore	90.4 percentile	50	DM n°60 del 02/04/2002	1.0
Idrocarburi totali	3 ore	media	200	DPCM del 28/03/83	0.05

Definizione dei valori di stima

I valori di stima dei parametri presi in considerazione per le valutazioni di impatto delle emissioni in atmosfera sono stati ottenuti attraverso simulazioni di diffusione con modello matematico. Nel caso specifico si è fatto riferimento a valori ottenuti in studi precedenti e riferiti alla fase di installazione di una piattaforma petrolifera poiché i mezzi in gioco sono molto simili anche se, nel caso della piattaforma, le potenze dei suddetti mezzi sono maggiori.

Caratteristiche delle sorgenti

E' stato considerato l'insieme dei motori installati sul *laying barge* e dei motori dei mezzi navali di supporto, per una potenza totale di 16.700 HP a cui viene attribuita una portata totale dei gas di scarico di 130.000 m³/h a una temperatura di 450°C (Tab. 3.3).

La permanenza dei mezzi lungo il tracciato è prevista per circa 50 giorni; tuttavia tali mezzi si muovono lentamente ma continuamente lungo l'asse, a una media di 500-700 m al giorno, per cui le emissioni insistono solo per breve tempo sullo stesso sito.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 348 di 437		Rev.: 00	

Tab. 3.3 - Emissioni in atmosfera durante le operazioni di posa e rinterro della condotta

TIPO DI EMISSIONE	UNITA' DI MISURA	SORGENTE DELL'EMISSIONE INSIEME DEI MOTORI 16.700 hp tot.
Portata totale gas di scarico	m ³ /h	130.000
Temperatura scarico	°C	450
Idrocarburi incombusti		
- portata	g/h	800
- concentrazione	µg/Nm ³	16
Monossido di carbonio-CO		
- portata	g/h	44.000
- concentrazione	µg/Nm ³	880
Ossidi di azoto-NOx		
- portata	g/h	80.000
- concentrazione	µg/Nm ³	1.600
Anidride solforosa-SO2		
- portata	g/h	13.000
-concentrazione	µg/Nm ³	260
Polveri -PST		
- portata	g/h	3.000
- concentrazione	µg/Nm ³	60

Il calcolo del modello di diffusione atmosferica delle emissioni e delle relative concentrazioni è stato effettuato prendendo come riferimento i valori delle diverse velocità di vento per ciascuna condizione di stabilità atmosferica che si può verificare in *offshore*, tenendo conto dei cicli stagionali dei venti tipici dell'Alto Adriatico.

E' stato applicato il modello SCREEN3 messo a punto e convalidato dall'EPA. Si tratta del modello più adatto ad eseguire le simulazioni di dispersioni di inquinanti in atmosfera nelle condizioni previste per la zona dell'Alto Adriatico e con i dati meteorologici a disposizione. Il modello risulta ampiamente conservativo ed i risultati del calcolo stimano sicuramente per eccesso le condizioni reali.

Utilizzando l'opzione di calcolo generale per ogni classe di stabilità ed ogni valore di ventosità è possibile determinare, tramite il codice, la combinazione peggiore di ventosità e di classe di stabilità per le quali la concentrazione dell'inquinante risulta massima. Un secondo UXQ contenente in input la condizione peggiore consente poi di avere un andamento visivo della dispersione dell'inquinante a livello del mare, nella direzione parallela a quella assunta dal vento.

Come campo a cui restringere il calcolo si è considerata la distanza di 3.000 m in direzione sottovento. E' stata utilizzata l'opzione del codice per la suddivisione automatica della griglia. Data la distanza dalla costa, la direzione del vento risulta assolutamente ininfluyente, mentre la relativa vicinanza fra le sorgenti consente di considerarle come un'unica sorgente puntiforme.

D'altra parte le direzioni prevalenti dei venti, a seconda delle stagioni, sono abbastanza ben definite per cui non è difficile stimare le possibili direzioni di dispersione.

I risultati delle simulazioni sono riportati nelle Tab 3.4 e 3.5: i valori di stima dell'impatto riportati in queste due Tabelle rappresentano le concentrazioni massime (a livello del

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 349 di 437	Rev.:		
		00		

mare) che si possono verificare all'interno dell'area di studio, quando cioè la concentrazione teorica calcolata con il modello SCREEN3 si sovrappone al valore di controllo.

Per tutti i parametri, la concentrazione massima si verifica a 1.000 m dalla sorgente, inoltre le concentrazioni massime stimate sono largamente al di sotto dei valori di soglia. Da ricordare ancora che si tratta di una fonte di emissione in movimento.

Tab.3.4 - Stima dell'impatto sulla qualità dell'aria durante le operazioni di varo della condotta.

Indicatore	Valore di controllo [µg/m ³]	Valore calcolato SCREEN 3 [µg/m ³]	Stima impatto [µg/m ³]	Valore limite [µg/m ³]
NO2	19.0	70.0	89.0	200
SO2	5.0	11.4	16.4	125
CO	100.0	38.5	138.5	10000
PM10	1.0	2.6	3.6	50
Idrocarburi	0.05	7.0	7.0	200

Tab 3.5 - Valutazione dei parametri indicatori per l'inquinamento atmosferico (da [1] AGIP, 1997).

Indicatore	Resilienza	Variabilità	Potenziale di impatto	Stima impatto [µg/m ³]	Valore limite [µg/m ³]
NO2	Media	Bassa	Medio	89.0	200
SO2	Bassa	Bassa	Alto	16.4	125
CO	Bassa	Bassa	Alto	138.5	10000
PM10	Bassa	Bassa	Alto	3.6	50
Idrocarburi	Bassa	Alta	Alto	7.0	200

3.1.2 Suolo e sottosuolo

Il presente paragrafo ha lo scopo di valutare l'impatto sull'ecosistema circostante dovuto al rinterro condotta sottomarina, del diametro di 32", nel tratto offshore effettuato con scavo a sezione obbligata per i primi 150 – 200 m nella zona della baia di Muggia, del post-trenching nell'attraversamento della restante parte della baia di Muggia e del golfo di Trieste, fino a circa 1,3 km dall'arrivo a terra, lato Grado, località Golameto. L'attraversamento dell'ultimo tratto nel quale sono presenti prateria di fanerogame marine, avviene per mezzo di una trivellazione orizzontale controllata.

3.1.2.1 Scavo a sezione obbligata e interrimento

Il gasdotto verrà completamente interrato per aumentarne la protezione dagli agenti esterni, quali correnti marine, moto ondoso, reti da pesca, ecc. L'altezza della ricopertura sarà di 1 m dalla generatrice superiore della condotta. Il materiale movimentato durante le operazioni di interrimento si ridepositerà in modo naturale sopra la tubazione stessa. Per la porzione di tracciato relativa all'approdo di Zaule (Trieste) verrà realizzato uno scavo a

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		350	di	437	00

sezione obbligata, il materiale rimosso, se ritenuto idoneo a seguito delle attività di caratterizzazione in programma, verrà in parte utilizzato dalla macchina di dragaggio per un primo ricoprimento parziale della tubazione ed in parte depositato ai lati della trincea. Il ricoprimento finale, per la parte sommersa, avverrà naturalmente per effetto delle correnti marine. Una volta completata l'operazione non vi saranno ulteriori perturbazioni.

3.1.2.2 *Metodologia di studio*

Mediante l'impiego di un modello matematico si è cercato di valutare gli effetti prodotti dallo scavo della trincea. Tali impatti, connessi alla movimentazione dei sedimenti e di quanto in essi contenuto da parte della macchina di scavo, sono essenzialmente dovuti a:

- temporaneo intorbidamento delle acque per immissione del materiale scavato nella colonna d'acqua soprastante;
- deposizione dei sedimenti ai lati della trincea con possibili variazioni di granulometria e di spessore;
- modificazione dell'habitat per le biocenosi bentoniche nelle immediate vicinanze della trincea a causa della deposizione del materiale scavato;
- sottrazione di habitat per le biocenosi bentoniche nella zona di scavo;
- rilascio di sostanze inquinanti da parte dei solidi dispersi.

È chiaro che le diverse componenti ambientali, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, plancton bentos, necton e l'ecosistema nel suo complesso, vengono coinvolti simultaneamente da un fenomeno di forte impatto immediato, ma i cui effetti si esauriscono più o meno velocemente nel tempo con modificazioni residue limitate solo ad alcuni parametri delle suddette componenti ambientali.

Per queste ragioni l'analisi è stata concentrata sulle perturbazioni che vengono indotte sul fondo marino, soprattutto in termini di cambiamento delle caratteristiche dei sedimenti e, anche se più temporanee, di variazioni in seno alle comunità bentoniche; a questo scopo diviene importante lo studio del comportamento dei sedimenti movimentati dalla macchina di dragaggio.

È stato utilizzato un modello matematico per la simulazione della dispersione primaria e secondaria e della ricaduta del sedimento messo in movimento dalla macchina di dragaggio.

Le simulazioni sono state effettuate con lo scopo di valutare:

- l'estensione e lo spessore dello strato di rideposizione del sedimento dragato;
- la durata della perturbazione connessa alla concentrazione di solido sospeso e delle altre sostanze inquinanti presenti nei sedimenti per effetto dell'attività di dragaggio.

Le simulazioni sono state effettuate con un codice di calcolo che si compone di un modulo a jet per la simulazione della dispersione primaria e di un modulo idrodinamico – dispersivo per la simulazione della diffusione secondaria del solido sospeso dovuta all'azione delle correnti marine ed alla sua rideposizione.

Il codice effettua le simulazioni a partire da una serie di dati di base. I risultati del modello possono essere rappresentati graficamente in forma di isolinee di concentrazione.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		351 di 437		00	

3.1.2.3 Dati Base

Batimetria

Il modello digitale del terreno è stato costruito combinando i dati batimetrici riportati sulle carte nautiche, in modo da coprire l'intera area di mare attraversata dalla condotta. In particolare, i dati delle carte batimetriche sono stati digitalizzati e mediante un opportuno programma di calcolo, si è generato un reticolo formato da maglie quadrate di 50 m di lato, che rappresenta il modello digitale del fondale del mare. Il modello digitale copre un'area di circa 30 x 15 km. La Figura 3.1 mostra la batimetria dell'area utilizzata nelle simulazioni e la posizione della condotta.

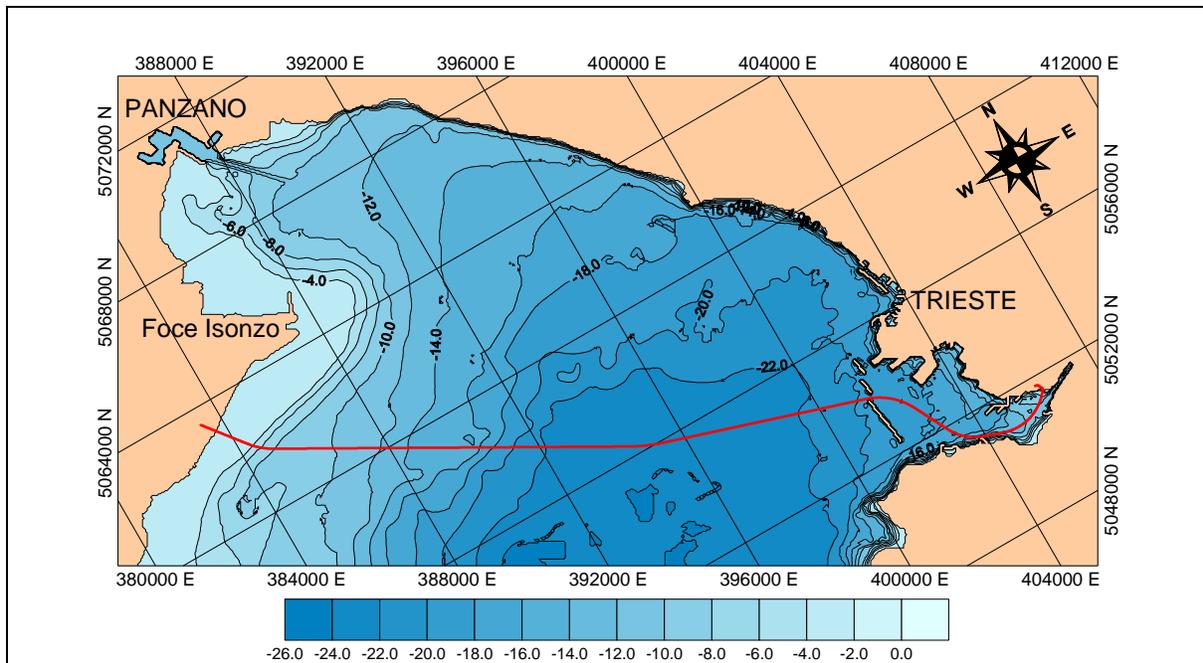


Fig. 3.1 - Batimetria utilizzata nelle simulazioni

Caratteristiche sedimentologiche del fondale

Dall'indagine bibliografica eseguita per il golfo di Trieste risulta che il fondale marino nell'area in oggetto presenta una ridotta variabilità nella tessitura del sedimento: le aree più costiere sono essenzialmente sabbiose mentre quelle più al largo hanno sedimento prevalentemente poltico (Allegato 14 Volume 3 di 5).

Le analisi di dispersione sono state effettuate prendendo come riferimento i dati sedimentologici relativi a due valori rappresentativi della composizione granulometrica dei sedimenti lungo il tracciato della condotta.

I dati sono riassunti nella Tab. 3.6.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		352 di 437		00	

Tab. 3.6 - Parametri dei campioni di sedimento utilizzati per le simulazioni di dispersione desunti dalla bibliografia

Campione	Profondità (m)	% argilla	% silt	% sabbia	% ghiaia
Pelite	23,7	37,36	53,03	9,60	0,00
Sabbia	6,7	4,39	26,23	68,88	0,49

Il peso specifico della frazione solida del campione, è stato considerato di 2.800 kg/m³ per il campione dove le peliti sono dominanti e di 2.700 kg/m³ dove la componente sabbiosa è significativa.

Partendo dai dati delle Tab. 3.6 e 3.7 ed assumendo una densità media dell'acqua al fondo di 1.026 Kg/m³, il valore di densità dello scarico risulta di ca. 1300 Kg/m³.

Caratteristiche del dragaggio

Le simulazioni sono state condotte utilizzando i dati disponibili relativi ad un robot sottomarino semovente e teleguidato dalla superficie (PTM Post Trenching Machine), che effettuerà lo scavo e riverserà il materiale estratto (miscuglio acqua e sedimento ad elevata densità) su entrambi i fianchi della trincea, creando torbidità nell'acqua.

La Tab. 3.7 riassume le caratteristiche tipo della PTM rilevanti ai fini della presente analisi.

N° delle pompe	2
Capacità delle pompe (per pompa)	1100 m ³ /h
Contenuto solido (per pompa)	330 m ³ /h
Diametro del tubo di emissione	0,3 m
Inclinazione sull'orizzonte del tubo di emissione	30°
Quota del tubo di emissione sul fondale	2 m
Velocità di avanzamento della macchina di scavo	50 m/h
Concentrazione di solidi sospesi	150 g/l

Tab.3.7 - Caratteristiche della macchina di dragaggio

L'altezza della ricopertura della trincea è di 1 m; ipotizzando una pendenza delle spalle di 40°, si possono valutare volumi scavati pari a circa 7 m³/m.

Rilascio di sostanze inquinanti da parte dei solidi dispersi

Un ulteriore rischio potenziale per l'ambiente marino può derivare dalla solubilizzazione di sostanze biostimolanti (nutrienti) e tossiche dal sedimento una volta sospeso in acqua di mare.

Quando i sedimenti vengono risospesi artificialmente, oltre ad aversi un aumento di torbidità, si può ipotizzare un elevato consumo di ossigeno e rilasci di nutrienti ed inquinanti, sia associati al solido con legami deboli che contenuti nella componente organica ancora reattiva. Relativamente a questi fenomeni, gli organismi dell'area sono generalmente adattati, data la vicinanza dei fiumi Tagliamento, Isonzo e altri corsi d'acqua minori, agli effetti prodotti da grandi quantità di materiale sospeso, notevole carico di inquinanti e frequenza delle risospensioni naturali.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	353	di 437	00	

I rilasci di nutrienti e sostanze inquinanti dai sedimenti sono tuttavia più elevati di quelli dovuti alle sole risospensioni naturali; le cause sono dovute non solo all'elevato spessore di sedimento risospeso in tempi molto ristretti, ma anche alle condizioni idrodinamiche della colonna d'acqua.

Nel caso in cui la risospensione artificiale avvenga in condizioni di calma idrodinamica e, nel caso peggiore, in concomitanza di ipossia delle acque di fondo, si potrebbe verificare l'innescò di condizioni distrofiche con conseguente ulteriore rilascio di nutrienti e contaminanti associati alle frazioni solide più facilmente riducibili.

Per quanto concerne i sali nutritivi e i metalli pesanti, in base ai dati bibliografici disponibili possono essere assunti come valori base medi per quest'area quelli riportati nella terza colonna della Tab. 3.8 (nutrienti riferiti allo stato stazionario estivo).

Per quanto concerne il rilascio medio, possono essere presi a riferimento, almeno come ordine di grandezza, i dati ottenuti per estrazione in acqua di mare di diverse frazioni di carote di sedimenti pelitici prelevate nella Baia di Panzano ([144] Cescon et al., 1998) che presenta granulometria simile a quella dell'area in questione, riportati nella quarta colonna della Tab. 3.8.

Avendo calcolato una concentrazione iniziale di solidi sospesi, all'uscita degli ugelli della PTM di 150 g/l, e nell'ipotesi di una dissoluzione istantanea dei componenti considerati, risulterebbero le concentrazioni iniziali riportate nella quinta colonna della Tab. 3.8.

Sostanza		Valori base medi	Rilascio medio	Concentrazione iniziale
		mg/l	mg/g	mg/l
Azoto totale	N Tot	50	20.2	3000
Fosforo totale	P Tot	10	4.05	600
Piombo	Pb	1.5	0.098	14.7
Cadmio	Cd	0.1	0.015	2.25
Mercurio	Hg	0.005	0.0018	0.27

Tab. 3.8 - Valori di riferimento dei sali e metalli pesanti

Il modello numerico è stato utilizzato per valutare la dispersione di un generico parametro solubile e conservativo, cioè che non subisca decadimento.

Velocità della corrente e moto ondoso

Il regime delle correnti nell'area di studio è essenzialmente dovuto alle seguenti forzanti:

- la corrente indotta dalla marea e di gradiente di densità, stimabili complessivamente pari a circa 10 cm/s;
- la corrente indotta dal vento, sia direttamente attraverso l'attrito sulla superficie del mare, che indirettamente come oscillazioni del bacino (sesse) determinate dallo scarico delle masse di acqua accumulate a costa dall'azione del vento. Entrambi questi fenomeni possono dare origine a correnti anche più intense della marea e degli effetti di gradiente.

A causa della profondità del fondo nella zona in cui si effettuerà lo scavo gli effetti del moto ondoso sul fondale marino risultano apprezzabili soltanto in occasione di mare molto mosso. Anche in corrispondenza dei fondali più bassi attraversati dalla condotta l'effetto

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		354 di 437		00	

del moto ondoso non è significativo: infatti la baia di Muggia è abbastanza protetta dalle onde in quanto circondata dalla costa su tre lati e in buona parte chiusa dalle barriere frangiflutti sul lato Ovest, mentre in corrispondenza dell'approdo, sul lato Grado, si realizzerà un condotto sotterraneo, evitando in tal modo di eseguire lo scavo in acque molto basse. Poiché è ragionevole supporre che le operazioni di dragaggio si svolgano con mare calmo, nelle analisi di dispersione si sono trascurati gli effetti associati al moto ondoso.

In considerazione di quanto sopra, le simulazioni di dispersione secondaria sono state effettuate con i valori di corrente generati da vento di bora (proveniente da 45°N), Libeccio (proveniente da 225°N) e scirocco (proveniente da 135°N).

Il calcolo delle correnti è stato eseguito con un modello numerico, che calcola la corrente marina generata dal campo di vento sulla griglia batimetrica. Le velocità del vento utilizzate come dato di input in queste simulazioni sono di debole entità in quanto le operazioni di dragaggio verranno eseguite in condizioni di mare essenzialmente calmo. I risultati ottenuti sono riportati nelle figure inserite al termine del paragrafo.

Dalle figure si osserva che con vento di bora si origina una circolazione essenzialmente oraria nel golfo di Trieste, mentre nella baia di Muggia, l'acqua entra dagli imbocchi nord tra le barriere frangiflutti e esce a sud con un moto orario. Nella baia le velocità di corrente sono minori di quelle risultanti nel mare aperto.

Con vento di libeccio si origina una circolazione essenzialmente antioraria nel golfo di Trieste, mentre nella baia di Muggia, l'acqua entra dall'imbocco a sud ed esce a nord attraverso le bocche tra le barriere frangiflutti dopo aver attraversato la baia con moto antiorario. Anche in questo caso, nella baia le velocità di corrente sono minori di quelle risultanti nel mare aperto.

Con vento di scirocco si origina un moto antiorario nel golfo di Trieste, mentre all'interno della baia di Muggia, il moto presenta vari circoli. Le deboli correnti che si generano nella baia mostrano che in prevalenza l'acqua entra dalla bocca sud ed in parte anche dalle bocche intermedie, ed esce dalla bocca nord. Come nei casi precedenti, nella baia le velocità di corrente sono minori di quelle risultanti nel mare aperto.

3.1.2.4 Risultati delle simulazioni

Per le simulazioni con modello matematico sono stati presi in considerazione, come descritto, diversi scenari che tengono conto delle variazioni del campo di corrente, delle variazioni della granulometria del substrato e delle differenze di profondità di fondale. Gli scenari simulati sono riassunti nella Tab. 3.9.

Tab. 3.9 - Scenari simulati

	Sezioni	
Corrente indotta da bora	PK 3.0 – 5.4	PK 15.0 – 17.4
Corrente indotta da libeccio	PK 3.0 – 5.4	PK 15.0 – 17.4
Corrente indotta da scirocco	PK 3.0 – 5.4	PK 15.0 – 17.4

Il primo tratto ricade all'interno della baia di Muggia (Fig. 3.2), presenta una profondità variabile tra i 13 e i 19 m e fornisce indicazioni significative sull'impatto che lo scavo genera nella baia. Il secondo tratto si trova nella zona intermedia del Golfo di Trieste, tra le

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	355	di 437	00		

barriere che chiudono la baia di Muggia e l'approdo lato Grado. In questa seconda zona le profondità variano tra i 20 e i 23 m.

Le simulazioni hanno una durata di 48 h, tempo necessario a eseguire lo scavo del tratto considerato, con velocità di avanzamento di 50 m/h. che è più conservativa per la valutazione della durata della perturbazione (sospensione e risedimentazione del sedimento).

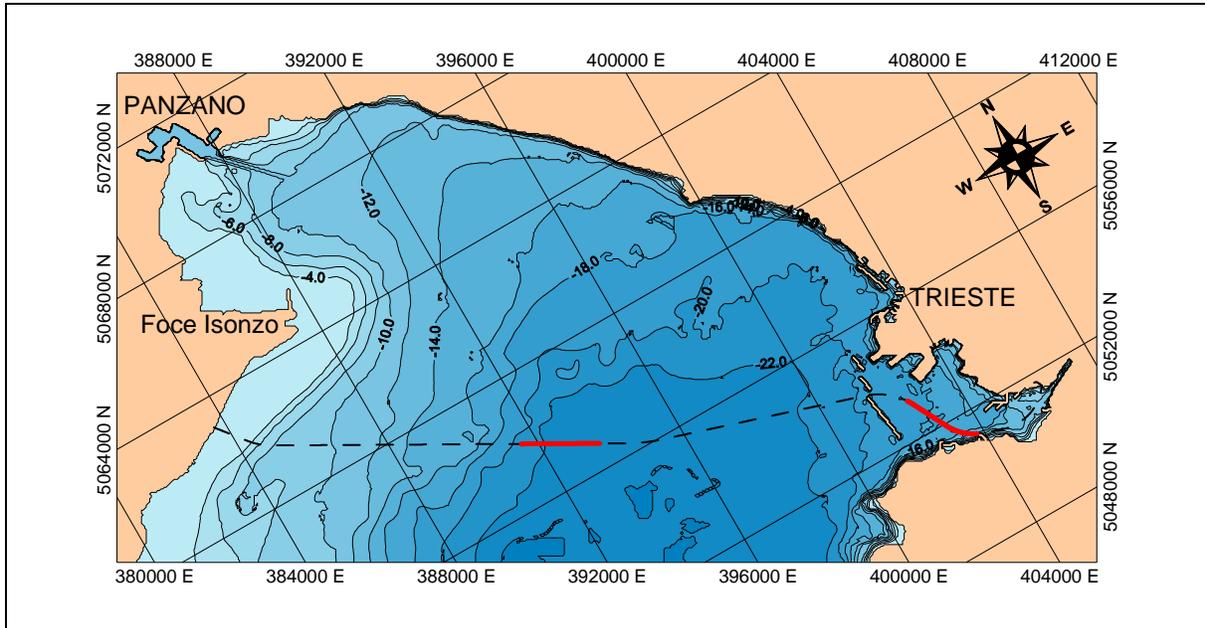


Figura 3.2 - Tratti di scavo esaminati nelle simulazioni

I risultati delle simulazioni effettuate relative alla correntometria sono stati riportati nelle seguenti figure:

- Fig. 3.3 - 3.6 - 3.9 mostrano in forma grafica il campo di corrente indotto dai venti di Bora, Scirocco e Libeccio nella baia di Muggia;
- le Fig. 3.12 - 3.15 - 3.18 mostrano gli analoghi risultati ottenuti nella zona intermedia del golfo di Trieste.

Sedimenti

A causa dell'elevata densità del fluido emesso dalla PTM, la fase di jet dello scarico si esaurisce entro una distanza di 10 m dal punto di scavo. La massima elevazione del centro del jet è stimata in circa 6 m, con un raggio corrispondente pari a circa 1,5 m; quindi l'incremento di torbidità associato alle operazioni di dragaggio risulta confinato essenzialmente entro i primi 7 - 8 metri dal fondale. L'andamento del deposito di sedimento accumulato dopo 48 ore continuative di scavo è riportato nei punti seguenti.

- **Sedimenti - Baia di Muggia**
Nei vari casi esaminati, la deposizione risulta inferiore a 2 cm a circa 100-150 m dalla sorgente (Fig. 3.4, 3.7, 3.10). Per stimare la durata della perturbazione introdotta

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		356 di 437		00	

dalle attività di scavo si può considerare l'andamento della concentrazione del sedimento sospeso riportato nelle Fig. 3.5, 3.8, 3.11, nelle quali risulta che la nuvola di solido in sospensione ha un raggio di circa 200-250 m se si considera l'isolinea di concentrazione di 5 mg/l. Poiché i grafici riportano la concentrazione tenendo conto delle operazioni di scavo avvenute nelle ore precedenti ed eseguite con una velocità di 50m/h, si ottiene una durata della perturbazione pari a circa 8-10 h.

Il tempo impiegato dalle particelle per percorrere lo strato della colonna d'acqua interessato dall'aumento di torbidità (circa 5m), calcolato secondo la legge di Stokes, funzione, quindi, del loro diametro e della densità, risulta pari a 40'.

In ogni punto, quindi, la durata totale di scomparsa della perturbazione sarà di circa 9 ore.

- **Sedimenti - Golfo di Trieste**

Nei vari casi esaminati, la deposizione, che risulta influenzata in modo significativo dalla corrente, risulta pari a 2 cm a circa 250 m (Fig. 3.13, 3.16, 3.19). Per stimare la durata della perturbazione introdotta dalle attività di scavo si può considerare l'andamento della concentrazione del sedimento sospeso riportato nelle Fig. 3.14, 3.17, 3.20, nelle quali risulta che la nuvola di solido in sospensione ha un diametro di circa 500-600 m, se si considera l'isolinea di concentrazione di 5 mg/l. Poiché i grafici riportano la concentrazione tenendo conto delle operazioni di scavo avvenute nelle ore precedenti ed eseguite con una velocità di 50m/h, si ottiene una durata della perturbazione pari a circa 10 -12 h.

Il tempo impiegato dalle particelle per percorrere lo strato della colonna d'acqua interessato dall'aumento di torbidità (circa 5m), calcolato secondo la legge di Stokes, funzione, quindi, del loro diametro e della densità, risulta pari a 40'.

In ogni punto, quindi, la durata totale di scomparsa della perturbazione sarà di circa 11 ore.

In conclusione, dall'esame dei risultati relativi alla rideposizione dei sedimenti si deduce che:

- la dispersione del sedimento avviene in modo maggiore nella direzione della corrente. La deposizione laterale, si concentra nei primi 50 m ai lati dello scavo e decresce rapidamente fino praticamente ad esaurirsi a 100-150 m dallo scavo nella baia di Muggia e a 250 m dallo scavo nel golfo di Trieste
- la concentrazione di solido in sospensione si mantiene confinato entro i 5–6 m dal fondo;
- la concentrazione diminuisce con il crescere della velocità della corrente;
- la dispersione del sedimento è influenzata dalla granulometria sia come valori di concentrazione che come distribuzione lungo la direzione della corrente. I sedimenti più fini vengono dispersi di più di quelli grossolani. I sedimenti a granulometria maggiore si ridepositano più vicino alla sorgente e con velocità maggiore.
- l'impatto delle operazioni di scavo risulta significativo nella fase iniziale, ma si esaurisce in breve tempo, in 8-10 ore nella baia di Muggia e in 10-12 ore nel golfo di Trieste.

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

357 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Velocità di corrente (m/s)

Bora – Velocità del vento 6 m/s

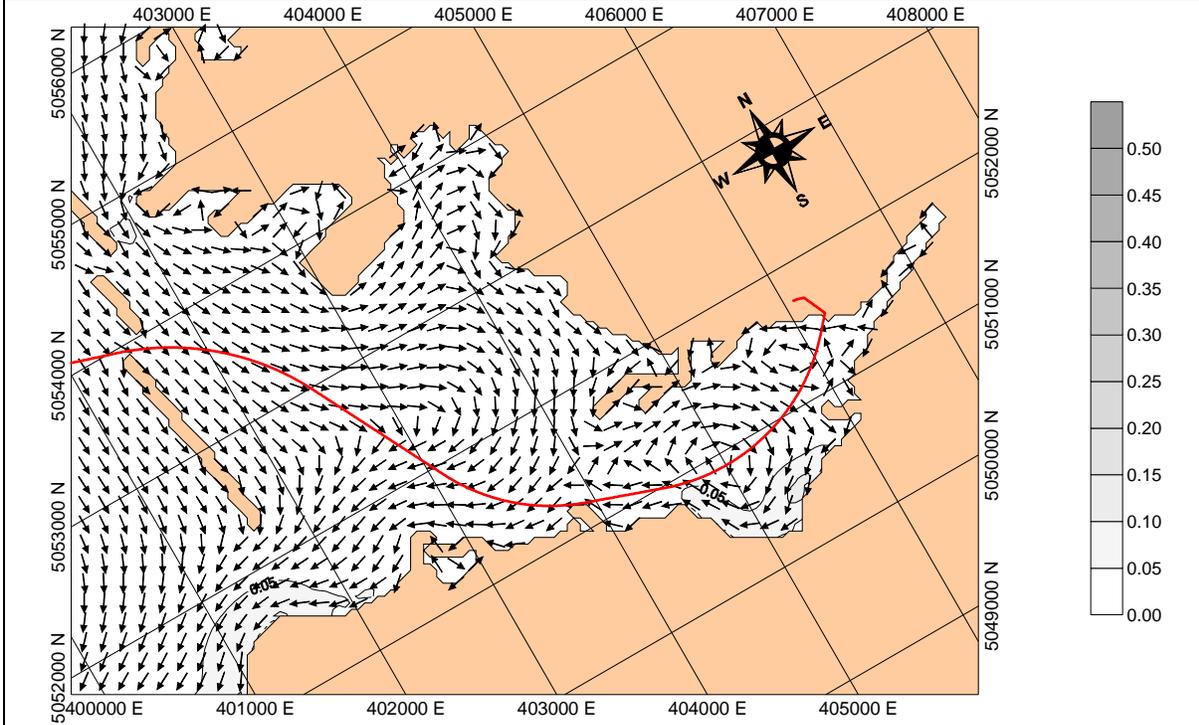


Fig. 3.3 - Baia di Muggia - Corrente indotta dal vento di Bora

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

358 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia
Bora – Velocità del vento 6 m/s

Deposito di sedimento (cm)
Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

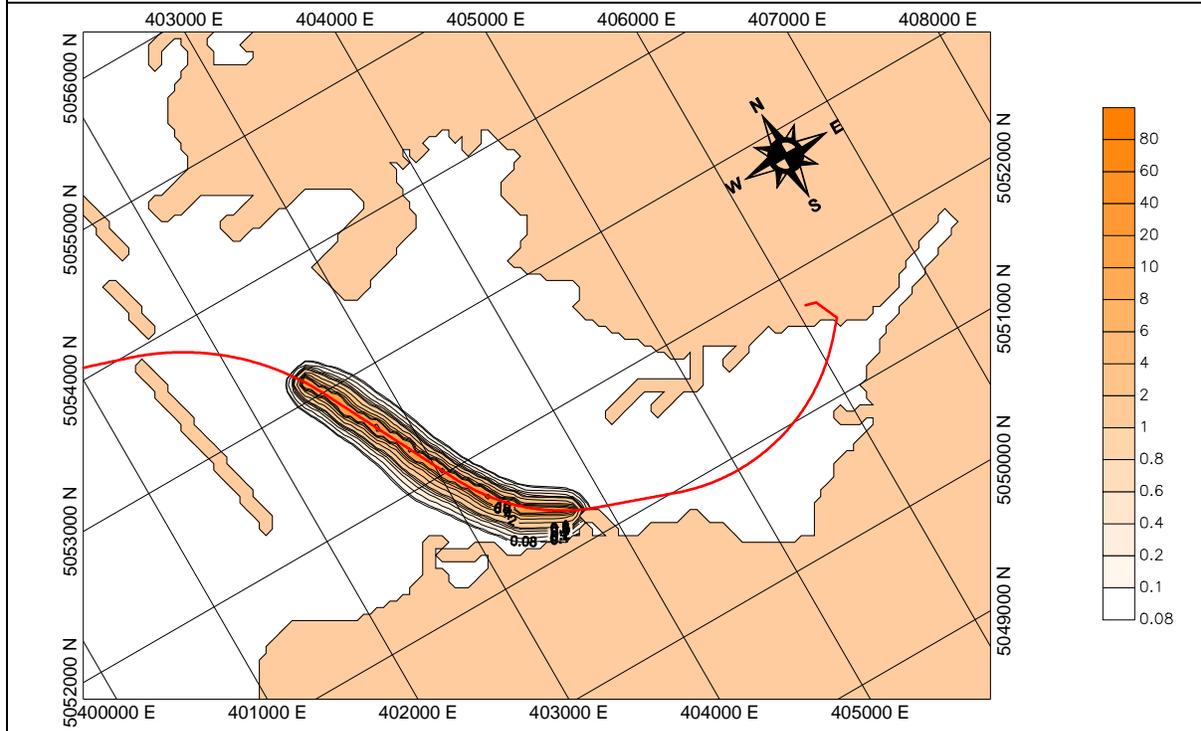


Fig. 3.4 - Baia di Muggia - Andamento del deposito di sedimento

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	359 di 437	00	

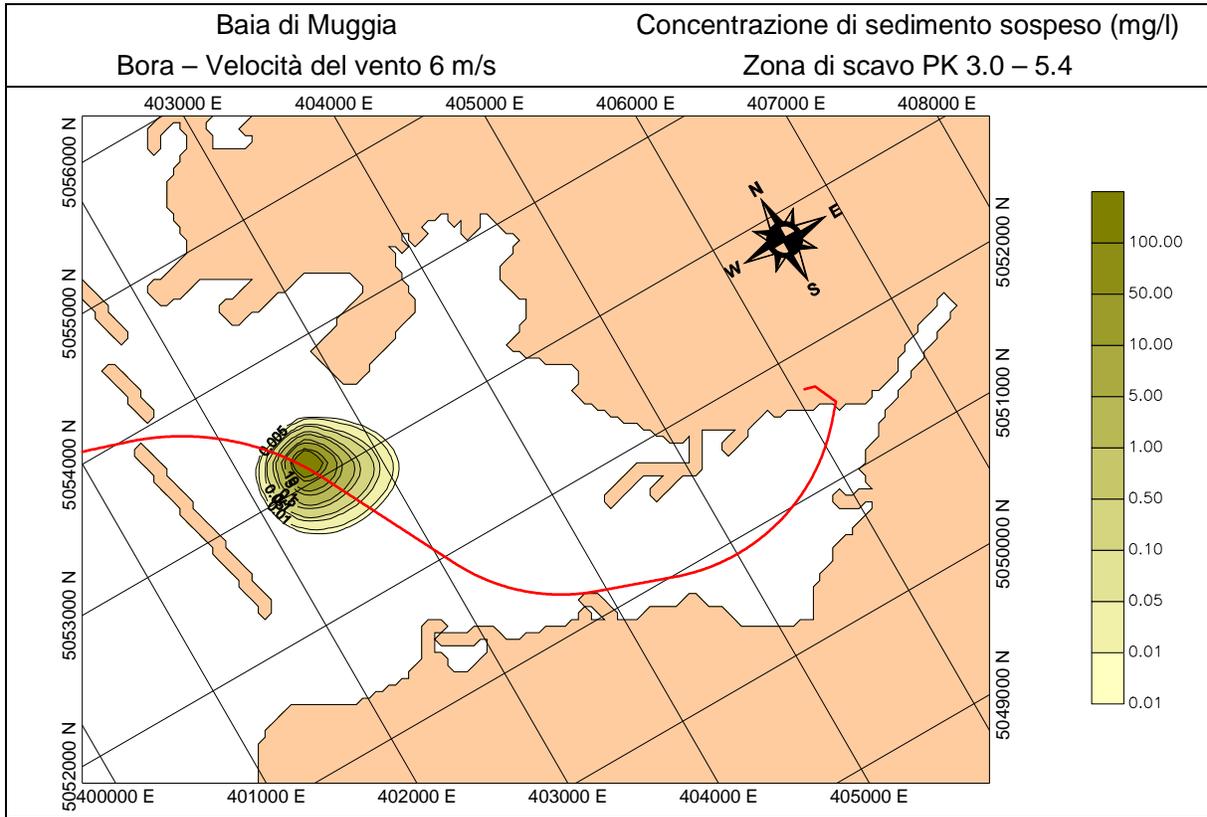


Fig. 3.5 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di sedimento sospeso

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 360 di 437	Rev.:	
		00	

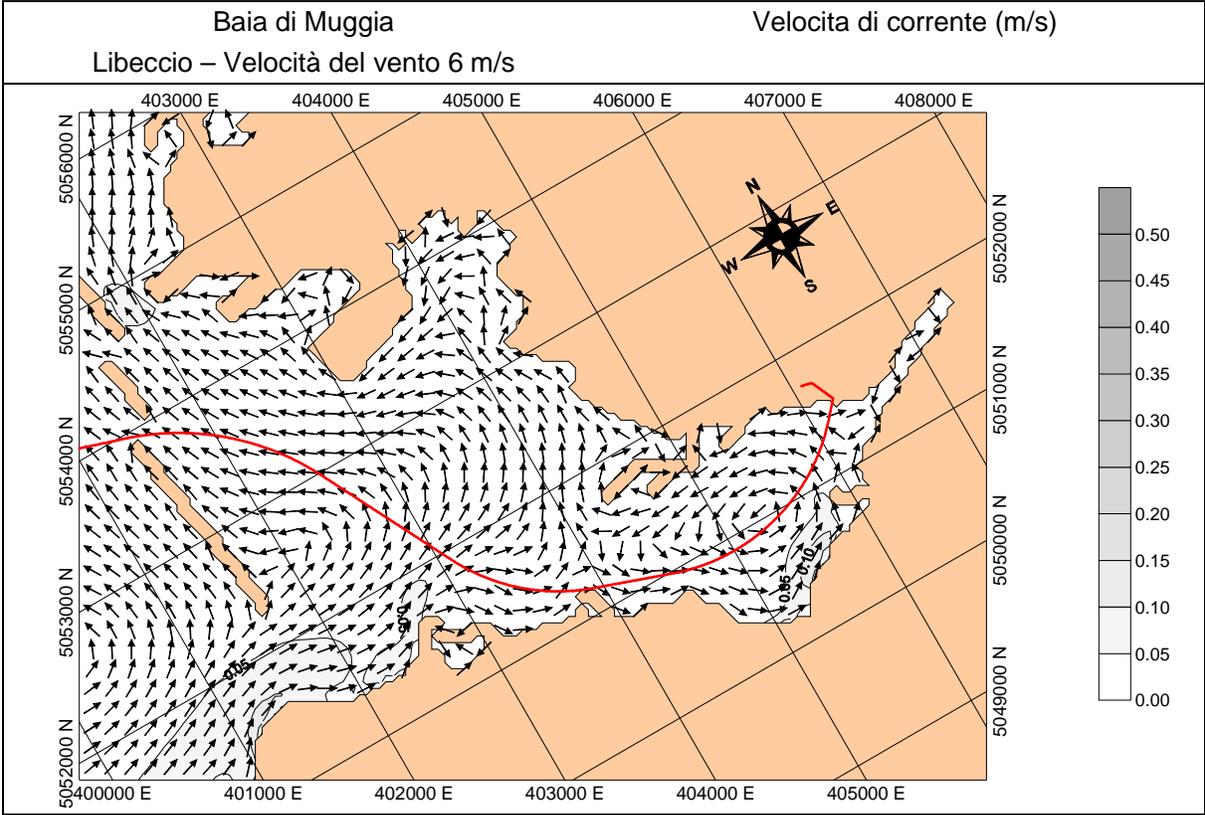


Fig. 3.6 - Baia di Muggia - Corrente indotta dal vento di Libeccio

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	361 di 437	00	

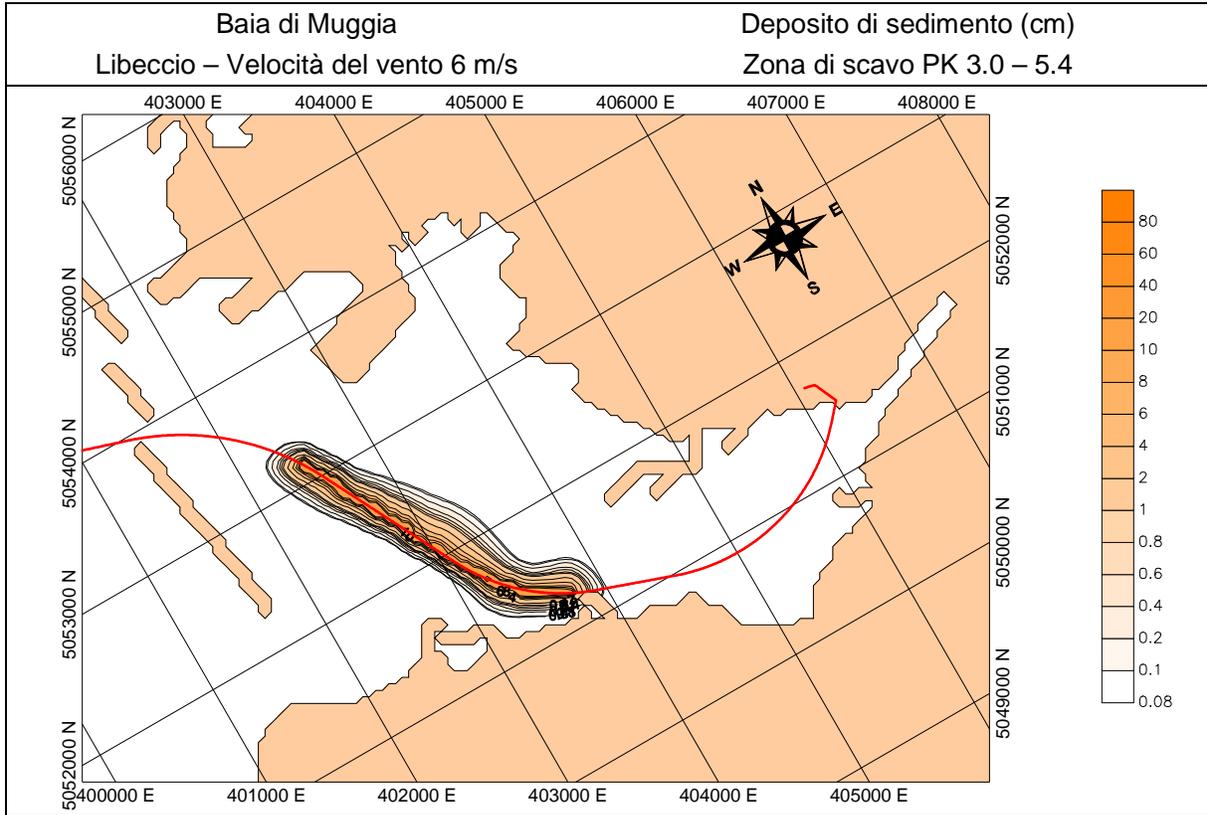


Fig.3.7 - Baia di Muggia - Andamento del deposito di sedimento

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	362 di 437	00	

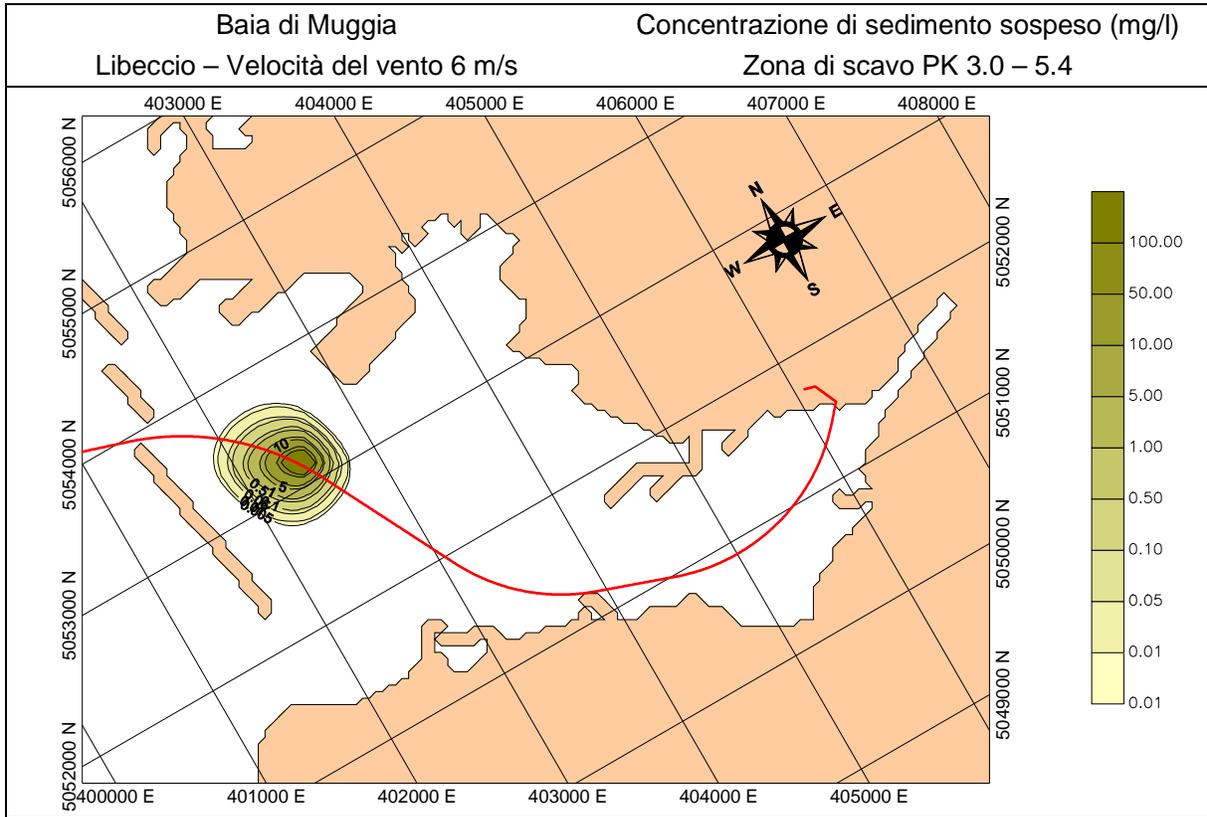


Fig. 3.8 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di sedimento sospeso

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 363 di 437	Rev.:	
		00	

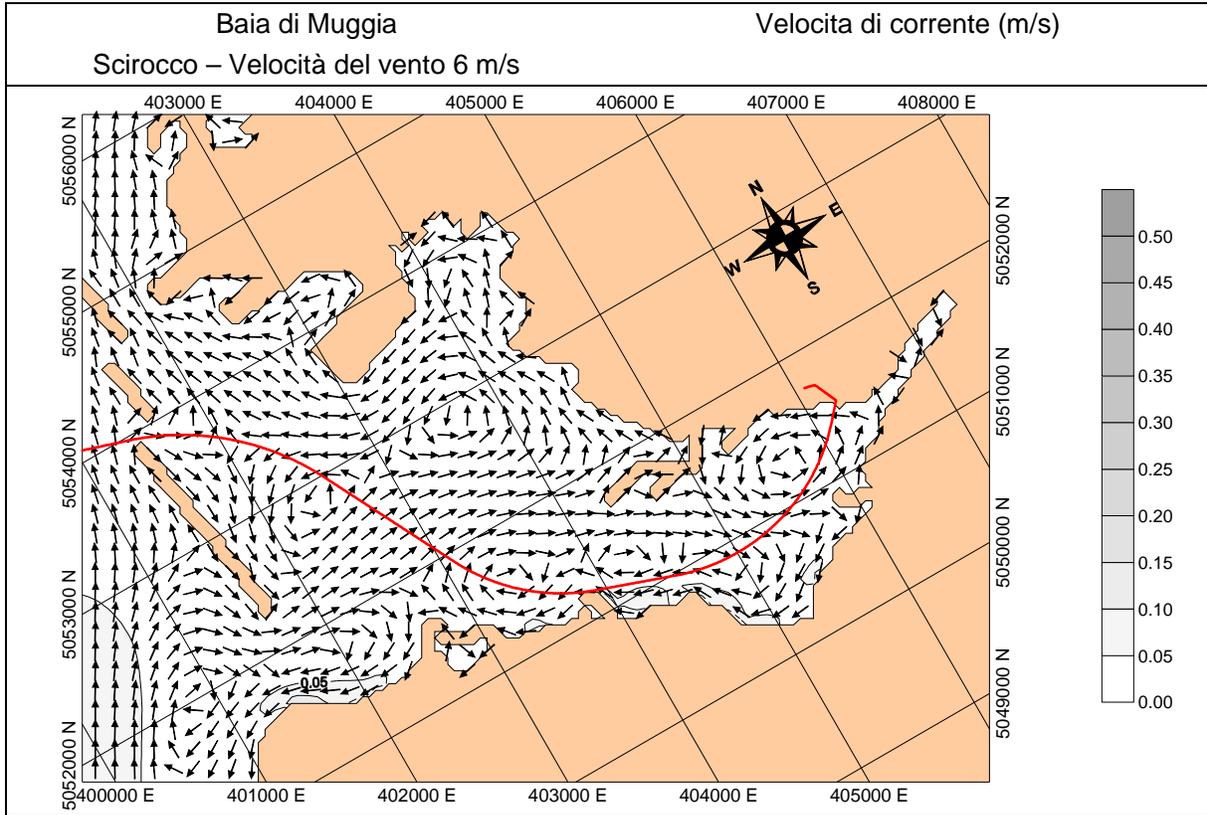


Fig. 3.9 - Baia di Muggia - Corrente indotta dal vento di Sciocco

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	364 di 437	00	

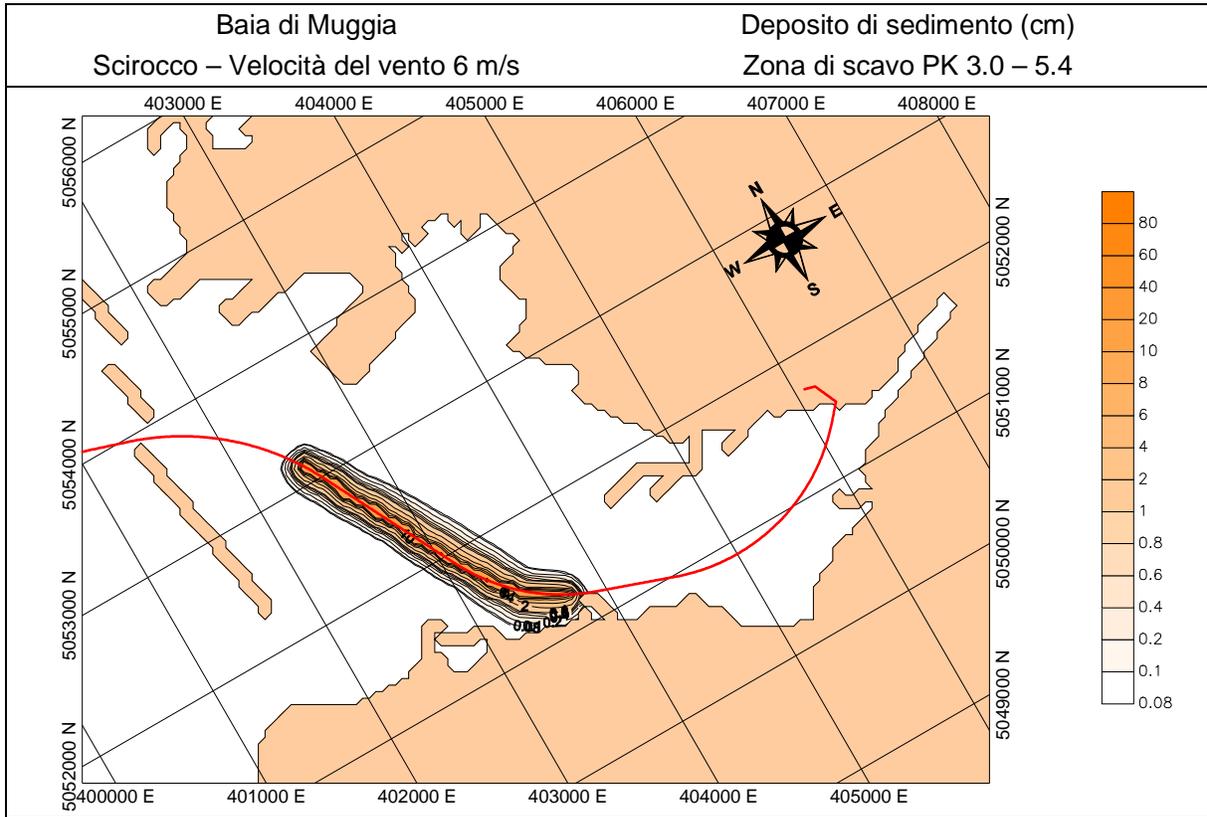


Fig. 3.10 - Baia di Muggia - Andamento del deposito di sedimento

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

366 di 437

Rev.:

00

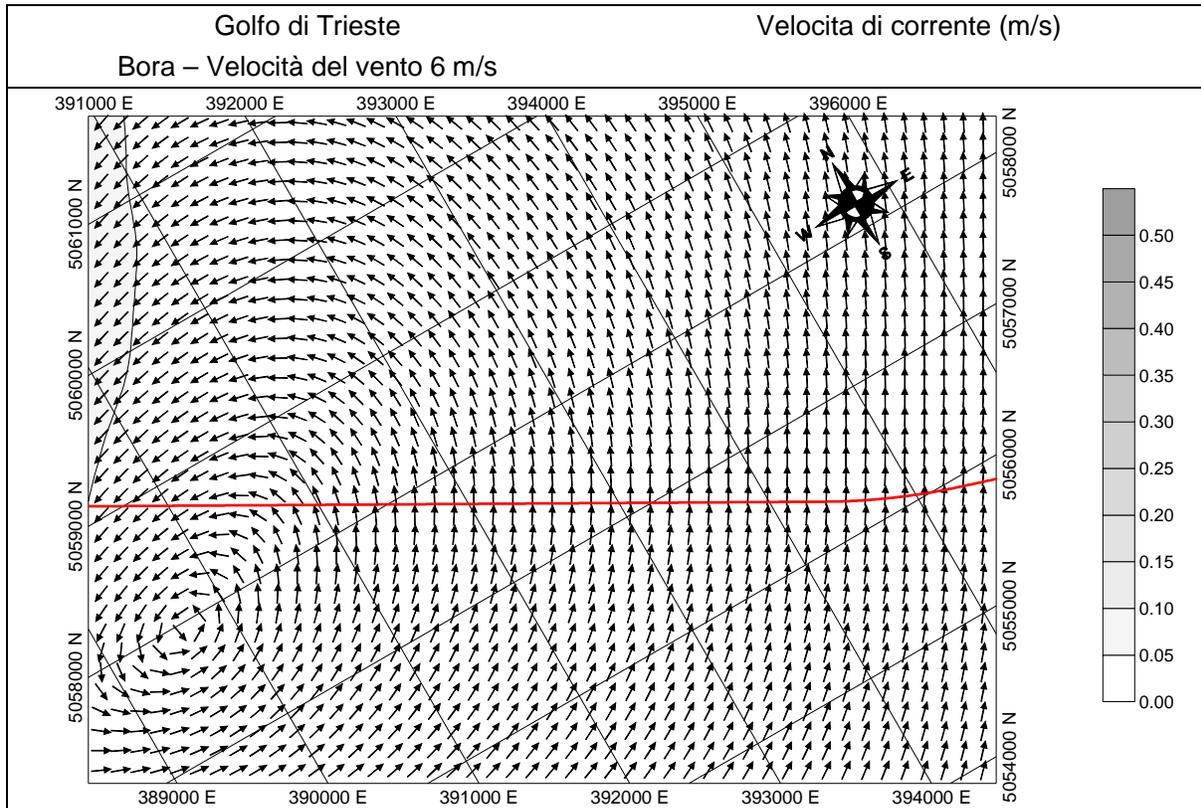


Fig. 3.12 - Golfo di Trieste - Corrente indotta dal vento di Bora

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	367 di 437	00	

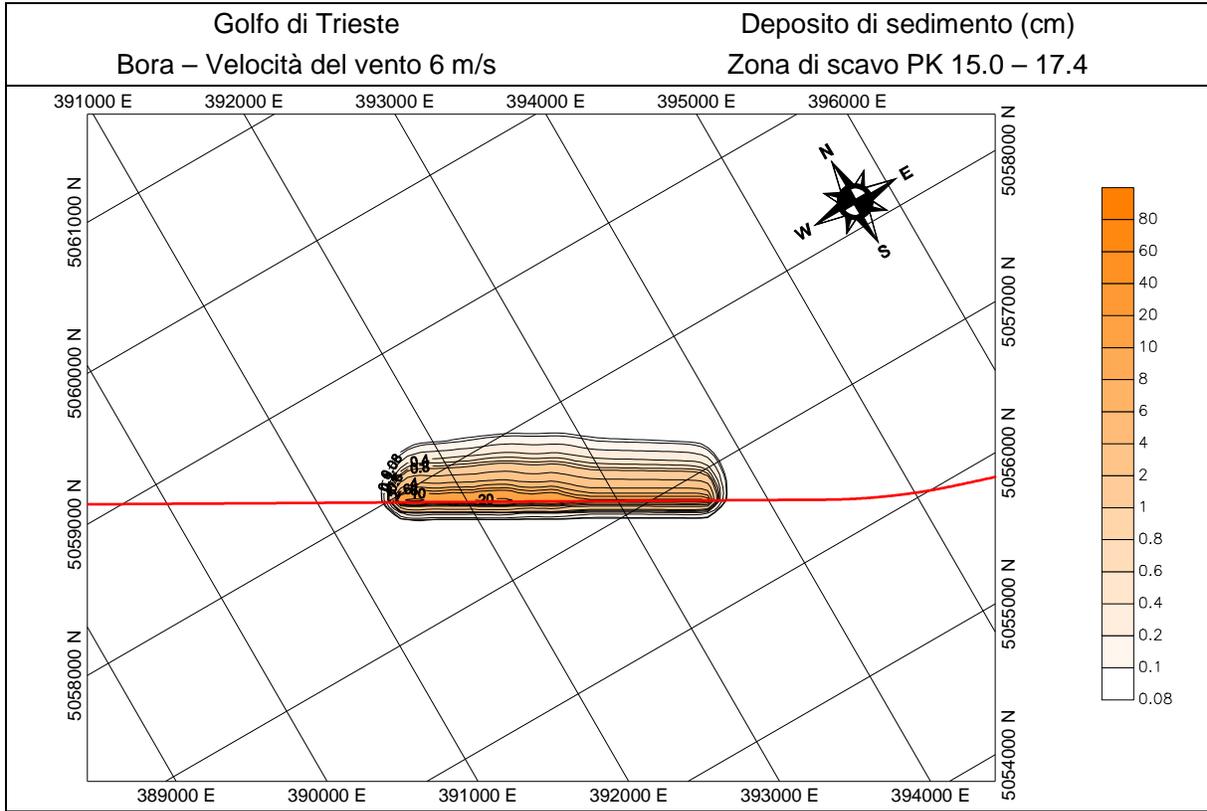


Fig. 3.13 - Golfo di Trieste - Andamento del deposito di sedimento

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento:	Foglio	Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001	368 di 437	00	

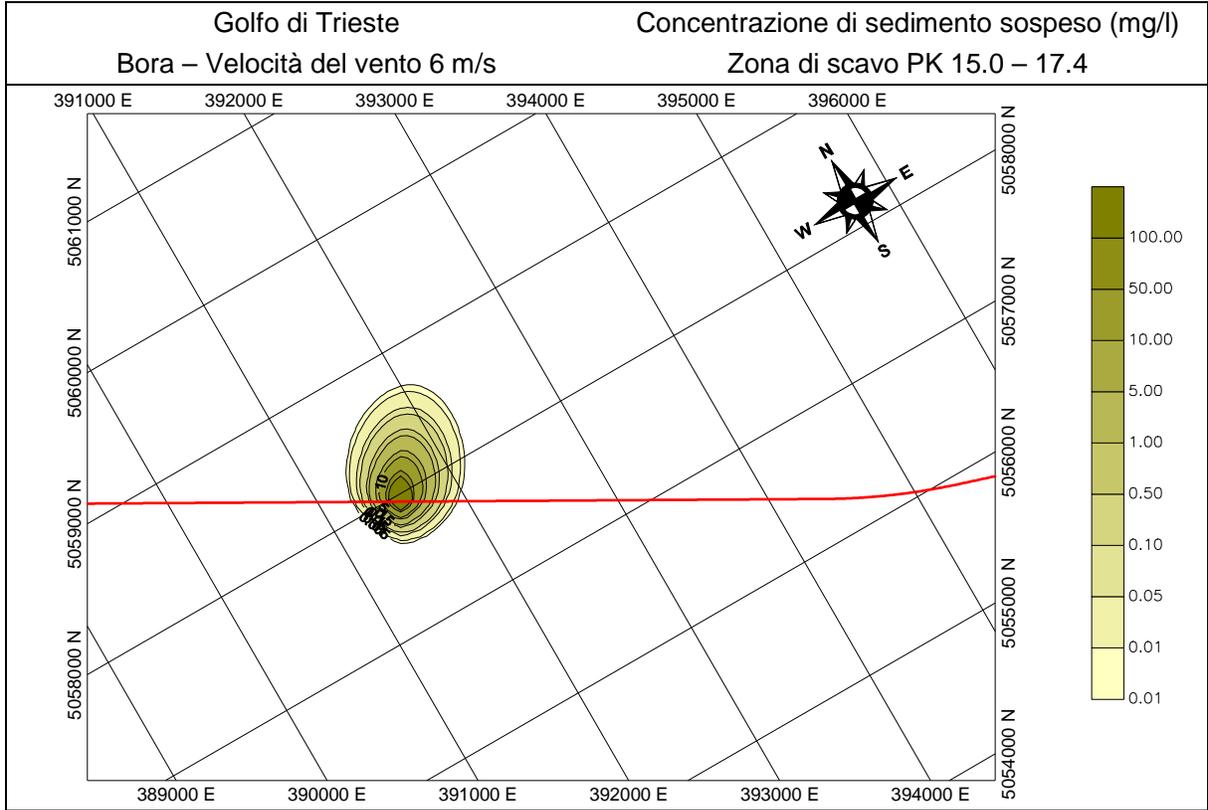


Fig. 3.14 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di sedimento sospeso

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

369 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Velocità di corrente (m/s)

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

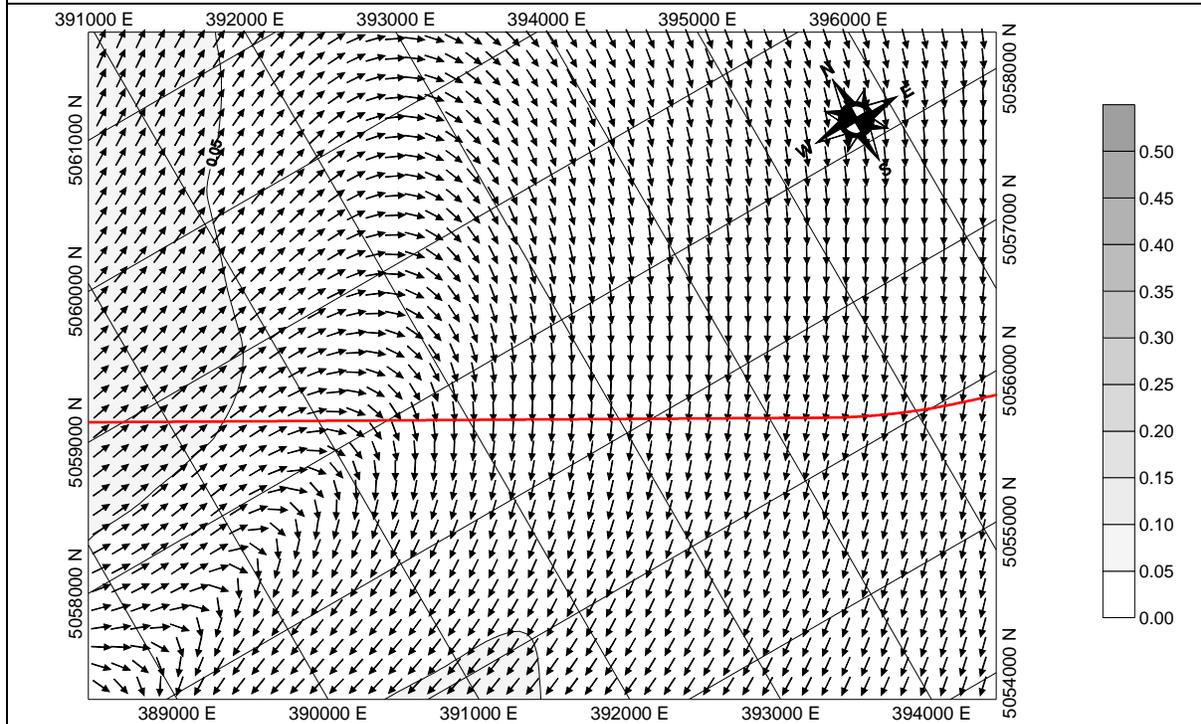


Fig.3.15 - Golfo di Trieste - Corrente indotta dal vento di Libeccio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

370 di 437

Rev.:

00

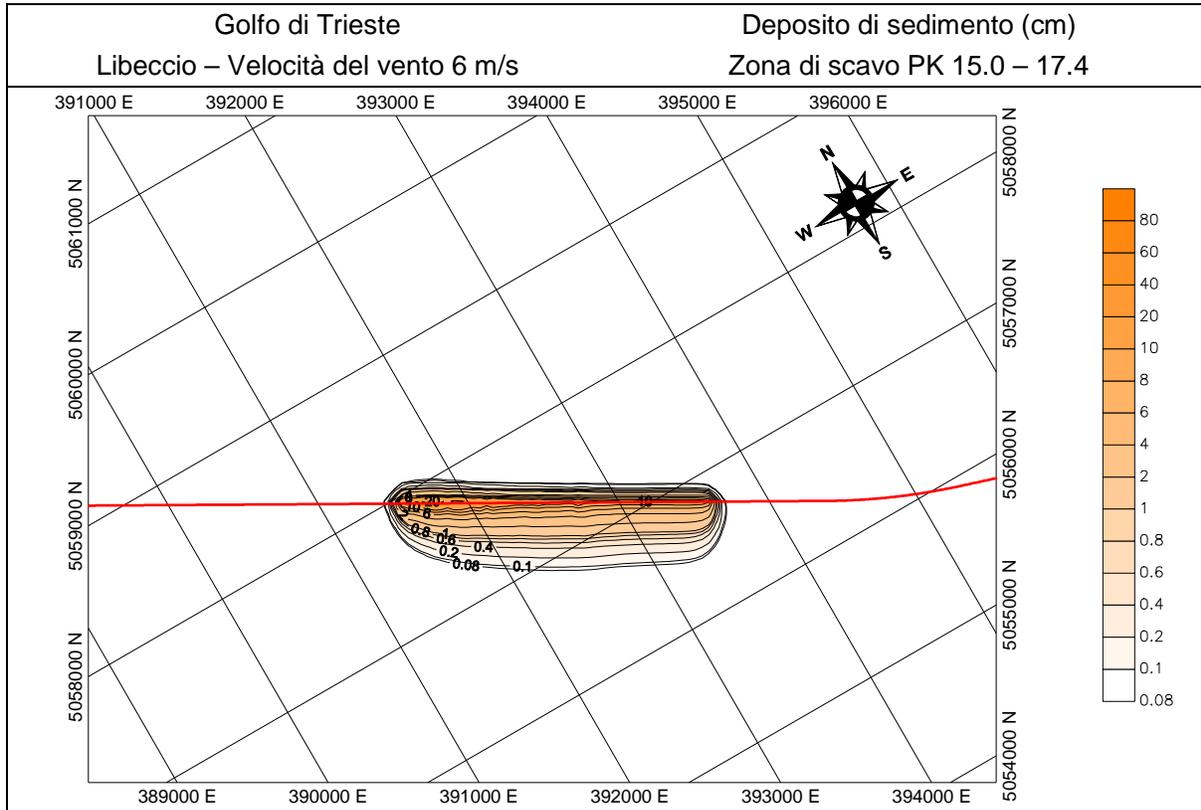


Fig. 3.16 - Golfo di Trieste - Andamento del deposito di sedimento

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

371 di 437

Rev.:

00

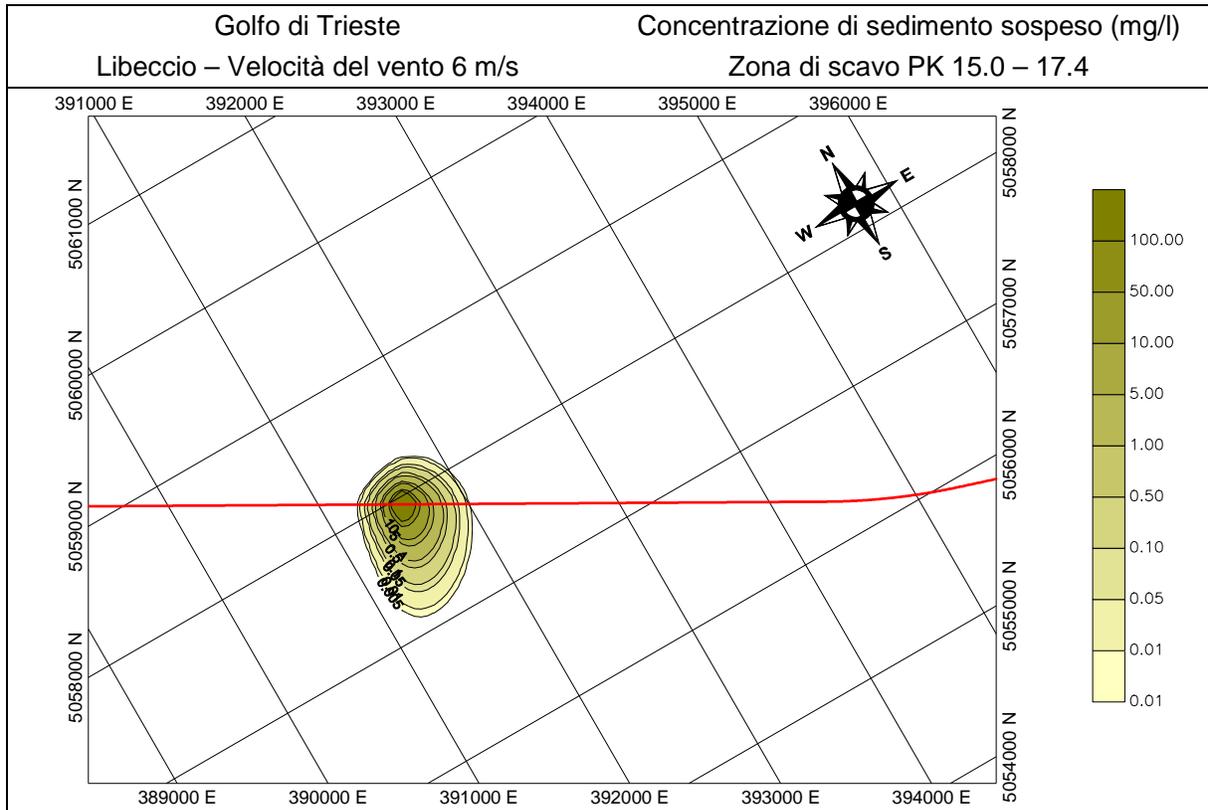


Fig. 3.17 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di sedimento sospeso

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

372 di 437

Rev.:

00

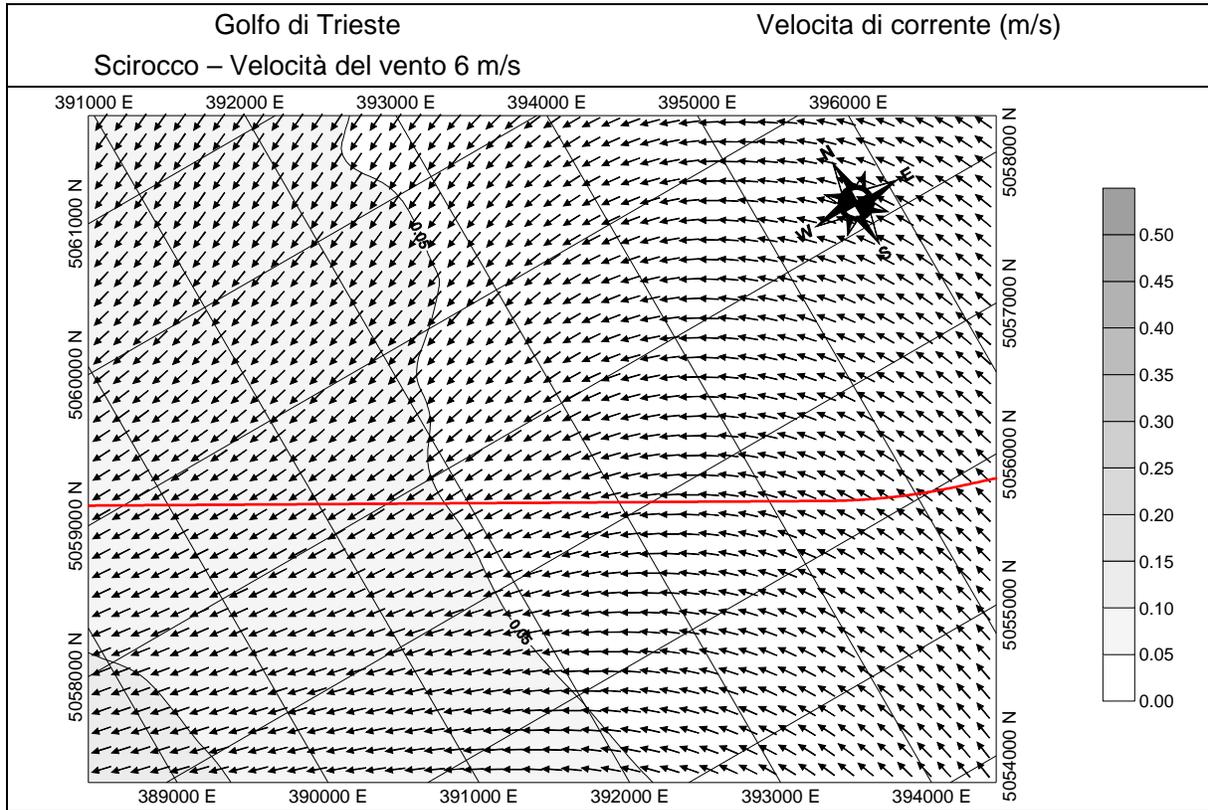


Fig. 3.18 - Golfo di Trieste - Corrente indotta dal vento di Scirocco

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

373 di 437

Rev.:

00

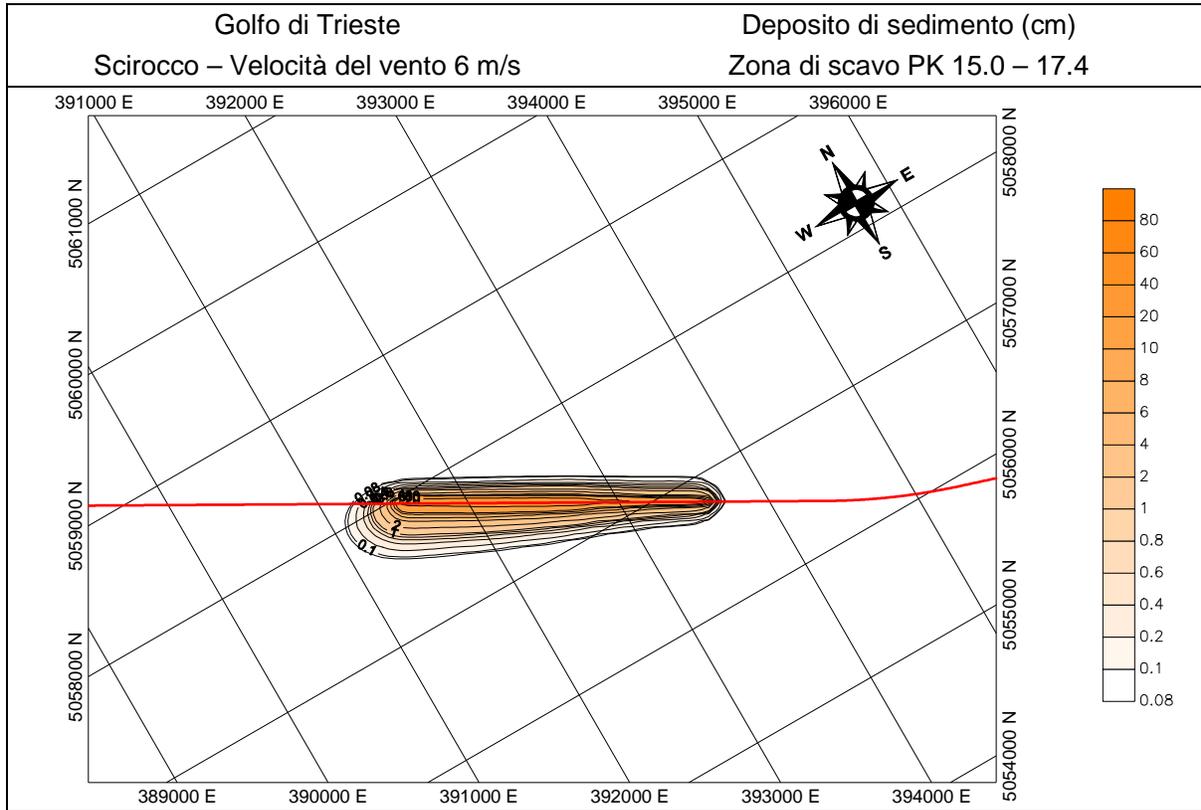


Fig. 3.19 - Golfo di Trieste - Andamento del deposito di sedimento

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 374 di 437	Rev.: 00	

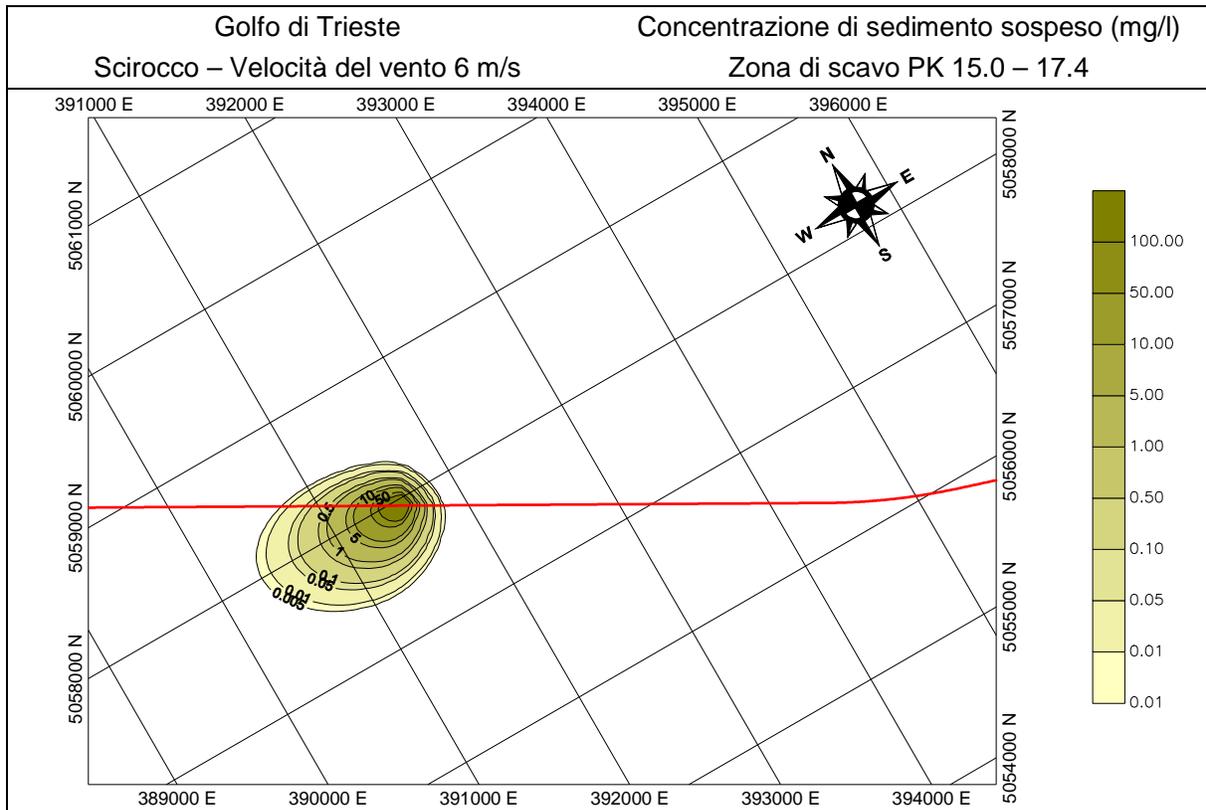


Fig. 3.20 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di sedimento sospeso

3.1.3 Ambiente idrico

3.1.3.1 Torbidità

Per quanto riguarda la torbidità nella colonna d'acqua, i risultati del modello indicano che il materiale in sospensione si deposita nel giro di 8-12 ore e rimane confinato in uno strato d'acqua di circa 5 m dal fondo. Ciò significa che l'interferenza con l'attività fotosintetica del fitoplancton che si svolge in gran parte nello strato superficiale della colonna d'acqua (zona fotica), si può ritenere trascurabile nelle zone più profonde e abbastanza contenuto nelle zone dove la profondità d'acqua è inferiore ai 7-8 m. Tale affermazione è avvalorata dai tempi di deposizione che sono estremamente brevi. Infatti, il tempo necessario per la rideposizione totale del particellato messo in sospensione è inferiore a mezzo fotoperiodo giornaliero per cui risulta evidente che il breve periodo di attenuazione dell'intensità luminosa che raggiunge il fondale è sostanzialmente trascurabile ai fini della fotosintesi del fitoplancton.

3.1.3.2 Dispersione di sostanze per movimentazione dei solidi dispersi

L'andamento della concentrazione dei sali e dei metalli già presenti nell'area interessata dall'opera, dovuta al solo rilascio di tali elementi dal sedimento scavato, è riportato nelle Fig. 3.21÷3.25, 3.26÷3.30, 3.31÷3.35 per la baia di Muggia e nelle Fig. 3.36÷3.40, 3.41÷3.45, 3.46÷3.50 per il golfo di Trieste.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	375 di 437	00			

Anche in questi casi, dato che il sedimento sospeso rimane confinato entro i 5-6 m dal fondo e il moto verticale dell'acqua è molto ridotto, anche i sali ed i metalli rilasciati dal sedimento rimosso si concentrano entro lo stesso strato.

Dalle figure risulta che i sali ed i metalli tendono a rimanere in sospensione per più tempo del sedimento e si disperdono in aree più vaste. Nella baia di Muggia, a causa delle velocità più ridotte, le concentrazioni sono più elevate di quelle risultanti nel golfo di Trieste, ma in entrambi i casi i valori sono sempre molto contenuti.

Per quanto riguarda la durata della perturbazione, essa chiaramente dipende dall'andamento del campo di corrente. Poiché le isolinee relative allo scavo nella baia di Muggia indicano che a circa 1,0 -1,2 km a monte dell'attuale di scavo, la concentrazione si è ridotta a 1/1000 di quella inizialmente rilasciata dai sedimenti scavati, tenuto conto che la macchina di scavo procede ad una velocità di circa 50 m/h, si stima che le concentrazioni dei sali e dei metalli ritornino al valore medio dopo in circa 24 ore. Nel golfo di Trieste la durata della perturbazione è sostanzialmente la stessa, in quanto anche in questo caso, i pennacchi di concentrazione, che hanno forma allungata indicano che la concentrazione a circa 1,0 -1,2 km dallo scavo è circa 1/1000 di quella rilasciata.

Dalle figure si osserva inoltre che solo quantità trascurabili (inferiori all'1/1000) si disperdono in aree più distanti dal punto di scavo, e comunque, anche in questo caso, la diffusione non coinvolge lo strato fotico.

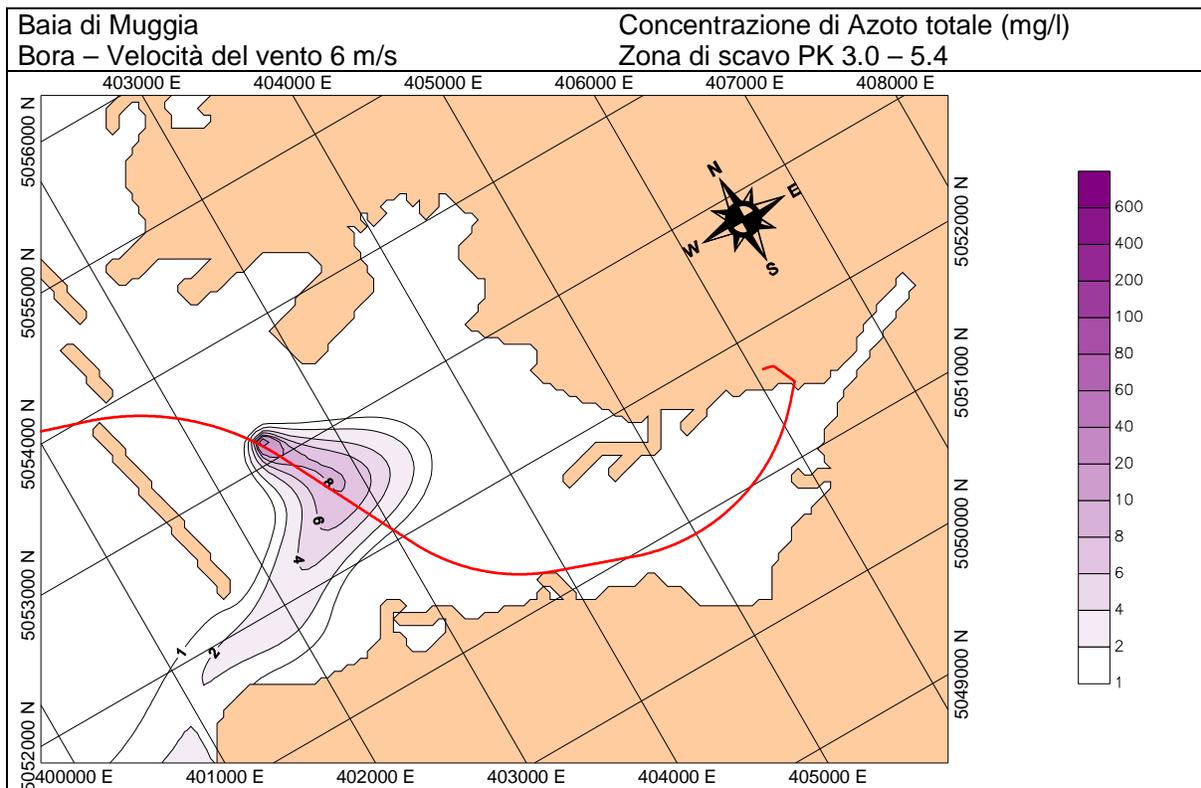


Fig. 3.21 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

376 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia
Bora – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Fosforo totale (mg/l)
Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

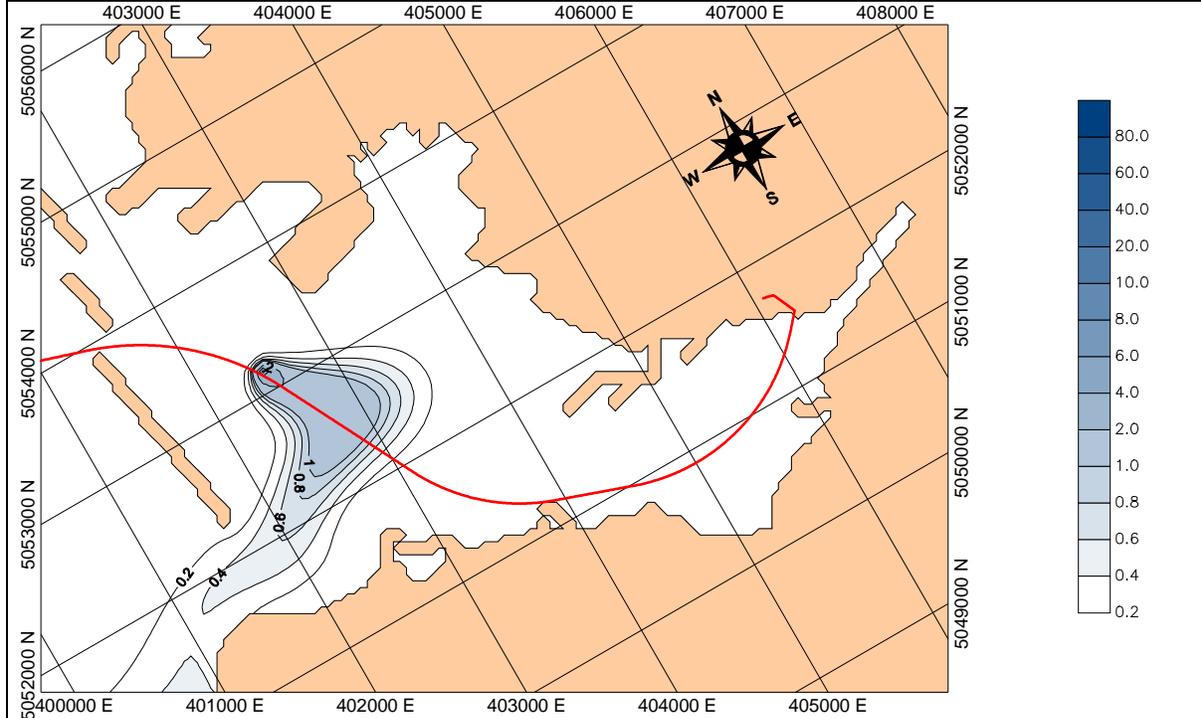


Fig.3.22 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

377 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia
Bora – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Piombo (mg/l)
Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

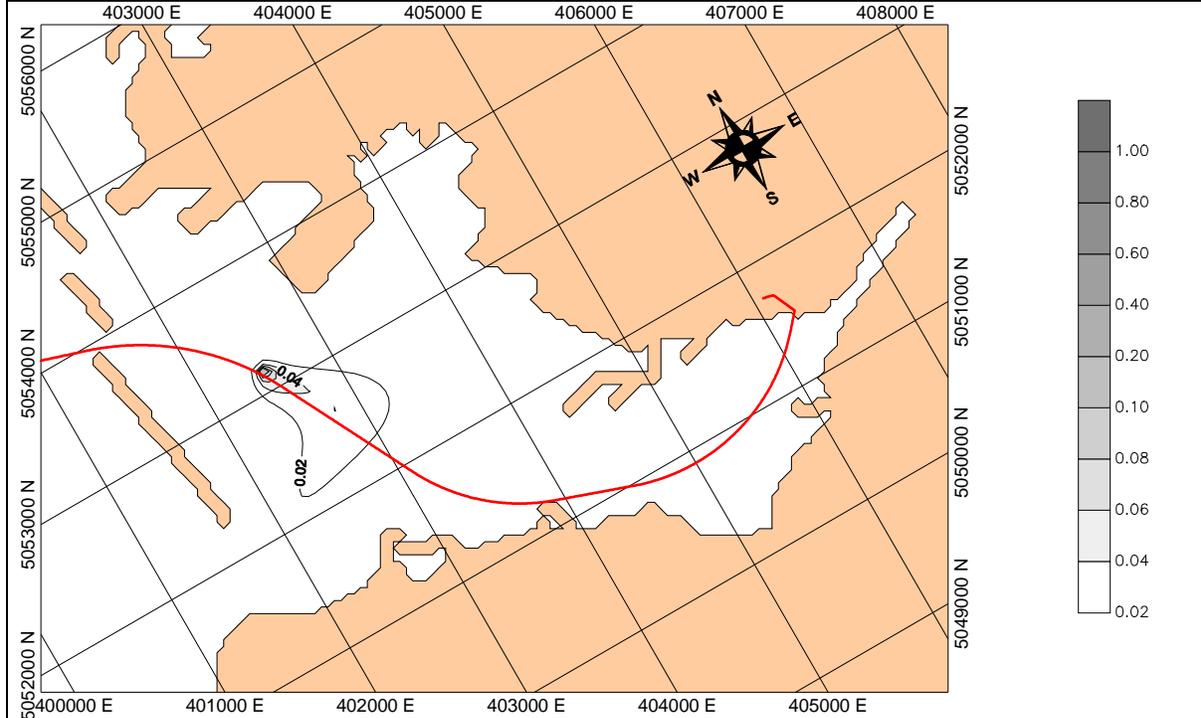


Fig. 3.23 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

378 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia
Bora – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Cadmio (mg/l)
Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

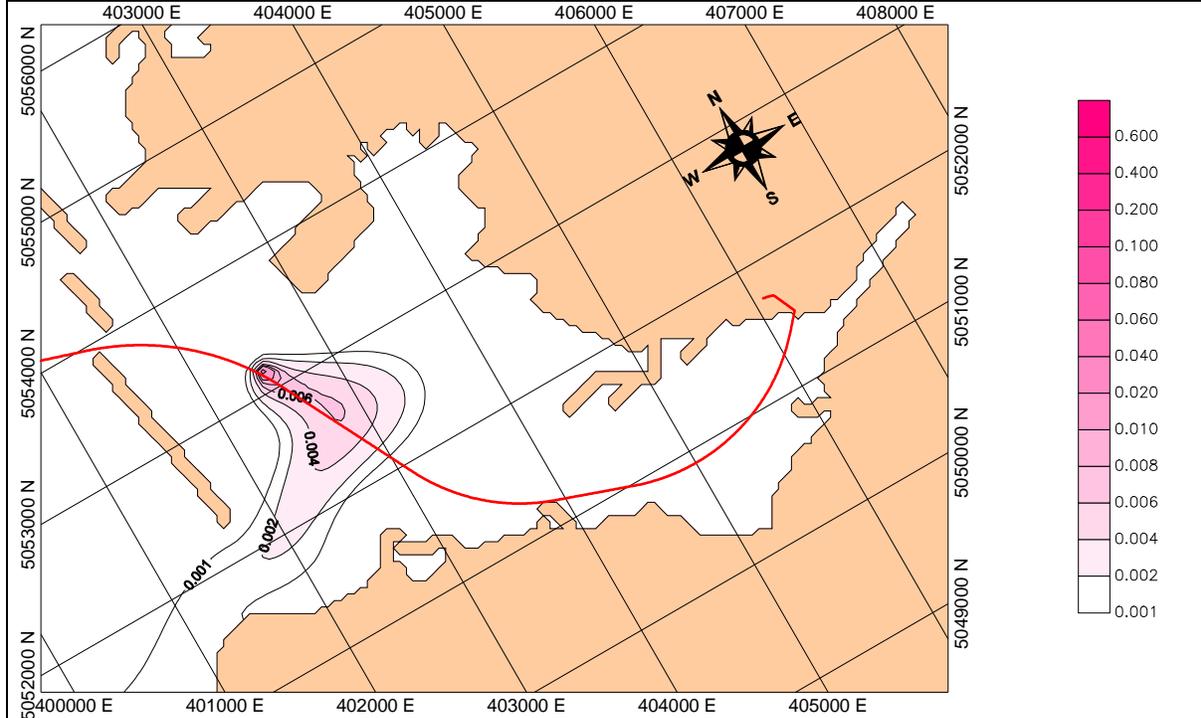


Fig. 3.24 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

379 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia
Bora – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Mercurio ($\mu\text{g/l}$)
Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

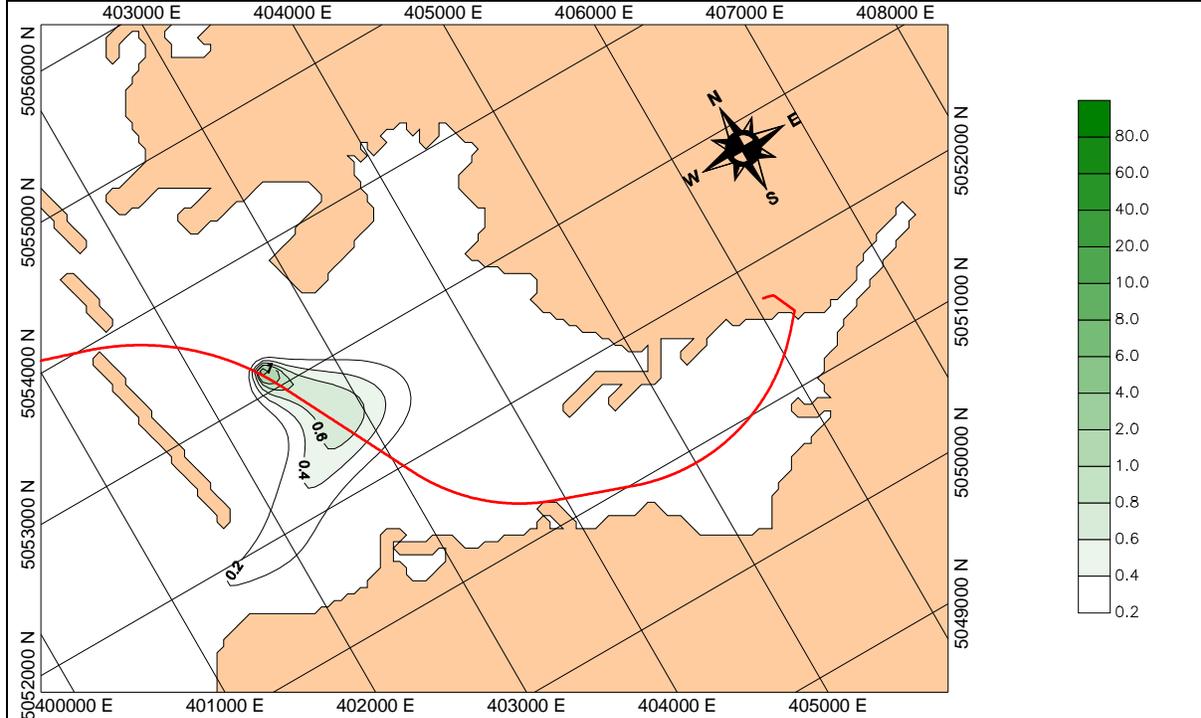


Fig. 3.25 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Mercurio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

380 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Azoto totale (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

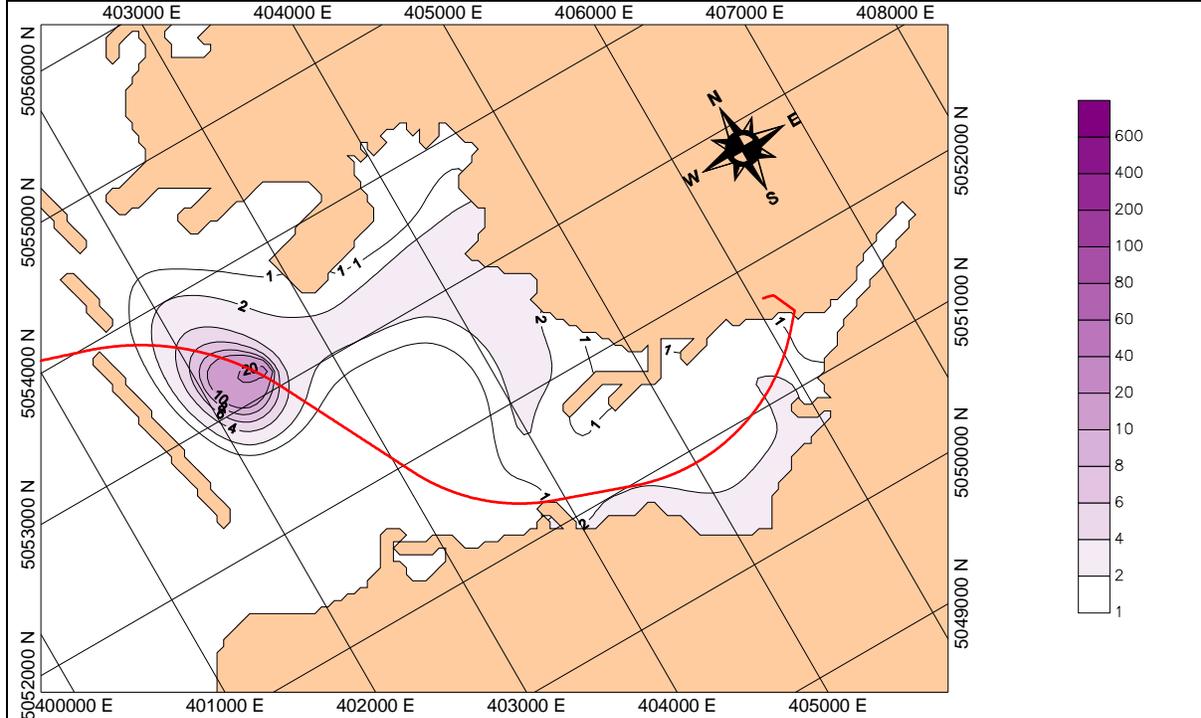


Fig. 3.26 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

381 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Fosforo totale (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

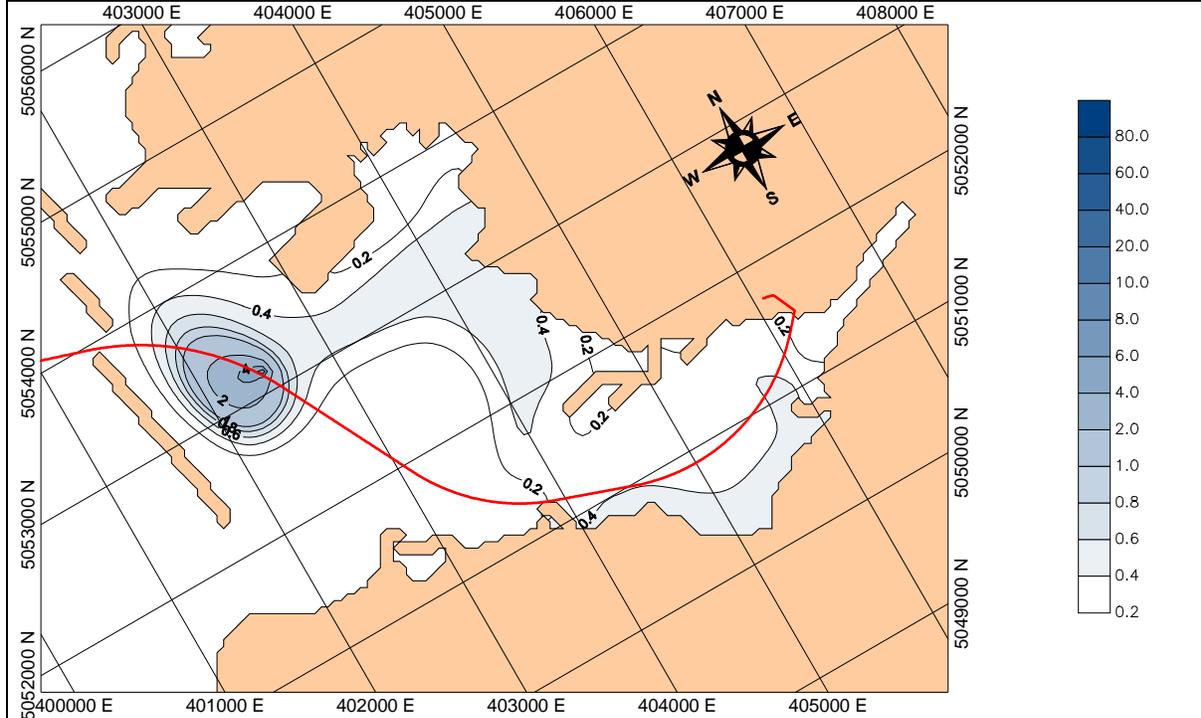


Fig. 3.27 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

382 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Piombo (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

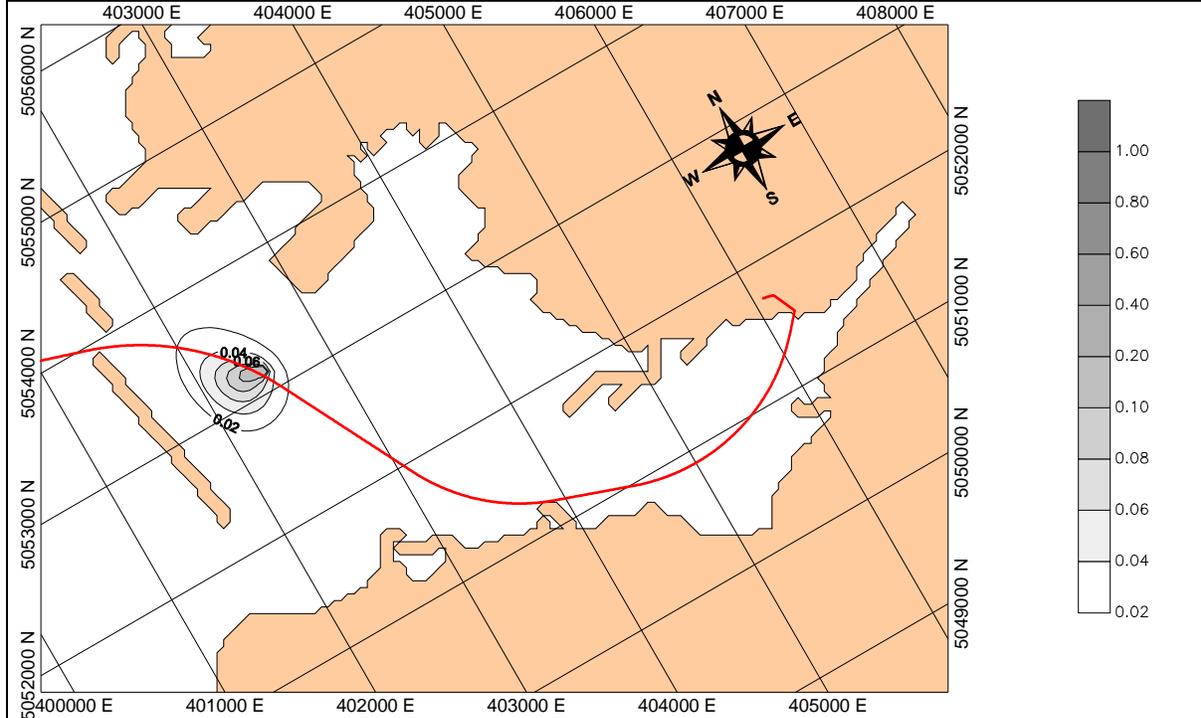


Fig. 3.28 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

383 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Cadmio (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

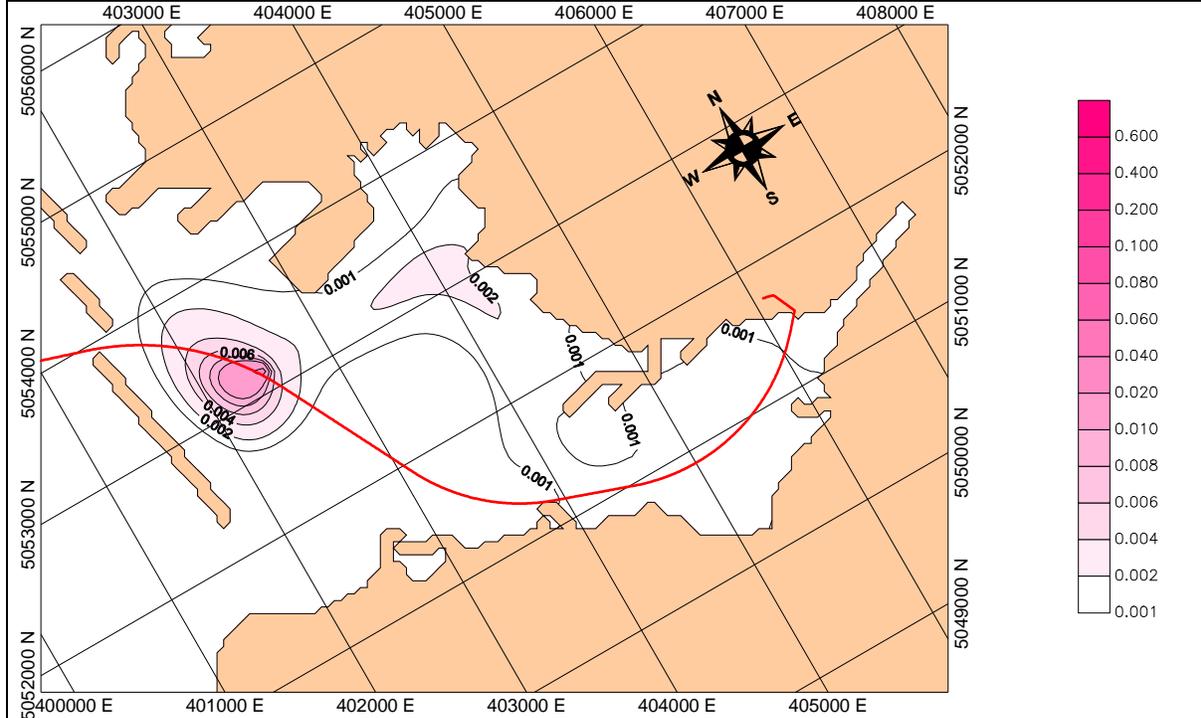


Fig. 3.29 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

384 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Mercurio ($\mu\text{g/l}$)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

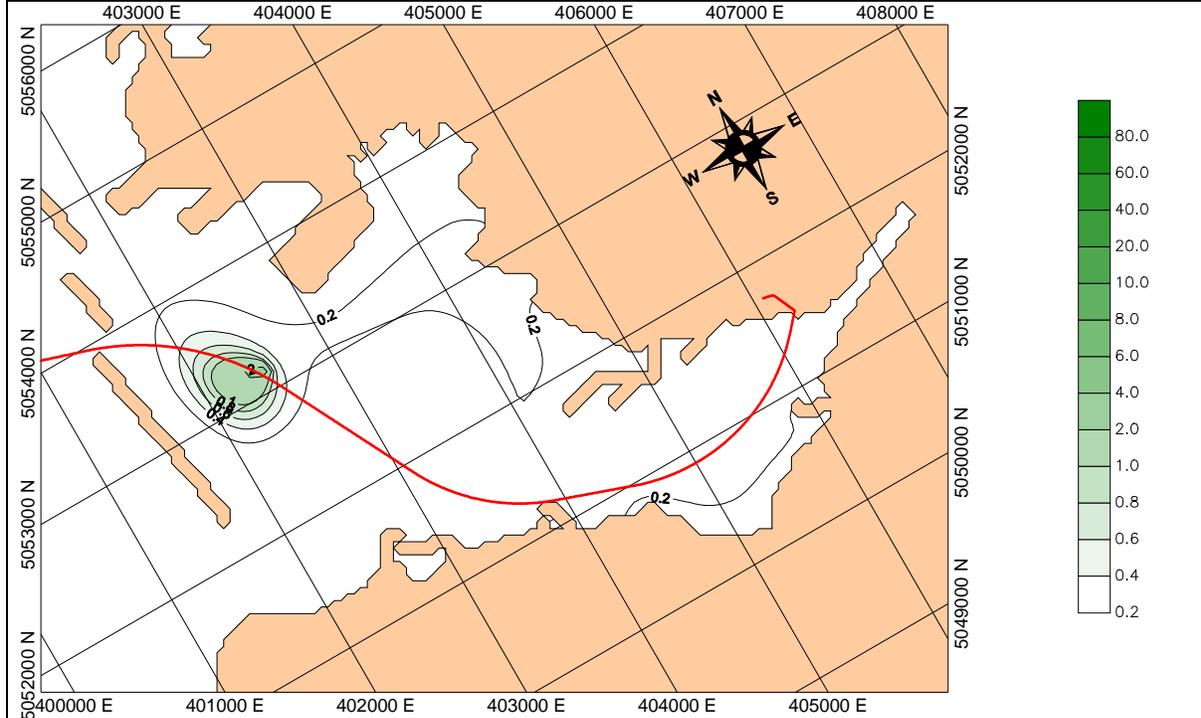


Fig. 3.30 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Mercurio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

385 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Azoto totale (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

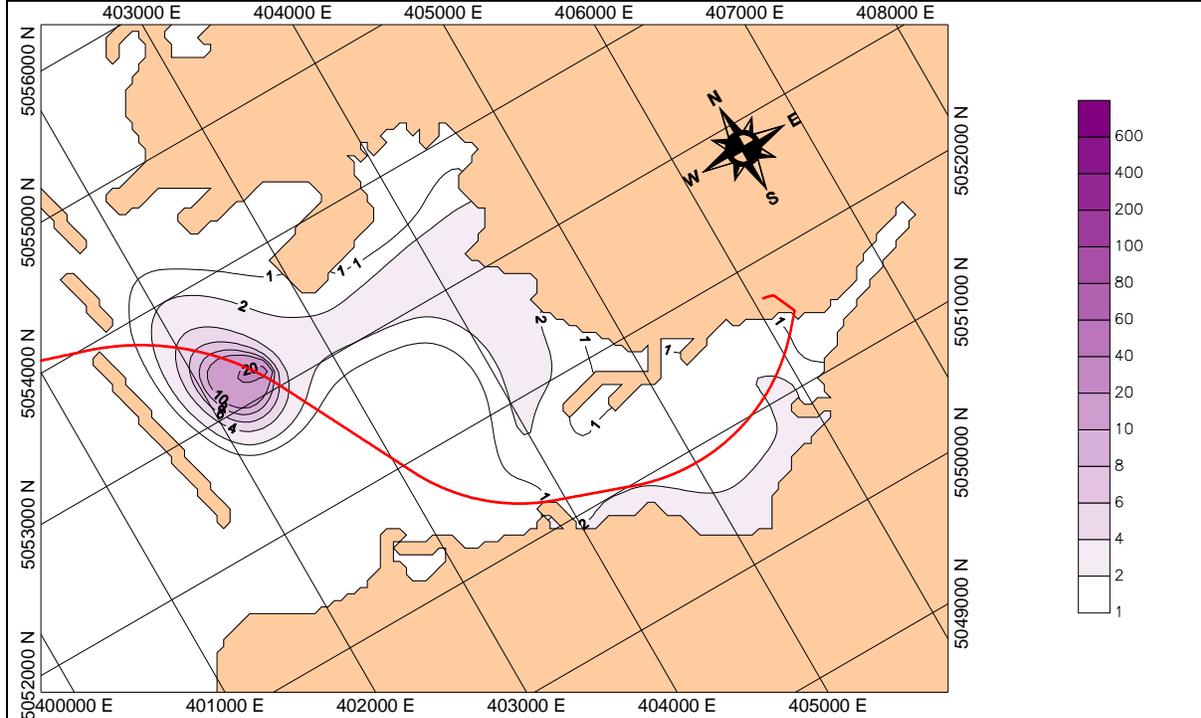


Fig. 3.31 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

386 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Fosforo totale (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

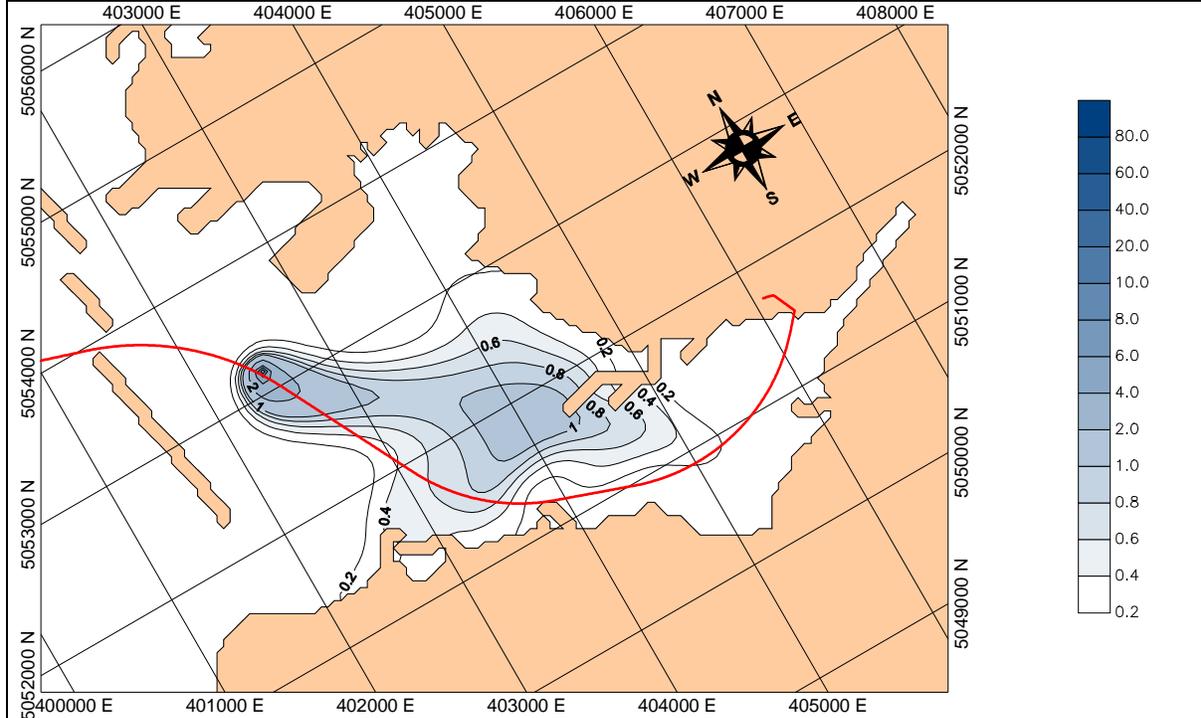


Fig. 3.32 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

387 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Piombo (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

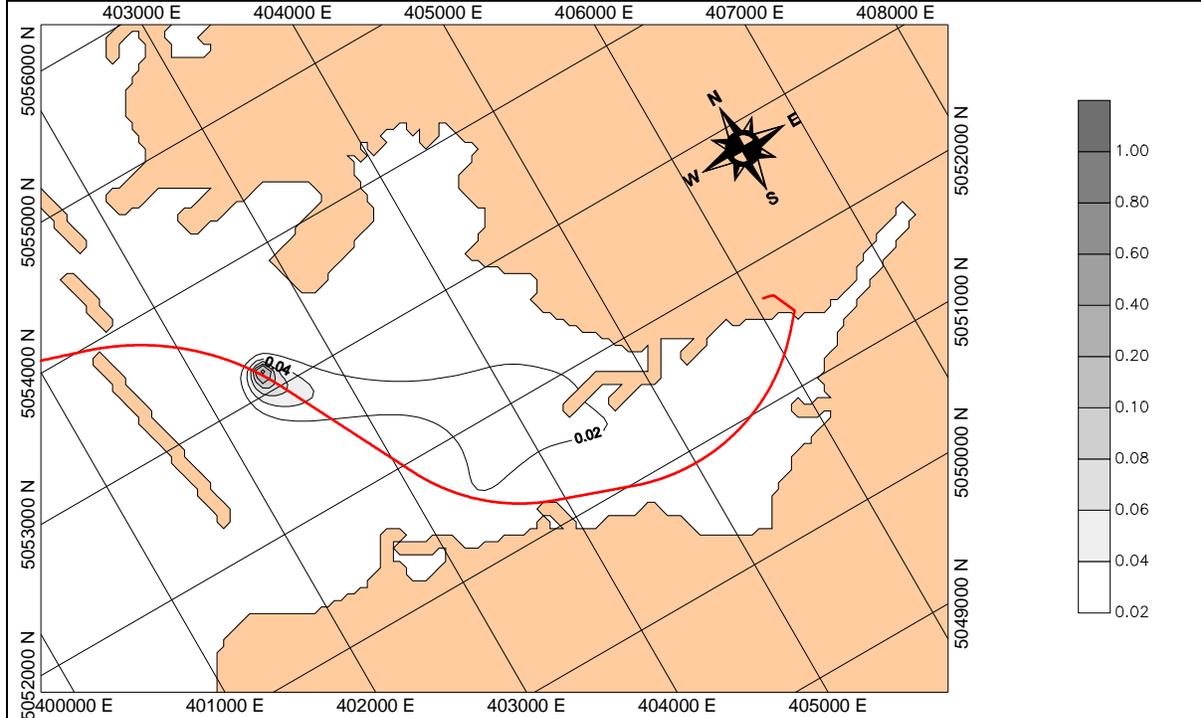


Fig. 3.33 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

388 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Cadmio (mg/l)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

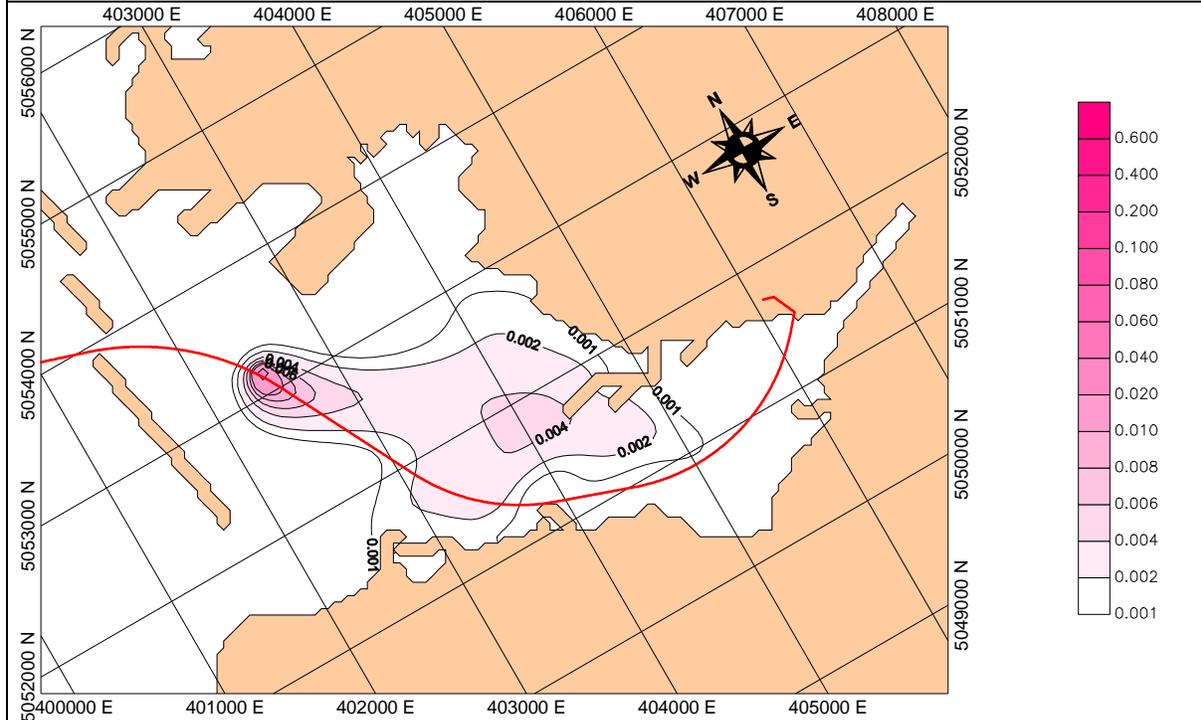


Fig. 3.34 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

389 di 437

Rev.:

00

Baia di Muggia

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Mercurio ($\mu\text{g/l}$)

Zona di scavo PK 3.0 – 5.4

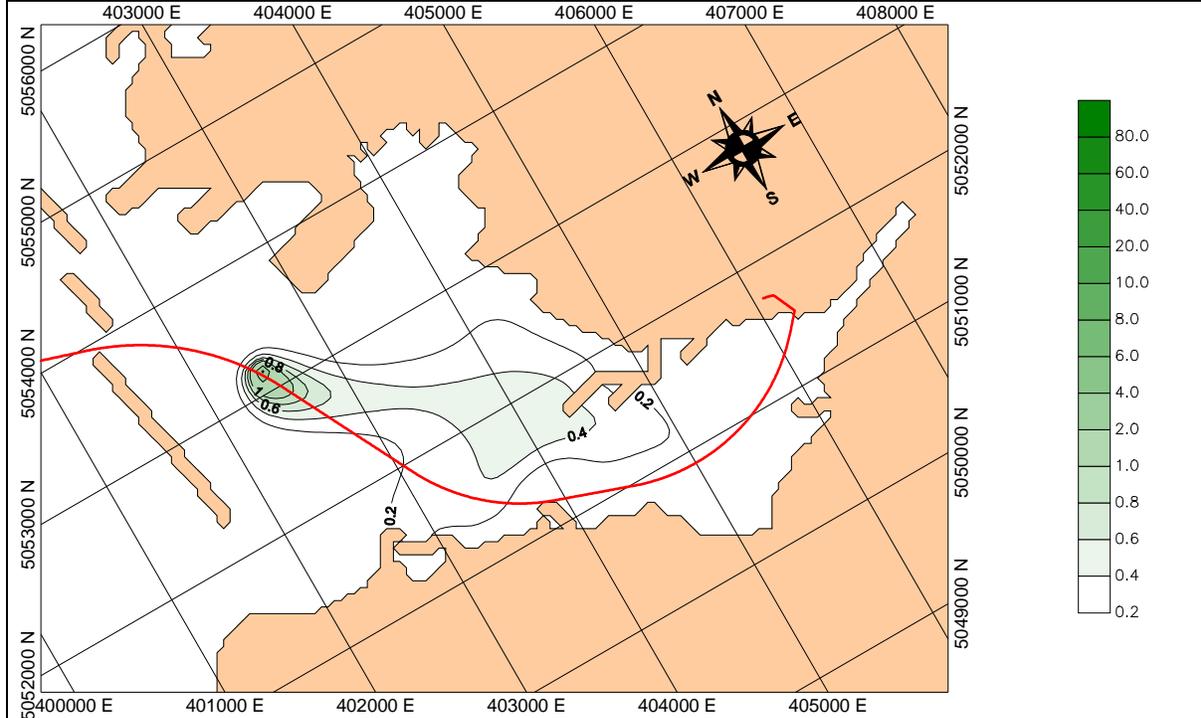


Fig.3.35 - Baia di Muggia - Andamento della concentrazione di Mercurio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

390 di 437

Rev.:

00

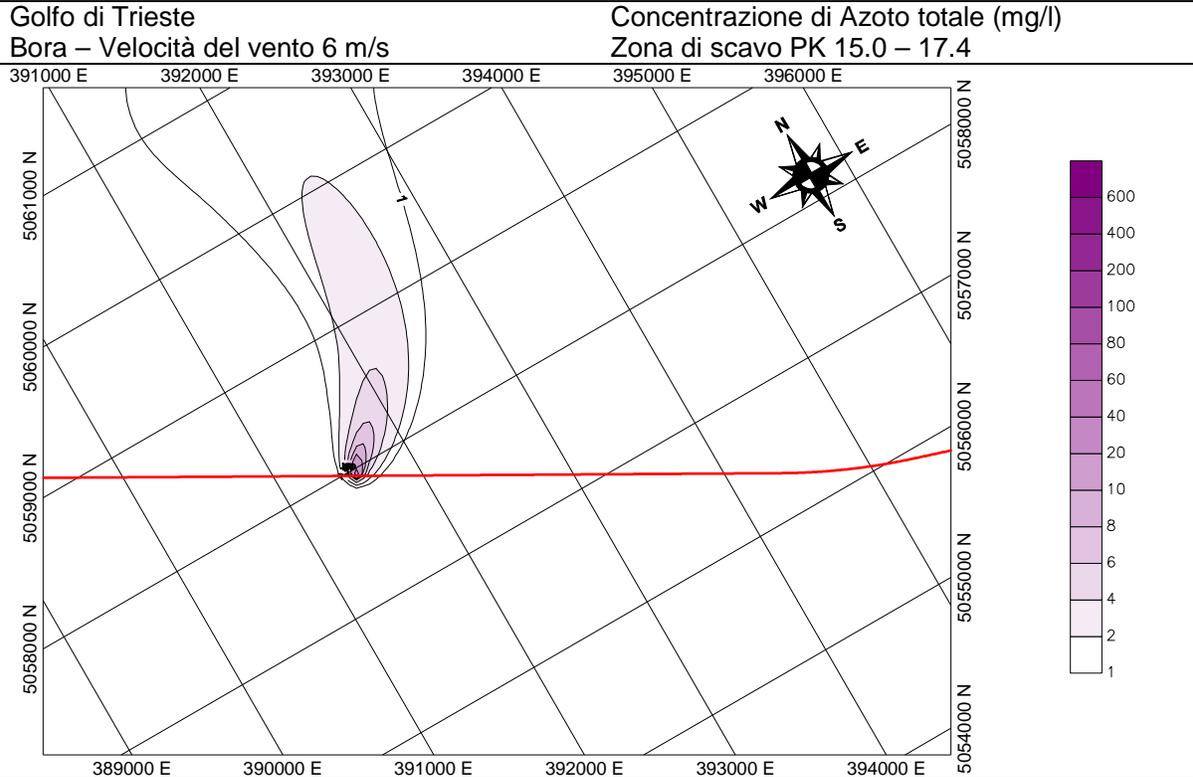


Fig. 3.36 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

391 di 437

Rev.:

00

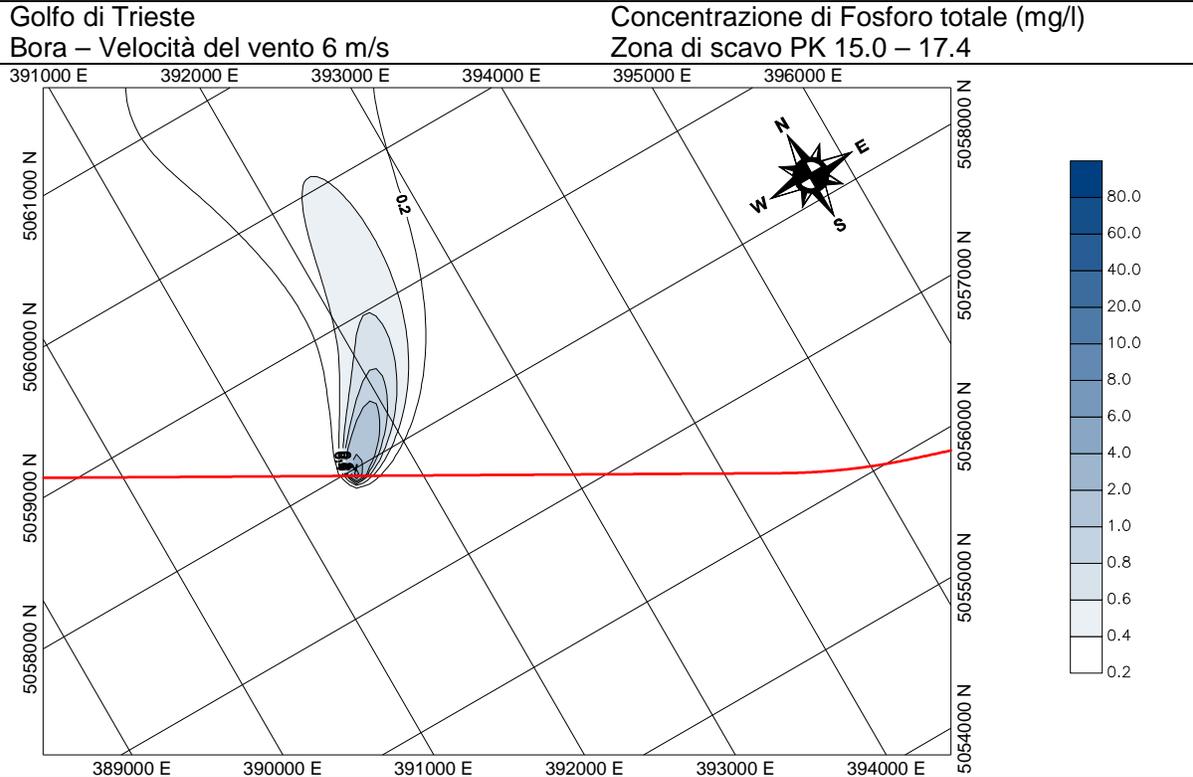


Fig. 3.37 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

392 di 437

Rev.:

00

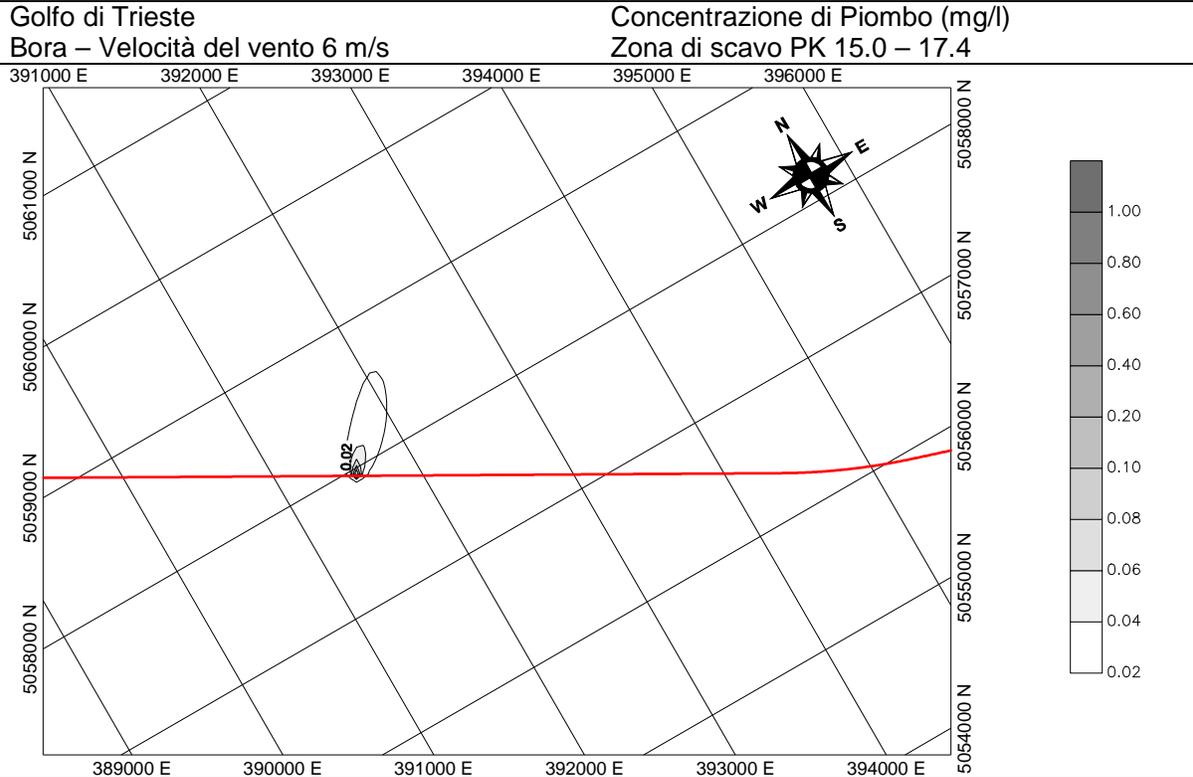


Fig. 3.38 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

393 di 437

Rev.:

00

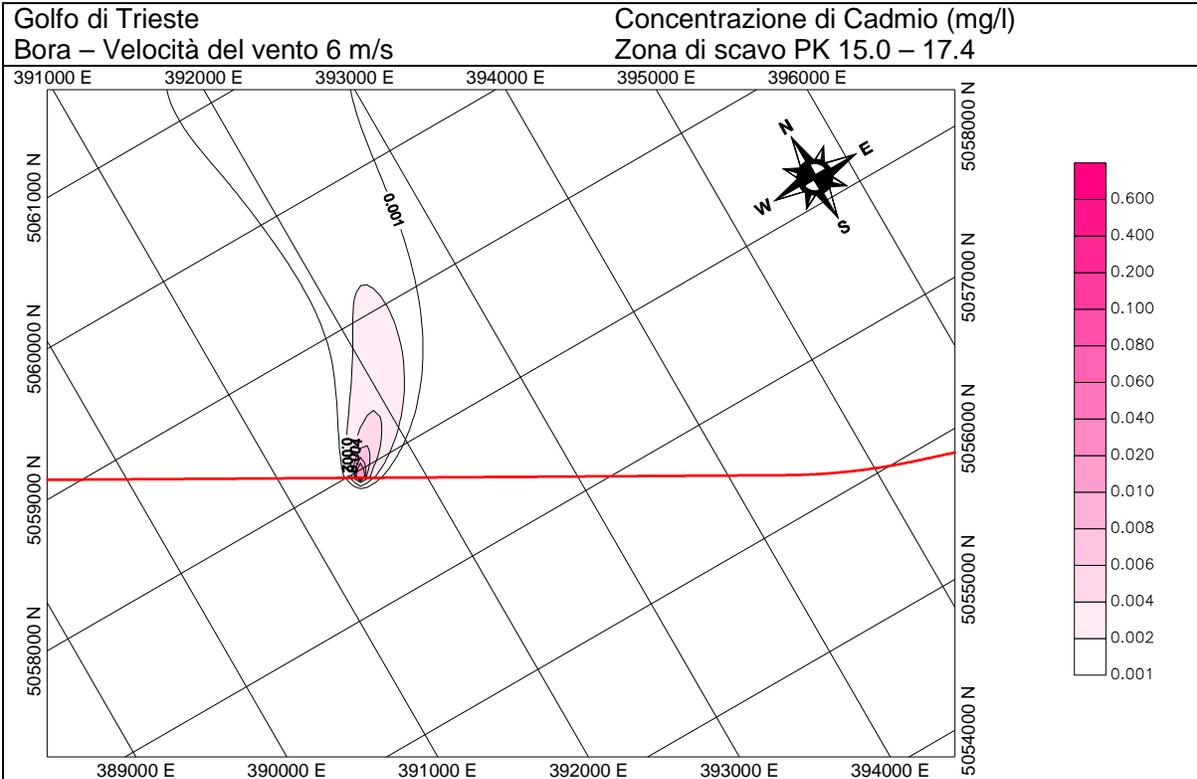


Fig. 3.39 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

394 di 437

Rev.:

00

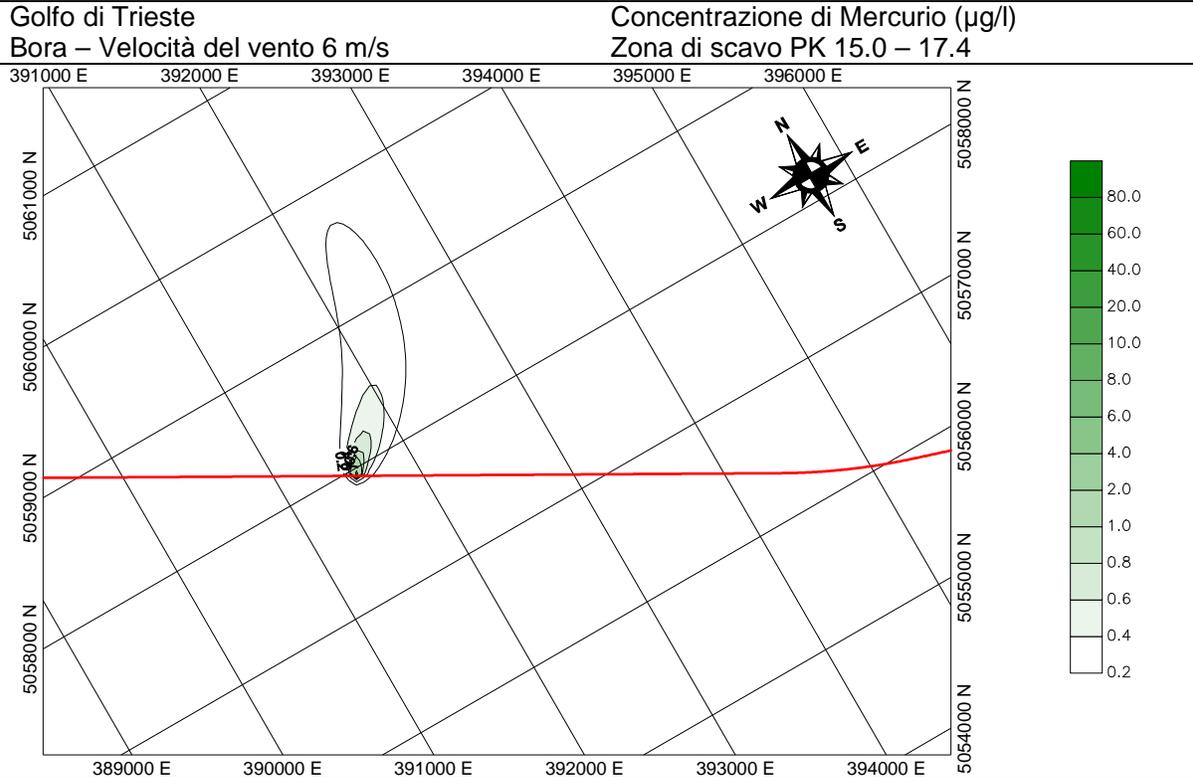


Fig. 3.40 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Mercurio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

395 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Azoto totale (mg/l)

Zona di scavo PK 15.0 – 17.4

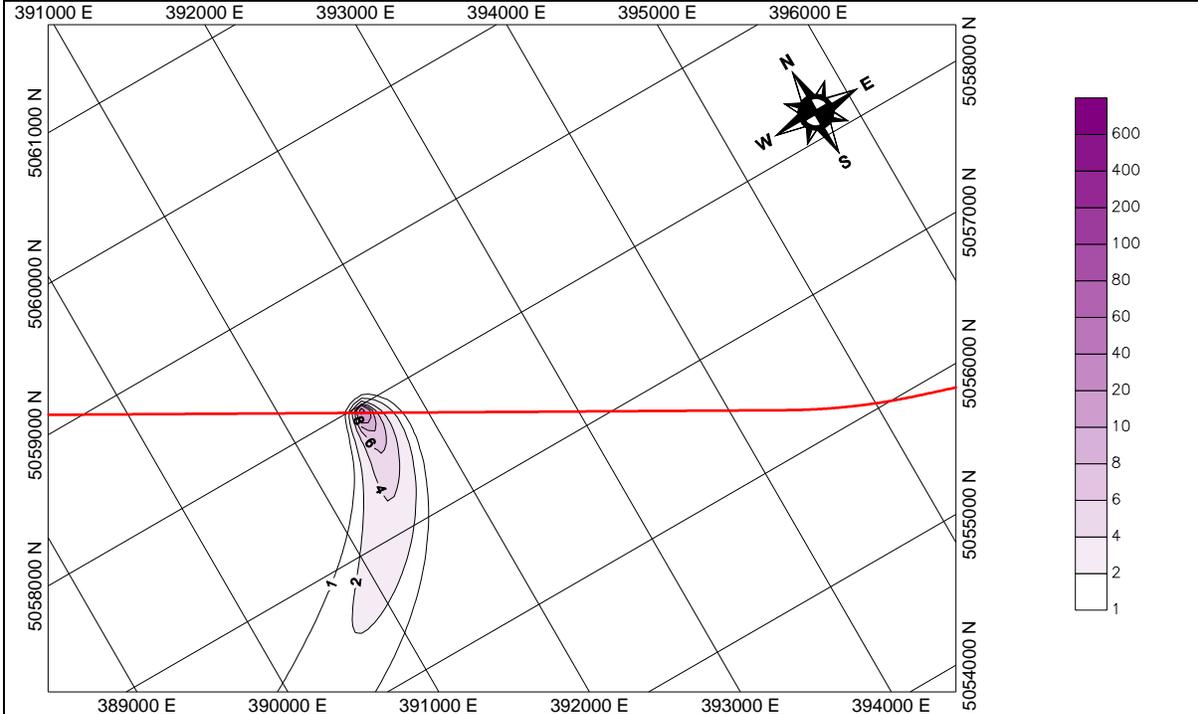


Fig. 3.41 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

396 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Fosforo totale (mg/l)

Zona di scavo PK 15.0 – 17.4

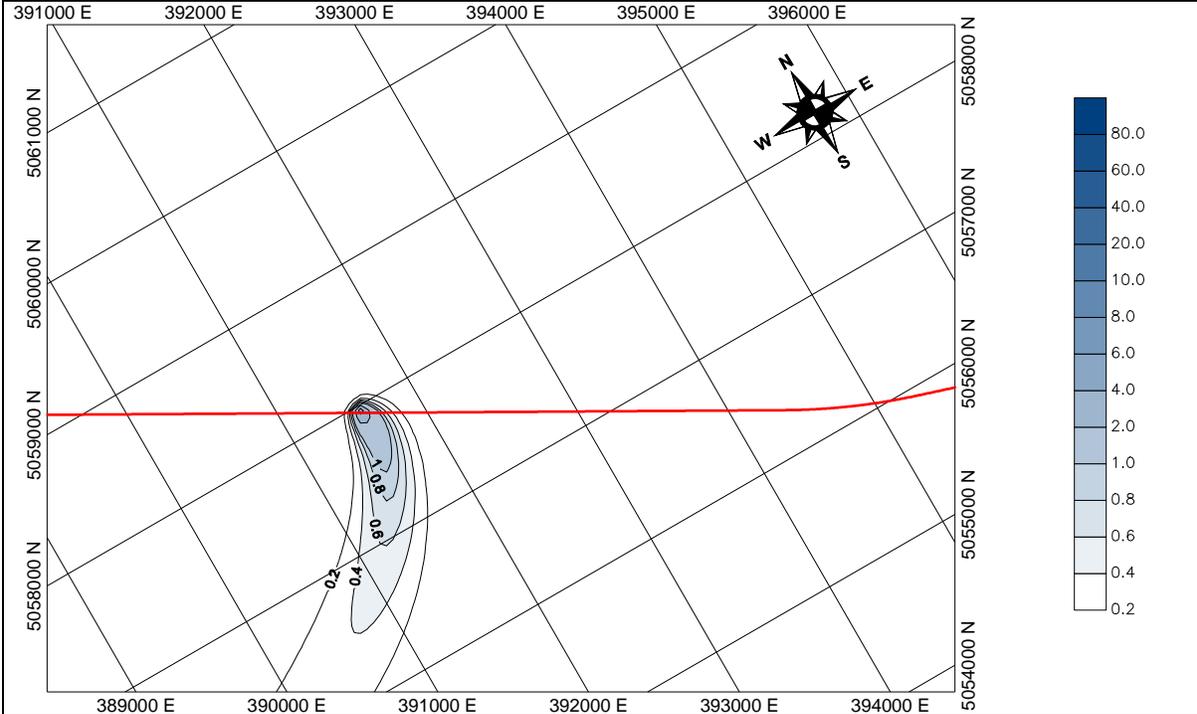


Fig. 3.42 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

397 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Piombo (mg/l)

Zona di scavo PK 15.0 – 17.4

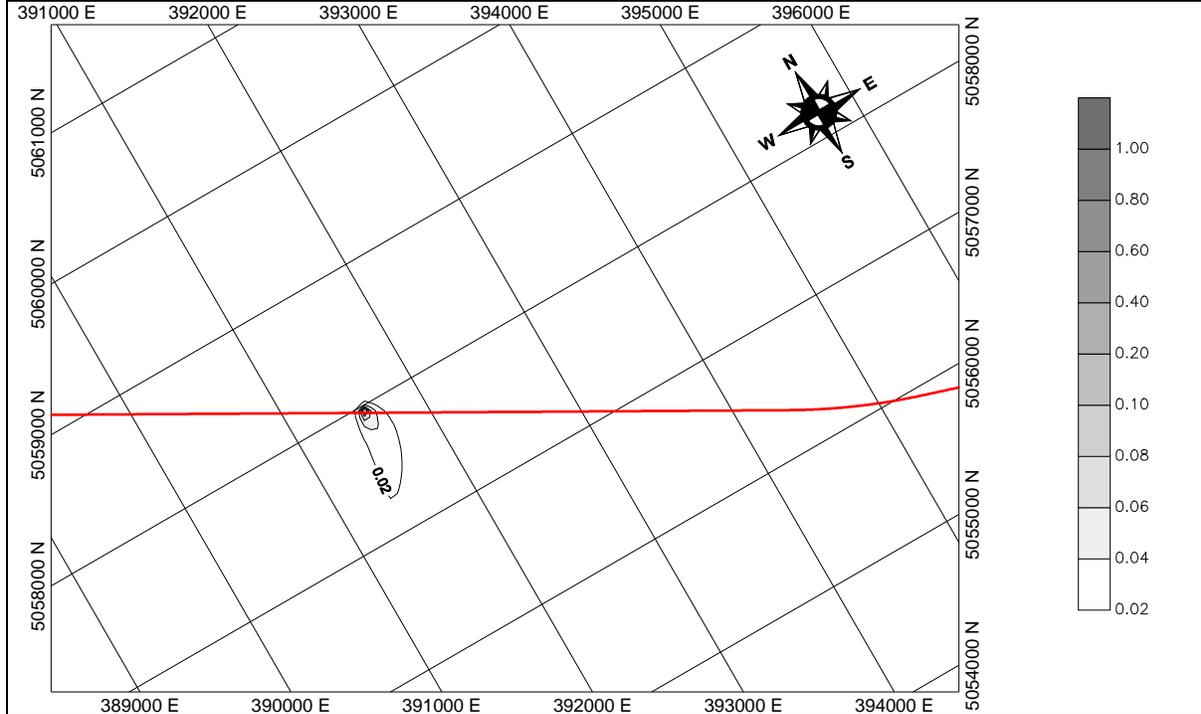


Fig. 3.43 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

398 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Libeccio – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Cadmio (mg/l)

Zona di scavo PK 15.0 – 17.4

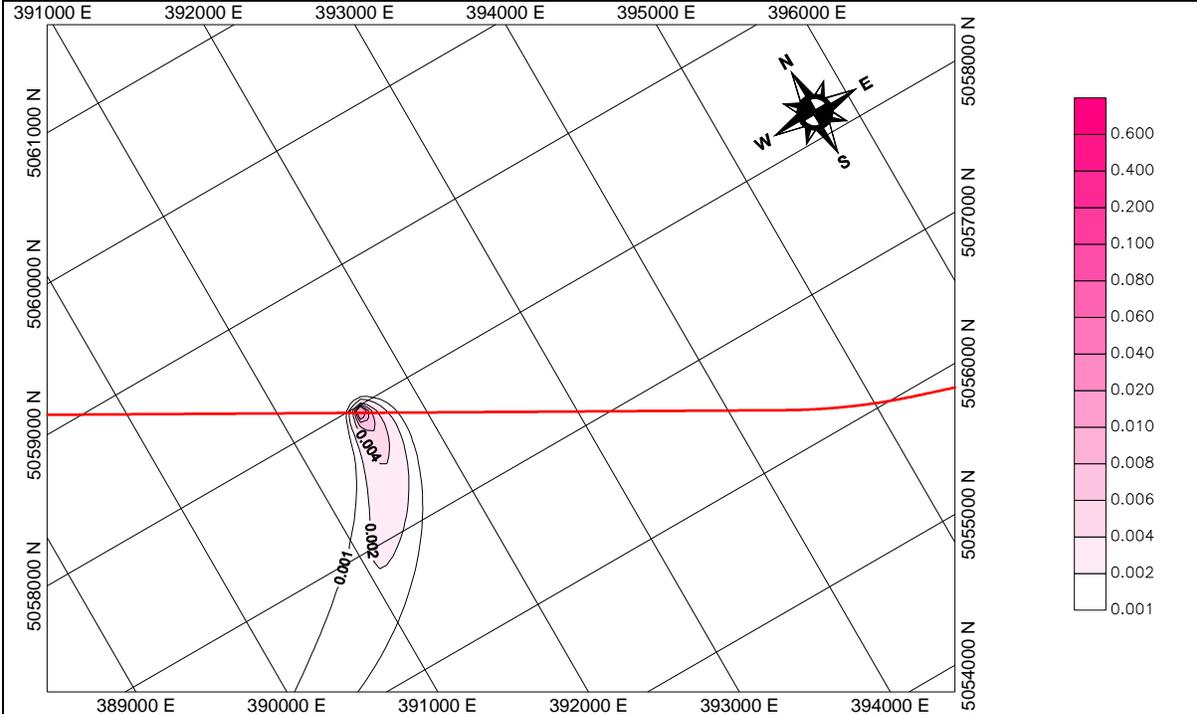


Fig. 3.44 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

399 di 437

Rev.:

00

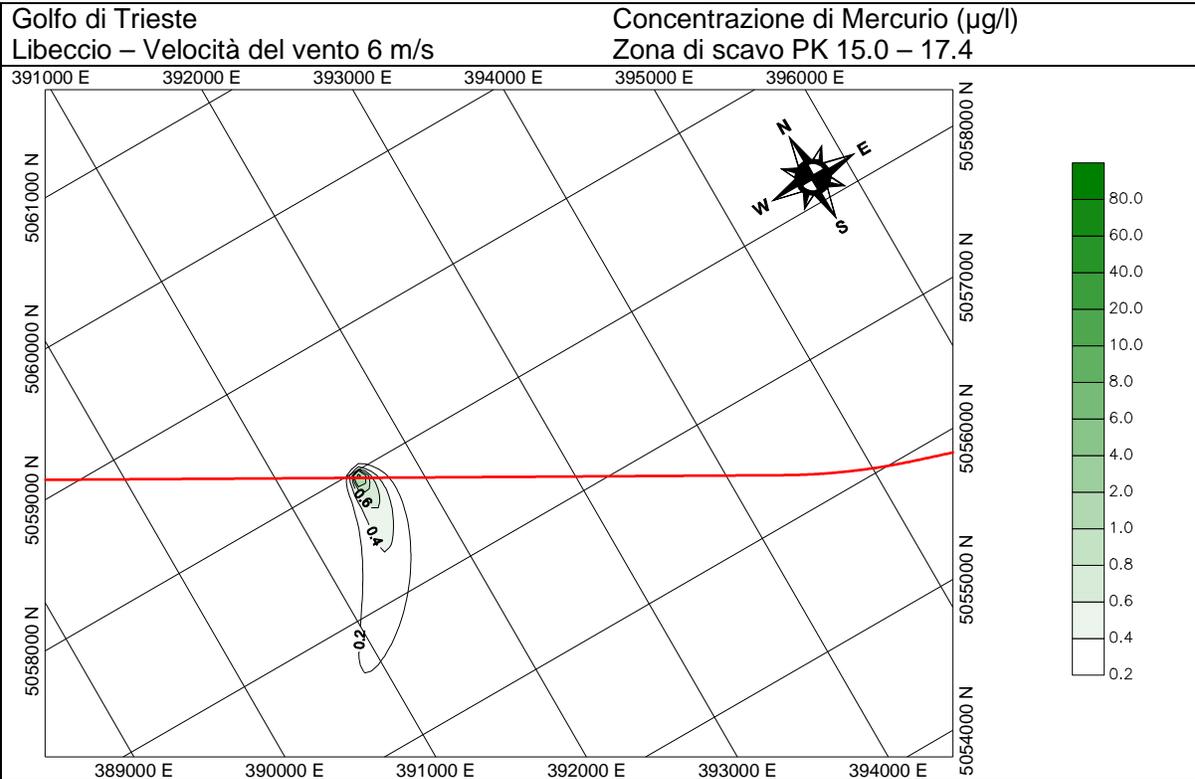


Fig. 3.45 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Mercurio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

400 di 437

Rev.:

00

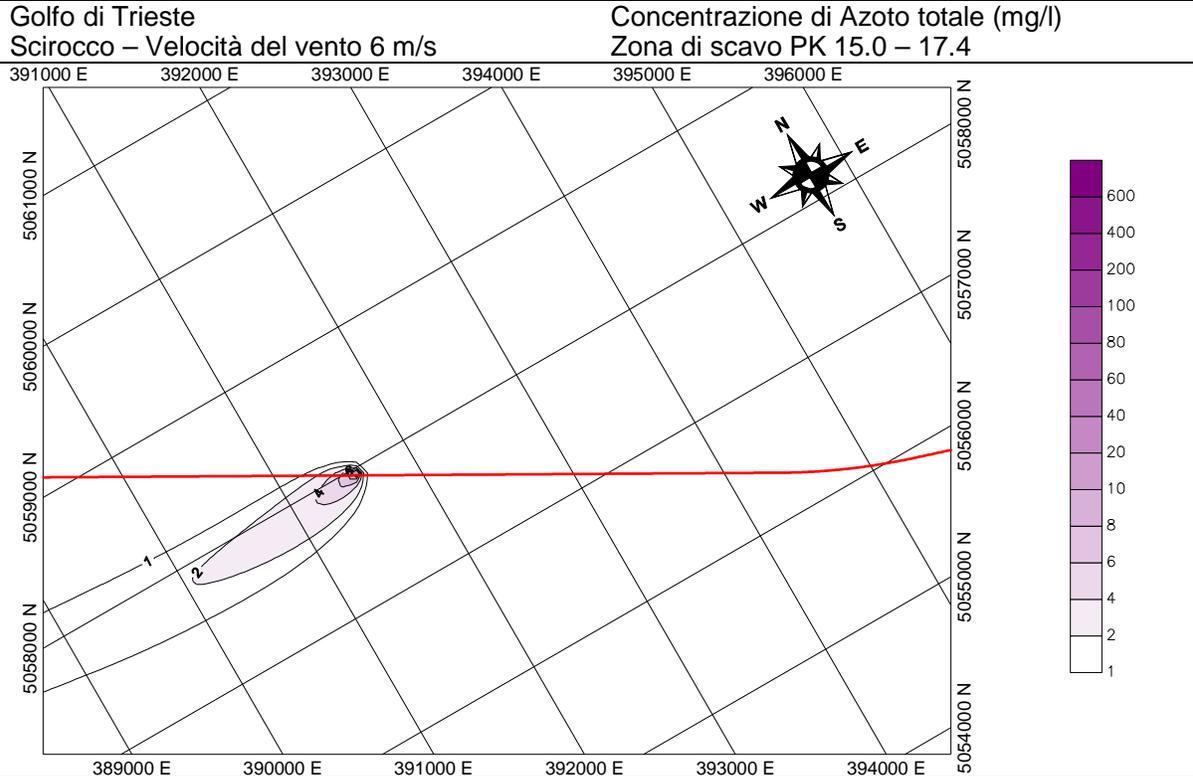


Fig. 3.46 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Azoto totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

401 di 437

Rev.:

00

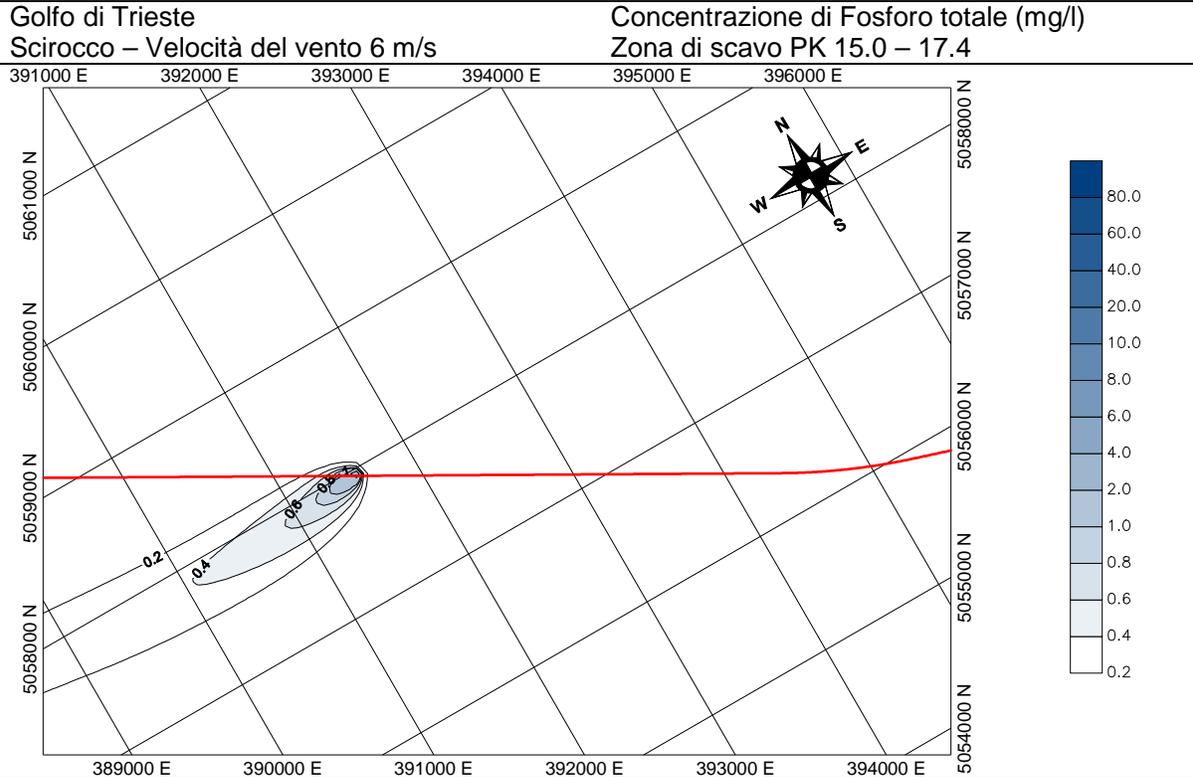


Fig. 3.47 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Fosforo totale

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

402 di 437

Rev.:

00

Golfo di Trieste

Scirocco – Velocità del vento 6 m/s

Concentrazione di Piombo (mg/l)

Zona di scavo PK 15.0 – 17.4

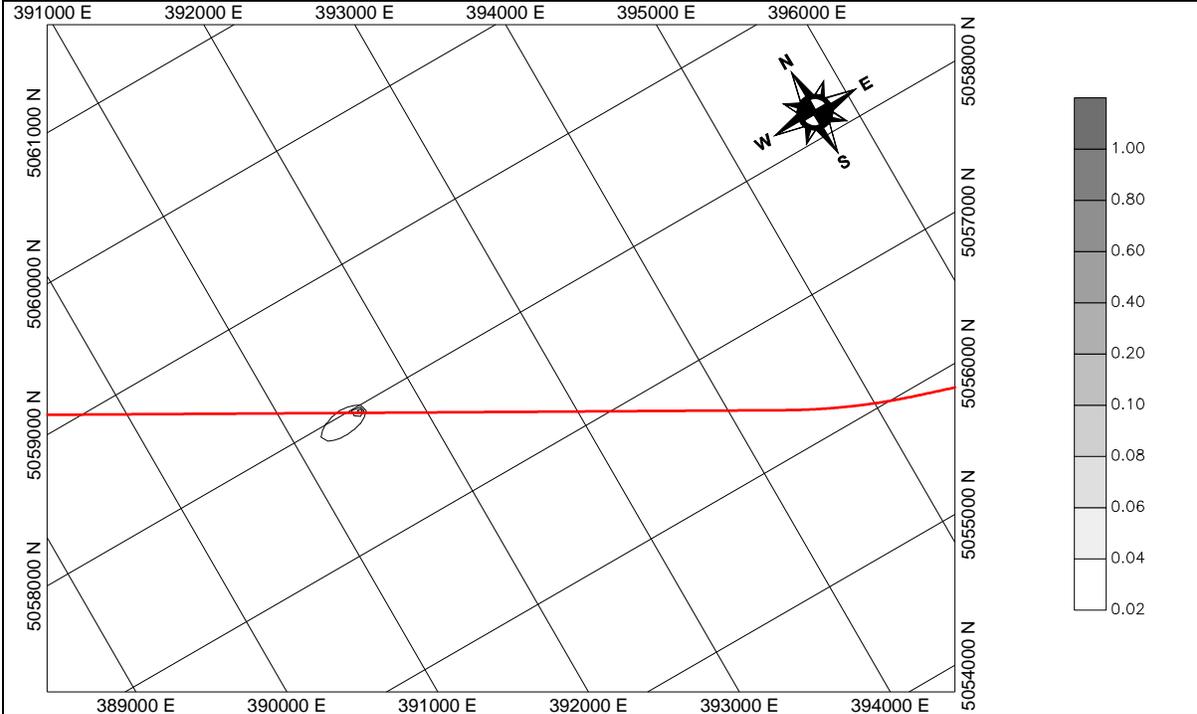


Fig. 3.48 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Piombo

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

403 di 437

Rev.:

00

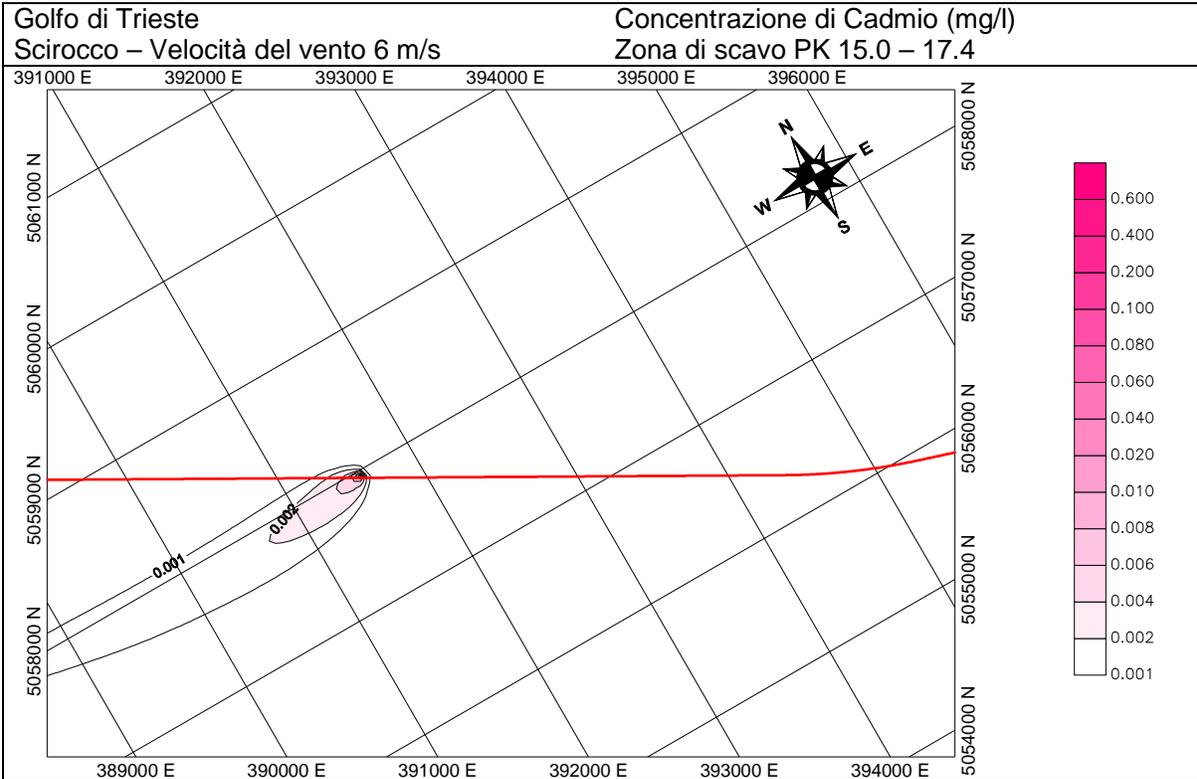


Fig. 3.49 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Cadmio

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:

08807-ENV-RE-000-001

Foglio

404 di 437

Rev.:

00

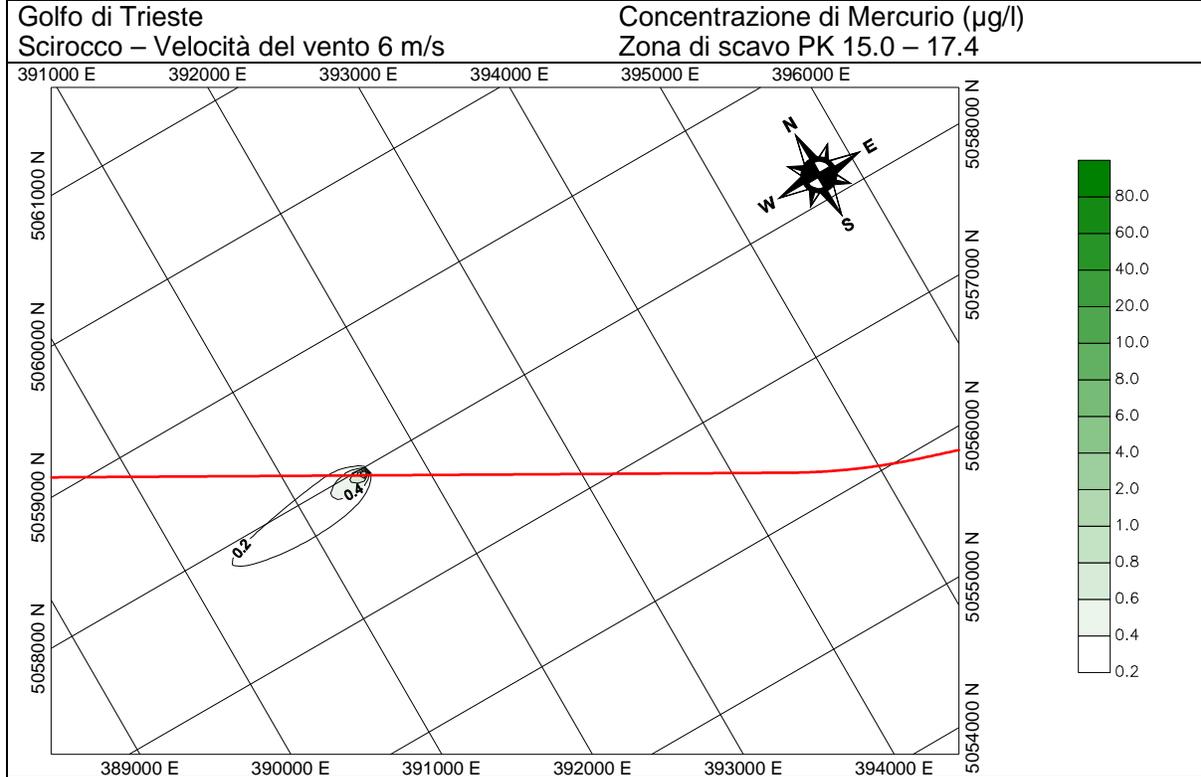


Fig. 3.50 - Golfo di Trieste - Andamento della concentrazione di Mercurio

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar						
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE						
N° Documento:	Foglio		Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	405	di 437	00			

Nelle Tab 3.10 e Tab 3.11 sono stati riportati i valori guida ricavati dai dati SI. DI.MAR relativi alle concentrazioni dei nutrienti (azoto e fosforo totali). Dal confronto di questi valori con quelli di diluizione calcolati nelle simulazioni Fig. 3.1- 20 si evince che durante lo scavo si ha un notevole aumento della concentrazione del fosforo nella colonna d'acqua mentre la concentrazione dell'azoto totale rimane inferiore ai valori guida.

Tab 3.10 - Valori guida per azoto e fosforo totali (fonte Si.Di.Mar.)

Parametri per la Classificazione delle Acque Marine (MIRAMARE)	
Salinità (psu)	37,480
Clorofilla (mg/mc)	1,070
Ammoniaca (NH4 -mM/mc)	1,110
Fosfati (PO4 -mM/mc)	0,020
Nitrati (NO3 -mM/mc)	2,350
Nitriti (NO2 -mM/mc)	0,950
Silicati (SiO4 -mM/mc)	3,670

Tab 3.11 - Valori guida per azoto e fosforo totali (fonte Si.Di.Mar.)

Parametri per la Classificazione delle Acque Marine (PUNTA SOTTILE)	
Salinità (psu)	37,580
Clorofilla (mg/mc)	0,900
Ammoniaca (NH4 -mM/mc)	2,840
Fosfati (PO4 -mM/mc)	0,070
Nitrati (NO3 -mM/mc)	2,310
Nitriti (NO2 -mM/mc)	1,000
Silicati (SiO4 -mM/mc)	4,200

Nella Tab 3.12 sono riportati i valori soglia definiti dal DM del 6/11/2003 n. 367 relativi alla concentrazione dei metalli pesanti presenti nelle acque marine costiere. Dal confronto di questi valori soglia con i valori di diluizione calcolati mediante le simulazioni e relative ai metalli Hg, Cd, Pb, si può osservare che in determinate situazioni di vento i limiti di legge sono superati, ma in aree molto limitate e prossime al punto di scavo Fig. 3.21- 50.

Tab 3.12 - Valori soglia dei metalli considerati (fonte D.M.367 / 2003)

Elemento	A2015	B2008
Mercurio	0,02 D	0,05 D
Pp	0,003 M-L	0,03 M-L
Cadmio	0,1 D	1 D
Pp	0,03 M-L	0,2 M-L
Piombo	0,4 D	2 D
Pp	0,06 M-L	0,15 M-L

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	406	di 437	00		

3.1.4 Plancton, Bentos, Necton ed Ecosistemi

Il comparto biologico costituisce un sistema complesso e dinamico, sensibile a variazioni anche minime dell'ambiente.

L'ambiente marino, già in condizioni normali, è soggetto a variazioni notevoli legate alla dinamica delle masse d'acqua, agli apporti di acque continentali, alle variazioni stagionali, ecc.

Gli impatti delle operazioni di scavo ed interro della condotta nel tratto di pre e post trenching e nella zona di perforazione con il T.O.C. si riflettono su tutte le componenti dell'ecosistema marino (plancton, bentos, necton) in quanto sistemi strettamente interdipendenti.

Le operazioni di scavo in mare in zone caratterizzate da fondali mobili inducono variazioni del regime idrodinamico, causando la movimentazione dei sedimenti più fini che può indurre delle modificazioni nella qualità delle comunità bentoniche di molluschi e policheti ed in quelle batteriche.

3.1.4.1 *Effetti sul fitoplancton*

Essi sono determinati da:

- aumento significativo di torbidità dell'acqua provocato dallo scavo e rinterro della condotta con le tecniche del "post-trenching" e dello scavo a sezione obbligata effettuati rispettivamente con la PTM e con la draga meccanica. Inoltre occorre considerare anche un aumento di torbidità, in uno spazio molto limitato, causato dalle attività di perforazione per l'attraversamento sotterraneo della prateria di fanerogame limitato al punto in cui si ha la fuoriuscita in mare della testa di perforazione. È noto che l'aumento della torbidità nella colonna d'acqua provoca una diminuzione dell'intensità luminosa con ripercussioni sulla fotosintesi e quindi diminuzione della produzione primaria. Tale diminuzione, che può essere significativa a lungo termine, è anche funzione della durata del fenomeno che invece è molto breve; pertanto il decremento di produzione primaria non dovrebbe essere eccessivamente elevato.
- scarico delle acque di raffreddamento dei motori provenienti dai mezzi navali di supporto può indurre una variazione termica temporanea nei dintorni del mezzo navale con effetti trascurabili sul fitoplancton;
- rilascio accidentale di idrocarburi nella colonna d'acqua.

3.1.4.2 *Effetti sullo zooplancton*

Essi sono determinati da una eventuale diminuzione temporanea di densità nelle zone in cui si verifica una significativa diminuzione della produzione primaria. Nel lungo periodo le ripercussioni sulla catena trofica si possono considerare trascurabili.

3.1.4.3 *Effetti sul fitobentos*

Gli effetti su questa componente sono trascurabili in quanto la condotta passerà sotto la prateria di fanerogame marine presente all'approdo di Golameto (Grado) ad una profondità tale da non interferire con l'apparato radicale di queste piante. La piattaforma per il rig di tiro della condotta sarà ubicato in mare ad una distanza opportuna dal limite

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		407 di 437		00	

inferiore della prateria in modo da evitare che l'intorbidamento della acque causato dalla sua installazione e la rideposizione del sedimento non danneggi la prateria.

3.1.4.4 *Effetti sul macro- zoobentos*

Essi sono determinati da:

- sottrazione temporanea di habitat per le biocenosi bentoniche a causa dello scavo e interro della condotta;
- seppellimento degli organismi e modificazione dell'habitat per le biocenosi nelle immediate vicinanze della trincea a causa della deposizione del materiale scavato (aumento del materiale in sospensione, diminuzione della trasparenza).

Baia di Muggia

Nel tratto in cui si opererà si attuerà lo scavo a sezione obbligata dove il fondale è costituito da un sedimento prevalentemente sabbioso con scarsa pelite, la sottrazione e il ricoprimento della biocenosi (ca 2 cm) è senza dubbio significativa ma riguarda un'area di ampiezza limitata (circa 0.035 km²) e si protrae per un periodo ridotto (8-10 ore).

Pertanto l'impatto complessivo si può considerare modesto per i seguenti fattori:

- La sottrazione di habitat è temporanea e riguarda una fauna a prevalente attività fossoria adattata a forti torbidità ed avente una elevata resilienza, per cui in breve tempo si potrà ricostituire.
- L'area interessata dalle attività di scavo ha una estensione relativamente piccola se si paragona alla superficie delle baia di Muggia considerando come limite verso il mare aperto la batimetria dei 20 m (circa 12 km²)

cm). Nel tratto in cui si opererà con il post-trenching i sedimenti presenti sono costituiti prevalentemente da peliti e l'area di deposito del materiale dragato è ca. 200 - 250 m con una spessore medio di 2 cm. La deposizione a monte si esaurisce in uno spazio molto limitato.

La sottrazione temporanea di habitat interessa una superficie di circa 3,15 km² comprendente lo scavo e le modificazioni indotte dal ricoprimento dovuto ai sedimenti movimentati. Questo valore rappresenta circa il 26% della biocenosi presente nella Baia per cui l'impatto è significativo ma reversibile (valore medio).

Golfo di Trieste

L'effetto più macroscopico è la sottrazione di habitat e la deposizione di sedimento lungo il tracciato per una lunghezza di 25 km e un'ampiezza ai lati di circa 500m per cui l'area perturbata risulta di 12,5 Km² che rappresenta una percentuale del 2,5% rispetto all'area occupata dal complesso delle biocenosi presenti nel golfo di Trieste. Tale valore si può già considerare significativo in relazione agli effetti sugli organismi presenti nell'area di progetto, ma essendo temporanei e reversibili l'impatto può essere valutato moderato. (valore basso)

3.1.4.5 *Effetti sulla comunità dei batteri solfato riduttori*

Lo scavo per la posa della condotta può indurre il rimaneggiamento e la variazione della qualità dei sedimenti, condizionando le comunità dei batteri solfato riduttori. Da tenere presente che la struttura è lineare e l'influenza ai due lati si esaurisce in pochi metri per cui la sottrazione di habitat si può considerare limitata.

3.1.4.6 *Effetti sul necton*

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		408	di	437	00

Ittiofauna

L'intorbidamento delle acque provocherà l'allontanamento temporaneo delle specie ittiche più sensibili a questa forma di inquinamento delle acque. Tuttavia non è da prevedersi alcuna diminuzione delle popolazioni vista la limitatezza del volume di acqua via via interessato dalle attività di scavo. Inoltre sviluppandosi questa attività nel periodo stagionale opportuno, quando si ha rimescolamento delle acque e scarsa probabilità alla formazione di zone di ipossia, la fauna ittica non subirà alcun danneggiamento.

Le attività di posa ed interro della struttura sono in grado di determinare entro la colonna d'acqua un incremento del rumore a bassa frequenza. Poiché la maggior parte dei vertebrati marini (esclusi molti dei mammiferi) utilizzano le basse frequenze per comunicare tra individui della stessa specie o per ricevere ed emettere segnali rilevabili anche tra specie diverse, la generazione di rumore in acqua, a bassa frequenza, di sensibile entità, è potenzialmente in grado di indurre un allontanamento dell'ittiofauna e di interferire con le normali funzioni fisiologiche e comportamentali di alcune specie. Si determina quindi una zona di influenza della sorgente di rumore all'interno della quale gli organismi marini potenzialmente in grado di percepire i rumori a bassa frequenza possono essere temporaneamente disturbati.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	409 di 437	00		

Mammiferi marini

L'esposizione al rumore e alle vibrazioni sonore sottomarini prodotte dalla costruzione del gasdotto puo' produrre una gamma di effetti sui mammiferi marini.

I cetacei infatti hanno perfettamente adattato alla loro vita la possibilità di trasmettere suoni attraverso il mezzo liquido, usando sistemi di comunicazione altamente sofisticati ed allo stesso tempo fragili.

Il suono a livelli bassi puo' essere percepito senza produrre effetti.

A livelli differenti, ad esempio piu' alti, il rumore puo' arrecare disturbi e creare problematiche ai mammiferi marini e se questi non hanno possibilità di evitare per varie ragioni le frequenze emesse dalla sorgente sonora si possono trovare così esposti a delle condizioni acustiche capaci di produrre degli effetti negativi che possono causare stress, semplice disturbo o traumi acustici fisici.

Ma anche a livelli inferiori il rumore ha un impatto sui mammiferi marini con l'induzione di disturbo, stress, alterazioni del comportamento, induzione ad allontanarsi da una certa zona altrimenti utile per loro, e infine con il mascheramento (masking) dei loro stessi segnali di comunicazione e dei suoni dell'ambiente.

Con la riduzione della capacità uditiva i mammiferi marini possono perdere la capacità di percepire la conoscenza del loro ambiente di vita, la capacità di comunicare tra loro e di percepire gli echi dei loro impulso sonar. Bisogna considerare due tipi di inquinamento acustico:

- quello determinato da una sorgente precisa e di durata definita, come le esplosioni per la ricerca di idrocarburi e la ricerca geofisica;
- l'inquinamento generalizzato determinato da un gran numero di sorgenti come la costruzione di opere ed il traffico marittimo.

Gran parte del rumore prodotto dalle attività di installazione di strutture off-shore è provocato dall'impiego dei mezzi navali di supporto. Per fornire alcuni dati di riferimento relativi alle frequenze emesse, si riportano i valori reperiti in bibliografia relativi ad esempio all'attività di installazione di centrali eoliche in mare. Anche in questo caso vengono usati mezzi di trasporto con caratteristiche affini a quelli impiegati in attività di posa di piattaforme o condotte.

Le navi di supporto (supply) generano frequenze principalmente tra 20 e 10 khz con livelli di sorgente sonora compresi tra 130 e 160 db re 1 µPa a un 1 m (Richardson et al. 1995). Navi di media lunghezza (30m) presentano livelli di emissione sonora 160 dBrms re 1 µPa at 250 Hz and 150 dBrms re 1 µPa at 2 kHz. La zona di influenza entro la quale viene percepito il suono dipende chiaramente dalla distanza tra la sorgente e il recettore (mammifero marino).

La Fig. 3.51 riporta le differenti zone di influenza del rumore percepite dai cetacei, entro le quali si potrebbero manifestare effetti dannosi come il mascheramento, o la perdita dell'udito nelle zone piu' prossime alla sorgente sonora.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE			
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 410 di 437	Rev.: 00	

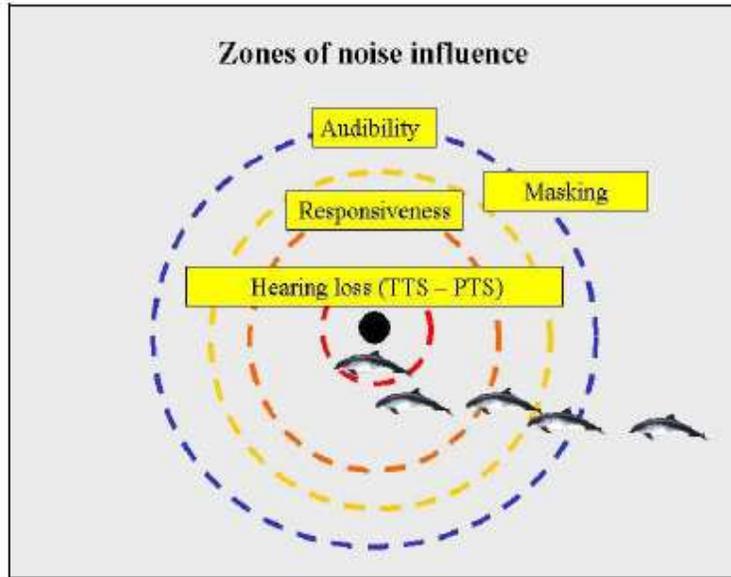


Fig.3.51 - Zone di influenza del rumore (da Richardson et al. 1995).

In un mezzo omogeneo il rumore si propaga in forma onnidirezionale dalla sorgente. Per esempio in un raggio di 10 km risulta una zona di percezione di 314,16 km². Numerosi sono gli effetti che possono essere indotti dal suono sui mammiferi marini ed in particolare altrettanto differenti sono le risposte emesse dall'animale. Tuttavia la risposta di carattere comportamentale è ancora molto difficile da individuare con precisione (Richardson et al.1995; Gordon 2002; Würsig and Richardson 2002; Madsen et al. 2006). La Fig.3.52 riporta un esempio di interdipendenza tra gli aspetti sonori e le risposte provocate nei mammiferi marini.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32''), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:		
	411	di 437	00		

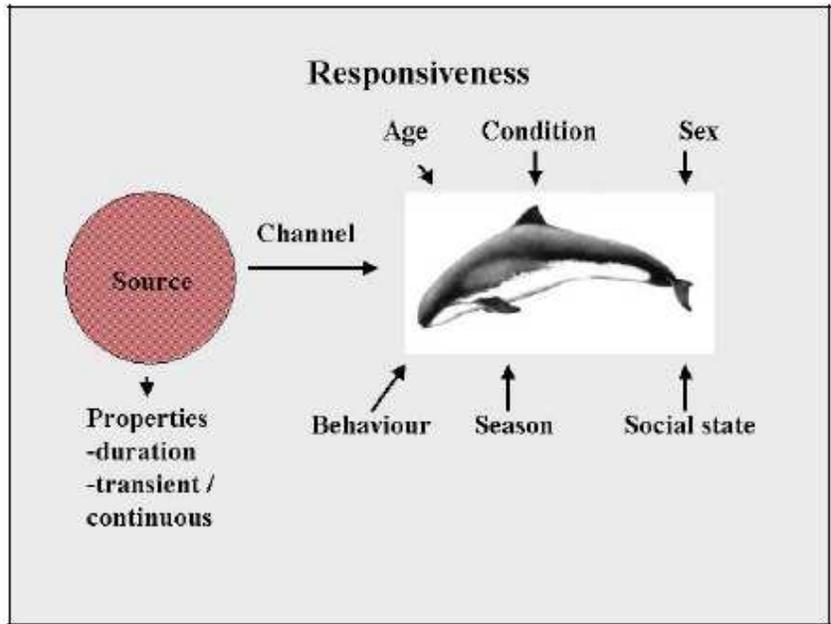


Fig.3.52 - Alcuni fattori del suono che provocano differenti risposte nei mammiferi marini.

La Tab.3.13 riporta il campo di frequenza e intensità per i suoni vocali emessi dai delfini che svolgono un ruolo fondamentale nella vita comportamentale e sociale delle singole specie.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar			
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE			
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 412 di 437	Rev.: 00	

Tab 3.13 - Dolphin vocalisation. (Au et al 1974, Evans 1987, Richardson et al. 1995).

Sound type	Frequency range (kHz)	Dominant frequencies (kHz)	Source level (dB re 1 μ Pa at 1 m)
Barks	0.20–16.0		
Whistles	0.80–24.0	3.5–14.5	125–173
Clicks	0.10–300	15.0–130	218–228

Le misure di sensibilità uditiva e degli effetti del rumore in condizioni controllate hanno consentito di meglio stimare i possibili effetti del rumore.

Questi dati sono il fondamento per i modelli di pesatura frequenza-tempo (M) sviluppati da un gruppo di esperti.

Inoltre, questi dati, con il supporto di evidenti somiglianze nei processi dell'udito in diversi mammiferi, hanno consentito di estrapolare su altre specie gli impatti sull'udito, ad esempio per stimare la probabile soglia di danno.

Criteri di doppio danno sono stati stabiliti considerando la pressione di picco non pesata e l'energia totale pesata con la curva M.

Per le tre categorie funzionali derivate per i cetacei, i criteri di danno proposti sono una pressione di picco non pesata 230 dBpeak re 1 μ Pa per tutti i tipi di suono e/o un livello di esposizione con pesatura M di 198 o 215 dB re 1 μ Pa²-s per suoni impulsivi e non-impulsivi. Per quanto riguarda i suoni emessi dalle navi di appoggio non si dovrebbero superare i 170 dB re 1 μ Pa²-s

Questi dati vanno interpretati come valori di controllo e non sono ancora stati validati nella letteratura scientifica in quanto non si è ancora raggiunto un accordo unanime tra i diversi ricercatori. Inoltre si ritiene necessario sviluppare ulteriori ricerche sperimentali per tenere conto di altri parametri come ad esempio la durata del suono, le eventuali onde riflesse dal fondale che si sommano al suono diretto ma con diversa intensità e frequenza, l'effetto sinergico di più suoni emessi da sorgenti diverse in movimento o fisse con emissioni di intensità e frequenza diverse. Infine gli effetti dovrebbero essere valutati in ambienti marini con condizioni il più possibile simili a quelle naturali.

Nel golfo di Trieste non esiste un santuario dei cetacei e si ha la presenza saltuaria del delfinide *Tursoips truncatus* che non sembra presentare una grande sensibilità al rumore emesso dai mezzi navali.

In ogni caso un'importante misura precauzionale risulta quella di evitare i periodi di parto per le specie presenti nelle acque dove verranno effettuate le operazioni di progetto. Tali periodi per la maggior parte delle specie coincidono con la stagione primaverile ed estiva. Inoltre potrebbero essere individuate zone di sicurezza nelle quali effettuare dei monitoraggi con idrofoni al fine di individuare la presenza di individui o gruppi di individui nell'area.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		413 di 437		00	

Rettili marini

Nella letteratura scientifica non si hanno dati sugli effetti del rumore e della torbidità dell'acqua sulle specie appartenenti a questo gruppo.

Nel golfo di Trieste è presente la Tartaruga marina *Caretta caretta* che è stata segnalata sia in acque calme, sia in acque torbide in vicinanza delle spiagge sia in aree adiacenti imbarcazioni. Per questi motivi la posa in opera della condotta non dovrebbe avere alcun impatto su questa specie.

3.1.4.7 *Ecosistema marino*

Si può considerare, in via cautelativa, che l'area totale in cui avvengono sia la sottrazione di habitat sia le modificazioni causate dal seppellimento delle biocenosi bentoniche abbia una estensione complessiva di circa 400 m lungo l'asse della condotta per cui si può valutare una superficie totale di circa 10 Km². Tenendo conto che la superficie occupata complessivamente dalla biocenosi bentoniche è circa 500 Km² la percentuale soggetta a queste alterazioni temporanee risulta il 2%. Questo valore si può ritenere modesto anche alla luce del fatto che non viene compromesso né il trasferimento di energia fra i singoli comparti bentonici (Allegato 23 Volume 3 di 5), né una riduzione della complessità della catena trofica e il riciclo dei materiali ad essa collegati.

Inoltre occorre evidenziare che questo ecosistema è caratterizzato da una elevata resilienza essendosi adattato alle periodiche e notevoli deposizioni di materiale sedimentario, proveniente per la maggior parte, dai fiumi Tagliamento e Isonzo. Ciò significa che in tempi non troppo lunghi la trincea dovrebbe ricoprirsi ed il materiale depositato ridistribuirsi, a causa delle azioni delle correnti di fondo e per l'effetto indotto dal moto ondoso provocato da eventi eccezionali, in modo da permettere un recupero dell'habitat originario. Il tempo di recupero dovrebbe essere breve dove la sedimentazione è più attiva (aree vicine alla costa) mentre sarà più lungo nelle aree al centro del golfo di Trieste dove la sedimentazione è più limitata.

Per quanto riguarda la torbidità il fenomeno è limitato nella colonna d'acqua a circa 5 – 6 m dal fondale marino influenzando un volume di acqua giornaliero di circa 1,144 10⁻³ km³

Per avere una scala di riferimento occorre paragonare questo valore a quello provocato da un pennacchio di torbida conseguente ad una delle ricorrenti esondazioni del fiume Isonzo che coinvolge in gran parte l'ecosistema Golfo di Trieste. Infatti in un periodo di 3-4 giorni la torbidità si espande coinvolgendo dai 2/3 ai 4/5 del volume di acqua presente nel Golfo il cui volume complessivo è 4,160 km³. Pertanto si può considerare che un volume di acqua torbida, variabile dai 2,8 ai 3,3 km³, inneschi un processo di deposizione del sedimento della durata di 5-6 giorni e di un ordine di grandezza di almeno 3 volte.

Da queste semplici considerazioni si deduce che, a livello ecosistemico, la torbidità causata dallo scavo della trincea produce un impatto del tutto trascurabile.

3.1.5 Sintesi dei fattori critici e dei relativi impatti

Dall'analisi relativa agli impatti precedentemente sviluppata risulta che gli elementi di criticità, a livello di area di progetto sono essenzialmente connessi con le attività di scavo e interrimento della condotta e si ripercuotono in misura maggiore sulle biocenosi bentoniche (macro – zoobentos) e in misura minore sul fitoplancton. Per quanto riguarda la messa in circolo di nutrienti e sostanze tossiche derivati dalla risospensione dei sedimenti e dissoluzione di sostanze inquinanti presenti in essi si può ritenere che

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 414 di 437		Rev.:		

possano essere assorbite e trasmesse lungo i primi anelli della catena trofica coinvolgendo soprattutto organismi marini a livello di invertebrati (molluschi filtratori ed altre specie legate all'attività fossoria) senza tuttavia dar luogo a fenomeni di magnificazione biologica essendo l'evento saltuario e di breve durata. Nella Tab. 3.14 sono riportati i processi che danno adito a situazioni di criticità e le componenti ecosistemiche che vengono maggiormente interessate.

Nella Tab. 3.15 sono riassunti i dati quantitativi relativi alla ampiezza e durata dei fenomeni di perturbazione che coinvolgono la colonna d'acqua e il substrato. Poiché tali fenomeni hanno una durata relativamente breve rispetto ad analoghi fenomeni naturali indotti dalle forti mareggiate invernali si può ragionevolmente ritenere che non si verificheranno processi di magnificazione biologica lungo le catene trofiche.

Tab. 3.14 - Sintesi dei processi critici e dei comparti bersaglio

PROCESSO CRITICO	BERSAGLIO
Diffusione dei solidi sospesi; attenuazione della luce nello strato fotico	Fitoplancton e produzione primaria
Deposizione dei solidi sospesi sul fondale	Macro - zoobentos
Dissoluzione di sostanze nutrienti e tossiche	Organismi marini in generale
Danneggiamento di biocenosi bentoniche	Macro -zoobentos
Sottrazione temporanea di habitat	Macro -zoobentos

Tab. 3.15 - Sintesi dei fattori di impatto dovuti a scavo, posa e rinterro della condotta

Processo critico	Ampiezza max della perturbazione (x,y)	Durata alla perturbazione o del recupero (ore)
Diffusione dei solidi sospesi; attenuazione della luce nello strato fotico	X ~ entro 1km da costa Y ~ 220	Tempo di scomparsa 5
Diffusione dei solidi sospesi, attenuazione della luce sul fondo	X = oltre 1 km da costa Y = 340 m	Tempo di scomparsa 9
Deposizione dei solidi sospesi sul fondale (40-2 cm)	X = tutta la linea Y = da 100 a 140 m	Non determinabile (alcuni mesi)
Dissoluzione di sostanze nutrienti e tossiche	X = tutta la linea Y = 600 m	19 ÷ 20 ore
Sottrazione temporanea di habitat (scavo e seppellimento)	2,4 km ²	Non determinabile (alcuni mesi)

3.1.6 Socio-economia

L'impatto della posa e del rinterro di una condotta in mare sull'aspetto socio-economico è legato principalmente all'interferenza con le attività di pesca, in termini di possibile ostacolo alla sua pratica nella zona dei lavori e di sottrazione di fondi utilizzabili dalla pesca a strascico per l'interdizione alla pesca ed all'ancoraggio che le capitanerie stabiliscono su una fascia di 500 m intorno alla condotta stessa. Tale impatto nel caso del

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 415 di 437	Rev.: 00			

progetto in esame non risulta significativo in quanto nell'area in cui verrà interrata la condotta le attività di piccola pesca e pesca a strascico non saranno vietate in quanto la condotta sarà interrata

Gli impatti sul turismo risultano invece limitati o annullati poichè le operazioni si svolgeranno in periodi dell'anno lontani da quelli di normale fruizione turistica in modo da permettere un completo e definitivo ripristino delle aree interessate dalle operazioni in vista dell'inizio della stagione balneare.

L'impatto sul traffico navale sarà temporaneo e limitato ai tratti di condotta che mano a mano andranno a posarsi sul fondale.

3.1.7 Paesaggio

L'impatto sul paesaggio durante la fase di costruzione può dirsi trascurabile, giacchè la presenza della piattaforma nelle vicinanze dell'approdo di Golameto (Grado), sarà temporanea e confinata alla sola fase di realizzazione della TOC. I mezzi navali di supporto, saranno mobili, e anche in questo caso il loro impiego sarà temporaneo, inoltre il golfo di Trieste è già attraversato da un discreto traffico navale (turistico ed industriale).

3.2 Analisi degli impatti sull'ambiente marino (fase di esercizio)

Le carte relative alla stima degli impatti in ambiente marino durante la fase di esercizio sono presenti in Allegato 30 (Volume 3 di 5). In questo paragrafo sono considerati solo gli impatti sulle componenti ambientali maggiormente sensibili.

3.2.1 Suolo e sottosuolo

Per quanto riguarda la fase di esercizio l'unico fattore di perturbazione attivo è quello legato alla presenza dei sistemi di protezione contro la corrosione della condotta, costituiti da anodi sacrificali composti da leghe metalliche a base di alluminio.

Questi anodi costituiscono in pratica, come già detto, delle pile che generano una forza elettromotrice funzione della differenza di potenziale tra anodo e catodo e si consumano con una velocità dipendente dall'ossigeno disciolto, dalla superficie di contatto, dal grado di salinità e dalla temperatura; la corrosione degli "anodi di sacrificio" è valutabile mediamente in circa 3,5 Kg/Ampere/anno. Il loro impatto risulta comunque trascurabile.

3.2.2 Bentos

Quantità differenti di metallo, prevalentemente alluminio vengono rilasciati nel sedimento dove rimangono confinati nell'immediato intorno della condotta senza provocare alterazioni delle biocenosi bentoniche. L'impatto è quindi del tutto trascurabile.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		416 di 437		00	

3.3 Analisi degli impatti sull'ambiente costiero (fase di costruzione)

3.3.1 Atmosfera

Polveri

Durante la fase di costruzione si avranno temporanee emissioni di inquinanti in atmosfera dovute all'attività del cantiere; più precisamente, saranno prodotte le seguenti emissioni:

- emissioni di prodotti di combustione (NO_x, SO₂, polveri, CO, idrocarburi incombusti) dovuti ai motori dei mezzi impegnati nel cantiere quali autocarri, ruspe, gru, pale cingolate e gommate, rig.
- emissioni di polveri dovute alle movimentazioni di terra e calcestruzzo, scavi e riporti.

Nelle Tabb. 3.16/A e B si riporta l'elenco e il numero degli automezzi che saranno indicativamente impiegati durante la fase dei lavori meccanici nei tratti terrestri relativi agli approdi di Golameto e Zaule.

Tab. 3.16/A - Elenco degli automezzi indicativamente impegnati nelle attività di costruzione (approdo di Golameto).

Tipologia mezzo	Numero
Autobetoniera	1
Automezzi pesanti	1
Automezzi leggeri	4
Loader	1
Pala meccanica	1
Escavatore	3
Gru	2
Rig	1
Compressore	1
Saldatrici	3
Impianto sabbiatura	1
Totale	19

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio		Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	417	di	437	00	

Tab.3.16/B - Elenco degli automezzi indicativamente impegnati nelle attività di costruzione (approdo di Zaule).

Tipologia mezzo	Numero
Autobetoniera	1
Automezzi pesanti	1
Automezzi leggeri	4
Loader	1
Pala meccanica	1
Escavatore	3
Gru	2
Compressore	1
Saldatrici	3
Impianto sabbiatura	1
Totale	18

In Tab. 3.17 riportano i fattori di emissione EPA per le sole categorie di automezzi elencate in Tab. 3.16.

Tab. 3.17 - Fattori di emissione EPA, espressi in [g/h] per i mezzi impegnati nelle attività di costruzione

Tipologia mezzo	CO	VCO	NO _x	SO _x	Polv.
Ruspe	568.2	128.1	1740.7	210.0	184.0
Grader	68.5	18.1	324.4	39.0	27.7
Finitrici, Escavatori gommati, Caldaia asfalto, Pale gommate	259.6	113.2	858.2	82.5	77.9
Pale cingolate, Escavatori cingolati	91.2	44.6	375.2	34.4	26.4
Autobetoniere, Autogru, Autocarri, Trattori stradali, Autopompe	816.8	86.8	1889.2	206.0	116.0
Rulli	138.0	30.6	392.9	30.5	22.7
Gru, Gruppi elettrogeni, Compressori aria, Motosaldatrici, Battipali Rig	306.4	69.4	767.3	64.7	63.2

Bisogna sottolineare che i mezzi descritti non saranno presenti simultaneamente nella zona di operazioni, i cantieri avranno una durata limitata e i mezzi impegnati nelle attività di scavo a cielo aperto si muovono lungo il tracciato della condotta.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 418 di 437		Rev.: 00		

Nella Tab. 3.18 è calcolato il quantitativo di inquinanti scaricato in atmosfera, espresso in Kg/h, durante la fase di cantiere del progetto.

Tab. 3.18 - Inquinanti scaricati in atmosfera dai mezzi impegnati nelle attività di progetto

Mezzi	CO [kg/h]	VOC [kg/h]	Nox [kg/h]	Sox [kg/h]	PTS [kg/h]
Scavatrici	0,27	0,13	1,13	0,10	0,08
Pale	0,09	0,04	0,38	0,03	0,03
Autocarri	0,82	0,09	1,89	0,21	0,12
Ruspe	0,82	0,09	1,89	0,21	0,12
Rulli compressori	0,07	0,02	0,32	0,04	0,03
Gru	0,61	0,14	1,53	0,13	0,13
Autobetoniere	0,82	0,09	1,89	0,21	0,12
Saldatrici	0,92	0,21	2,30	0,19	0,19
Sabbiatura	0,09	0,04	0,38	0,03	0,03
Macchine	3,27	0,35	7,56	0,82	0,46
Rig	7,78	1,2	19,27	1,97	1,31

Si è inoltre ipotizzato di lavorare 12 ore al giorno per 6 giorni la settimana (26 gg/mese pari a 312 h).

Nella fase di costruzione è previsto uno scotico di tutta l'area del tracciato della condotta ad una profondità media di 0.2 m.

Per le movimentazioni si applica un fattore di emissione di 165 kg di polvere per ogni 1000 t di inerte, riferito ad un tipico ciclo di utilizzo (Tab. 3.19).

Tab. 3.19 - Fattori di emissione

FASE	FATTORE (kg/kt)
Carico/scarico del materiale	19.80
Traffico veicolare nell'area attorno al materiale stoccato	66.00
Utilizzo del materiale stoccato	24.75
Erosione del materiale da parte del vento	54.45
TOTALE	165.0

Le emissioni di polvere da movimentazione saranno prodotte prevalentemente durante la preparazione dell'area di cantiere.

Tali emissioni, essendo concentrate in un periodo e in un'area sufficientemente ampi risultano assolutamente accettabili e non arrecheranno alcun disturbo all'ambiente esterno.

Rumore

Durante l'esecuzione delle opere di costruzione le emissioni acustiche derivano dal funzionamento delle attrezzature utilizzate per l'esecuzione dello scavo a cielo aperto, la

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	419 di 437	00		

perforazione, la costruzione di edifici, la saldatura delle stringhe, il movimento di mezzi da e per il cantiere.

Si cercherà, nell'analisi seguente, di valutare, almeno a livello qualitativo, i possibili effetti che le attività di cantiere avranno sui livelli sonori dell'area in questione.

Il traffico veicolare indotto (formato da autoveicoli privati del personale impegnato nelle attività di cantiere) si stima che sarà molto ridotto; per ciò che riguarda il traffico di mezzi di approvvigionamento e di servizio al cantiere, si può stimare un traffico di 3/4 camion al giorno.

Per un periodo di 30 giorni. Nel complesso, quindi, il rumore prodotto dal traffico da e verso il cantiere, si può definire trascurabile.

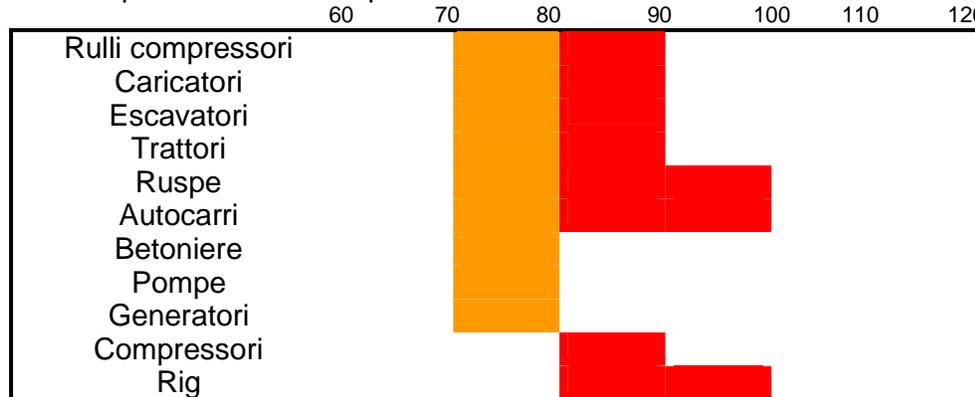
I livelli di rumore emessi dai macchinari usati durante la costruzione dipendono dalla varietà tipologica e dimensionale delle attrezzature: le differenze di potenze sonore variano in un intervallo di 10-15 dB (A) rispetto ad un valore medio di 80 dB(A). I rumori emessi nella fase di costruzione hanno caratteristiche di indeterminazione e di incerta configurazione in quanto:

- sono di natura intermittente e temporanea,
- interessano aree di lavoro non chiaramente definite,
- si utilizzano mezzi dal percorso difficilmente definibile.

Questo giustifica una impostazione metodologica semplificata che farà ricorso ad alcune ipotesi conservative, che permetta comunque la comprensione della entità dei fenomeni.

Nella Tab. 3.20 si riportano i valori stimati globali dei macchinari più rumorosi utilizzati in tale fase e presi come riferimento per la valutazione; viene fatto riferimento ai valori medi di livello sonoro equivalente percepito durante l'attività cantieristica.

Tab.3.20 - Campi di livello sonoro ponderato delle attrezzature cantieristiche a 15. m



Per lo studio dell'impatto del cantiere sull'ambiente esterno si è ipotizzato che i mezzi presenti siano prevalentemente localizzati lungo l'asse della condotta e si è considerato che l'emissione acustica sia caratterizzata da una sorgente puntuale e continua avente Livello di Pressione Sonora pari alla somma logaritmica dei livelli sonori dei singoli macchinari e stimabile in 75-90 dB(A) con punte fino a 100 dB(A) quando più macchine operatrici lavorano contemporaneamente. In rosso è stato evidenziato il campo di valori che supera gli 80 dB(A) limite fissato per legge.

Essendo il livello di pressione sonora così stimato virtualmente costante durante tutte le ore di lavorazione (dalle 7.00 alle 19.00), esso può essere assunto uguale al livello

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 420 di 437		Rev.: 00	

equivalente diurno. Queste emissioni potrebbero produrre significativi impatti acustici sull'ambiente esterno all'area di cantiere che è situato in una zona aperta agricola, lontano da abitazioni. Occorre anche osservare che le onde acustiche subiranno una consistente attenuazione dovuta alle infrastrutture cantieristiche stesse e al forte assorbimento che il terreno movimentato e ammassato al lato della trincea esercita sull'onda sonora emessa. In ogni caso verranno comunque attivate tutte le misure per il contenimento delle emissioni sonore prodotte dalle macchine operatrici: per esempio installazione di pannelli assorbenti nei periodi critici per la nidificazione dell'avifauna in aree contermini.

3.3.2 Suolo e sottosuolo

Nelle aree agricole pianeggianti dell'area di Golameto, tratto nel quale si utilizzerà la tecnica dello scavo a cielo aperto e la perforazione con T.O.C., si ha un impatto poco significativo sulla componente suolo in quanto l'area sottratta temporaneamente all'uso agricolo è stata stimata in circa 4000 m² valore significativo dal punto di vista economico ma non ambientale.

Sulla composizione pedologica e struttura del suolo, si ha un impatto moderato, causato dalle modificazioni dello strato superficiale, dovute in particolare allo scavo della trincea; tali modificazioni tuttavia, sono mitigate dalle opere di ripristino e limitate alla sola fase di costruzione per cui l'impatto si è considerato trascurabile..

La realizzazione delle opere comporterà la formazione di una serie di materiali di rifiuto sia solidi, sia liquidi, i quali, saranno smaltiti e/o recuperati secondo la loro tipologia in conformità alle leggi vigenti.

La quantità delle risorse idriche necessarie alla realizzazione delle opere previste nel progetto dipende dalla presenza umana durante le varie fasi di lavorazione e verrà soddisfatta con l'utilizzo di autobotti.

Gli inerti necessari per la realizzazione di quanto previsto dal progetto sono di ridotta quantità e facilmente reperibili presso le cave in esercizio presenti in zona; i materiali di risulta dagli scavi saranno riutilizzati per l'eventuale recupero a verde di superfici non interessate da coltivazioni agricole.

Per quanto riguarda la struttura e le caratteristiche podologiche del suolo presso l'approdo di Zaule, durante la fase di cantiere, è prevista una variazione temporanea del suolo legata alle operazioni di scavo e alla collocazione temporanea del materiale di risulta la cui superficie è modesta, se paragonata alla estensione della zona in cui avviene l'intervento. L'impatto si può considerare trascurabile

3.3.3 Ambiente idrico

Per quanto concerne la falda, l'impatto si ritiene basso in quanto interessa un acquifero di scarsa qualità soprattutto dal punto di vista delle condizioni di salinità e non sono previste alterazioni relative agli equilibri idrogeologici preesistenti essendo limitato il volume di acqua interessato.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	421 di 437	00			

3.3.4 Vegetazione

In fase di cantiere il maggiore impatto è determinato dalla preparazione dell'area di lavoro e dai movimenti terra che seguiranno; si evidenzia comunque che la scarsa vegetazione presente è caratterizzata da un basso grado evolutivo svolgendosi la quasi totalità del tracciato su terreno agricolo seminativo in cui sulle aree pianeggianti in cui si hanno colture intensive, irrigue, prevalentemente rappresentate da cereali primaverili-estivi.

Su questa componente l'impatto si può considerare trascurabile, in quanto le operazioni di scavo della trincea e di attraversamento dei piccoli fossi di scolo e dei canali di bonifica comporteranno il limitato danneggiamento di formazioni vegetali spontanee di scarso pregio.

3.3.5 Fauna

La zona di Golameto è zona di transito soprattutto per l'avifauna e la presenza del cantiere può arrecare un disturbo significativo, anche se temporaneo, per cui sarà necessario adottare misure di mitigazione quali pannelli fonoassorbenti per la riduzione del rumore o sospendere le attività nel periodo di nidificazione degli Uccelli.

Per l'area di Zaule non si segnalano situazioni di particolare criticità.

3.3.6 Paesaggio

Durante la fase di cantiere il maggior impatto sul paesaggio è determinato dal movimento dei mezzi di cantiere e dalla modificazioni delle forme e dei colori delle aree interessate dai lavori. Tale impatto risulta medio nell'area di Golameto e basso per Zaule, ma comunque temporaneo.

3.4 Analisi degli impatti sull'ambiente costiero (fase di esercizio)

Le carte relative alla stima degli impatti in ambiente costiero durante la fase di esercizio sono presenti in Allegato 32 (Volume 3 di 5). In questo paragrafo sono considerati solo gli impatti sulle componenti ambientali maggiormente sensibili.

In questa fase non è previsto alcun impatto sulle diverse componenti ambientali considerate. In particolare sono assolutamente trascurabili gli effetti sulla circolazione idrica sotterranea della presenza del tubo interrato. Inoltre non sono previste né emissioni di gas e polveri in atmosfera, né emissioni di rumore.

Al termine dei lavori i segni dell'intervento tendono a scomparire in tempi ragionevolmente brevi, in relazione al tipo di copertura vegetale che caratterizza il soprassuolo.

Anche in relazione al paesaggio l'impatto risulta trascurabile sia per le caratteristiche progettuali dell'opera (interramento della condotta e accurati ripristini), sia per le ridotte dimensioni e quindi la scarsa visibilità delle opere fuori terra che rimarranno a contrassegnare il tracciato (sfiati, protezioni catodiche, tabelline di segnalazione) sia infine per le caratteristiche del territorio interessato, la cui topografia pianeggiante limita di fatto il grado di visibilità delle opere.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE					
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:		Foglio		Rev.:	
08807-ENV-RE-000-001		422 di 437		00	

3.4.1 Vegetazione

Per quanto riguarda l'approdo di Zaule, a seguito della caratterizzazione dell'area di intervento, sarà ripristinata la vegetazione erbacea e arbustiva lungo il corridoio di interrimento della condotta.

All'approdo di Golameto (Grado), al termine dei lavori di rinterro e di ripristino di linea potranno riprendere le normali attività agricole.

L'impatto in fase di esercizio è quindi nullo.

3.4.2 Suolo e sottosuolo

La particolare tipologia di opera, che al termine dei lavori risulta completamente interrata, rende nullo l'impatto su questa componente. L'impianto di lancio e ricevimento PIG che verrà realizzato all'approdo di Zaule, occuperà invece, permanentemente, un'area di circa 7.820 m². Esso sarà posizionato adiacentemente al terminale GNL in progetto, risultandone quasi un'appendice.

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001		Foglio 423 di 437		Rev.: 00	

4 BIBLIOGRAFIA

- Adami G, Barbieri P, Campisi B, Predonzani S, Reisenhofer E (1996) Anthropogenic heavy metal distribution in sediments from an area exposed to industrial pollution (Harbour of Trieste, Northern Adriatic Sea). Boll Soc Adriat Sci 77: 5-18
- Adami G, Barbieri P, Reisenhofer E (1999) A comparison on five sediment decomposition
- Adami G, Barbieri P, Reisenhofer E (2000) An improved index for monitoring metal pollutantants in surface sediments. Toxicol Environ Chem 77: 189-197.
- Adami G., Barbieri P., Piselli S., Predonzani S., Reisenhofer E. (1998) New data on organic pollutants in surface sediments in the harbour of Trieste. Annali di Chimica Vol. 88 p 745-754
- Adami G., Barbieri P., Piselli S., Predonzani S., Reisenhofer E. (2000) Detecting and characterising sources of persistent organic pollutants (PAHs and PCBs) in surface sediments of an industrialised area (harbour of Trieste, northern Adriatic sea). Journal of Environmental Monitoring Vol. 2 p 261-265
- Airoldi L, Fabiano M, Cinelli F (1996) Sediment deposition and movement over a turf assemblages in a shallow rocky coastal area of the Ligurian Sea. Mar Ecol Prog Ser 133: 241-251
- Alloway BJ (1990) Heavy metals in soils. John Wiley & Sons, New York
- Alongi D, Boyle S, Tirende F, Payn C (1996) Composition and behavior of trace metals in postoxic sediments of the gulf of Papua, Papua New Guinea. Estuarine Coastal and Shelf Science 42 (2): 197–212
- Alzieu C (1991) Environmental problems caused by TBT in France: Assessment, Regulation, Prospects. Mar Environ Res 32: 7-17
- Arpa FVG (2006) – Caratterizzazione chimica dell’areale marino costiero della regione Friuli Venezia Giulia. Stato di fatto e ricerca dei valori di fondo. Primo rapporto sui sedimenti pelitici
- Arpa FVG (2007) Programma di monitoraggio dell’ambiente marino costiero. Rapporto finale Aprile 2006-Marzo 2007. Edito in agosto 2007
- Arpa Regione Friuli Venezia Giulia. Osservatorio Alto Adriatico:
- Arpa, 2006. Caratterizzazione chimica dell’areale marino costiero della Regione Friuli Venezia Giulia. Stato di fatto e ricerca dei valori di fondo. !° Rapporto sui sedimenti pelitici.
- Autorità di Bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, 1997, “Piano Stralcio del Fiume Tagliamento”.
- Baldi F (1997) Microbial transformation of mercury species and their importance in the biogeochemical cycle of mercury. In: Sigel A, Sigel H, Eds. Metal ions in biological systems. Volume 34. Mercury and its effects on environment and biology. Marcel Dekker : 113-157
- Baldi F, Bargagli R, Focardi S, Fossi C (1983) Mercury and chlorinated hydrocarbons in sediments from the bay of Naples and adjacent marine Areas. Mar Poll Bull 14: 108-111
- Barbieri P, Adami G, Predonzani S, Reisenhofer E (1999) Heavy metals in surface sediments near urban and industrial sewage discharges in the Gulf of Trieste. Toxycol Environ Chem 71: 105-114

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 424 di 437	Rev.:			
		00			

- Barbieri P., Adami G., Predonzani S., Reisenhofer E. (1999) Heavy metals in surface sediments near urban and industrial sewage discharges in the Gulf of Trieste. Toxicological and Environmental Chemistry Vol. 71 p 105-114
- Beinat A., Crosilla F., Marchesini C., 1994 "Esperienze di collaudo di CTN con tecniche di rilievo satellitare" XXXIX Congresso Nazionale SIFET, Saint Vincent, 19.9 - 21.9
- Bennet RF (1996) Industrial manufactures and applications of tributyltin compounds. In: de Mora (ed.), Tributyltin: case study of an environmental contaminant. Cambridge University Press, Cambridge: 167-211
- BERLASSO G., CUCCHI F., 1991 - Caratteristiche geologiche e strutturali della bassa Pianura Isontina (Friuli-Venezia Giulia) - Rend. Soc. Geol. H., 14 (1991), 13-16, Roma.
- Biliotti S. e al. – (1998) Effetti della pesca con attrezzi a traino sui popolamenti macrozoobentonici. *Biol. Mar. Medit.* 5 (3): 691-697
- Biliotti S. e al., 1998. Effetti della pesca con attrezzi a traino sui popolamenti macrozoobentonici. *Biol. Mar. Medit.* 5 (3): 691-697
- Bloom NS, Preus E, Katon J, Hiltner M (2003) Selective extracion to assess the biogeochemically relevant fractionation of inorganic mercury in sediments and soils. *Anal Chim Acta* 479: 233-248
- BOEGAN E., 1938 - Il Timavo - Mem. 1st. H. Spe1eo10gia, Mem. II, Trieste.
- Bothner MH, Buchholtz ten Brink M, Manheim FT (1998) Metal concentrations in surface sediments of Boston Harbor-Changes with time. *Mar Environ Res* 45: 127-155
- Brambati A., 1987. Studio sedimentologico e marittimo costiero dei litorali del Friuli Venezia Giulia. Ipotesi di intervento per il recupero ambientale e la valorizzazione della fascia costiera. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- Brambati A, Ciabatti M, Fanzutti GP, Marabini F, Marocco R (1983) A new sedimentological textural map of the northern and central Adriatic Sea. *Boll di Oceanol Teor Applic* 4:267-271
- Brambati A. "Provenienza, trasporto e accumulo dei sedimenti recenti nelle lagune di Marano e di Grado e nei litorali tra i fiumi Isonzo e Tagliamento" *Mem.Soc.Geol.It.* vol.9 fasc.3 (1970)
- Brambati A. e Catani G. (1988) – Le coste e i fondali del Golfo di Trieste dall'Isonzo a Punta Sottile: aspetti geologici, geomorfologici, sedimentologici e geotecnica. *Hydrores*, 5, 13-28
- Brambati A. e Venzo G.A. (1968) Recent sedimentation in the Northern Adriatic Sea between Venice and Trieste. *Studi Trentini di Scienze Naturali, sez.A Vol. XLIV n.2*, 202-274
- Brambati A., Ciabatti M., Fanzutti G.P., et al. "Distribuzione dei sedimenti nel Mar Adriatico: confronto tra le classificazioni tessiturali di Shepard e di Nota" *Mem.Soc.Geol.* 27 (1984)
- Brambati A., Stolfa Zucchi M.L., "Relazioni tra sedimenti e molluschi nelle Lagune di Marano e di Grado e rapporti con l'Adriatico settentrionale" *Boll.Soc.Geol.It.* n.90 (1971)
- Brambati A., Venzo G. A., 1967: Recent Sedimentation in the Northern Adriatic Sea between Venice and Trieste. *Studi Trentini di Scienze Naturali, sez. A, vol. XLIV n. 2*.
- Brambati, A. (1997) Metalli Pesanti nelle Lagune di Grado e Marano. Regione Friuli-Venezia Giulia Vol. libro p 1-174

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 425 di 437	Rev.:			
		00			

- Brannon JM, Rose JR, Engler RM, Smith I (1977) The distribution of heavy metals in sediment fractions from Mobile Bay, Alabama. In: TF Yen Ed, Chemistry of Marine Sediments. Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, Michigan
- Bruland KW, Bertine K, Koide M, Goldberg ED (1974) History of metal pollution in Southern California coastal zone. Environ Sci Technol 8: 425-432
- Bryan GW, Langstom WJ (1992) Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. Environ Poll 76: 89-131
- Bussani M, Princi MT (1979) Mercurio nel Golfo di Trieste. Bollettino dei Chimici dell'Unione Italiana dei Laboratori Provinciali 52: 224-237
- Bussani M., Princi M. (1979) Mercurio nel Golfo di Trieste. Bollettino dei chimici dell'Unione Italiana dei Laboratori Provinciali Vol. 5 p 224-237
- Bussani Mario (2003) – Manuale del conduttore-motorista alla pesca locale professionale. Edizioni Hydrores s.a.s.
- Bussani Mario (2003) – Manuale del conduttore-motorista alla pesca locale professionale. Edizioni Hydrores s.a.s.
- Bussani, M., Monteleone G., 2001. L'ostricoltura triestina nelle cronache di ieri. Hydrores.
- Buzzi G. (1996-97) Zonazione geochemica del Golfo di Trieste sulla base di background regionale. Tesi di Laurea in Sedimentologia, Facoltà di Sc.M.F.N, Corso di Laurea in Scienze geologiche, Università di Trieste Vol. tesi p 1-90
- Carotene L., Catani G., Candian C., Marocco R. Bramati A., “Zonizzazione delle spiagge dell'alto Adriatico mediante analisi di parametri morfologici e sedimentologici” Mem.Soc.Geol.It. vol.19 (1978)
- Cauwet G (1987) Influence of sedimentological features on the distribution of trace metals in marine sediments. Marine Chemistry 22: 221–234
- chemically active form of arsenic, cadmium, chromium and zinc in estuarine sediment. Environ Internat 23: 305-316
- Cho Y, Lee C, Choi M (1999). Geochemistry of surface sediments off the southern and western coast of Korea. Marine Geology 159: 111–129
- Ciabatti M., 1956-57: Ricerche sul costipamento dei terreni quaternari polesani. Giornale di Geologia: Serie II vol. XXVII.
- Clarkson TW (1997) The toxicology of mercury. Crit Rev Clin Lab Sci 34(4): 369-403
- CNR (1968) – Il fondo del mare nel golfo di Trieste. Programma di ricerca sulle risorse marine e del fondo marino, Serie C n.2
- CNR (1970) – Relazione sull'attività. Programma di ricerca sulle risorse marine e del fondo marino, Serie B n.47
- Colizza E, Fontolan G, Brambati A (1996) Impact of a coastal disposal site for inert wastes on the physical marine environment, Barcola-Bovedo, Trieste, Italy. Environ Geol 27: 270-285
- Colizza E., Fontolan G., Brambati A. (1996) Impact of a coastal disposal site for inert wastes on the physical marine environment, Barcola-Bovedo, Trieste, Italy. Environmental Geology Vol. 27 p 270-285
- Comel A., 1951: Ricerche pedologiche sulle dune di Belvedere (Aquileia) e di Grado: Nuovi Annali Ist. Chim. Agr. Sper., Gorizia, vol. II.
- Commissione Europea (2005), *Fleet Register*, sito internet Commissione Pesca Ue, concentrations in Mid-Coast Maine. Mar Poll Bull 30(7): 437- 444

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	426	di 437	00			

- Conisma (2001) Indagine sulla contaminazione da metalli pesanti ed idrocarburi nei sedimenti superficiali dei mari italiani. Conisma Vol. rapporto p 1-118
- *costiera del golfo di Trieste*, II edizione, Collana editoriale dell'Azienda Speciale ARIES sulla pesca e acquacoltura.
- *costiera del golfo di Trieste*, II edizione, Collana editoriale dell'Azienda Speciale ARIES sulla pesca e acquacoltura.
- Covelli S (2000) Evoluzione storica recente dell'accumulo di mercurio nei sedimenti del Golfo di Trieste. Studi Trentini di Scienze Naturali-Acta Geologica 77:155-167
- Covelli S, Faganeli J, Horvat M, Brambati A (2001) Mercury contamination of coastal sediments as the result of long-term cinnabar mining activity (Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea). App Geochem 16: 541-558.
- Covelli S, Faganeli J, Horvat M, Brambati A (1999) Pore water distribution and benthic flux measurements of mercury and methylmercury in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea). Estuar Coast Shelf Sci 48: 415-428
- Covelli S, Fontolan G (1997) Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines, Gulf of Trieste, Italy. Environ Geol 30(1/2): 34-45
- Covelli S, Piani R, Acquavita A, Predonzani S, Faganeli J (2007) Transport and dispersion of particulate Hg associated with a river plume in coastal Northern Adriatic environments. Mar Poll Bull in press
- Covelli S., Faganeli J., Horvat M., Brambati A. (2001) Mercury contamination of coastal sediments as the result of long-term cinnabar mining activity (Gulf of Trieste, Northern Adriatic sea). Applied Geochemistry Vol. 16 p 541-558
- Covelli S., Fontolan G. (1997) Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines: Gulf of Trieste, Italy. Environmental Geology Vol. 30 p 34-45
- Cucchi F, 1994. Geologia dell'area di San Giovanni al Timavo. Atti e Memorie Comm. Grotte "E. Boegan". Volume 31, pp 49-58.
- Cucchi F., Vaia F., Finocchiaro F., "The geology of the Rosandra valley (Karst of Trieste, Italy) Mem. Soc.Geol.It. vol.40 (1987)
- D'Ambrosio C. "Resti di terrazzi ereditati nel flysch lungo la riviera di Trieste" Boll.Soc.Geol.It vol.80. fasc.4 (1961)
- D'Ambrosi C. - Mosetti F. - Caratteristiche strutturali della zona fra Monfalcone ed il Timavo. Adriatico XII, 5-6, 1965.
- D'Ambrosi C. - Recenti misure mareografiche confermerebbero il persistere di tendenze epirogeniche in Istria - Boll. Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Vol. L, Trieste 1958.
- D'Ambrosi C. - Ricerche sullo sviluppo tettonico e morfologico dell'Istria e sulle probabili relazioni tra l'attività sismica e la persistente tendenza al corrugamento delle regione - Boll. Soc. Adriat. di Se. Nat. Vol. XXXVII, Trieste 1939.
- De Grassi P.V. - Sulle variazioni delle linee di riva presso Grado - Azienda Autonoma di Soggiorno, Grado 1957.
- De Marchi L. - Variazioni del livello dell'Adriatico in corrispondenza con le espansioni glaciali - Atti Acc. Scientifica Veneto-Trentino-Istria, Vol. X11-XIII (Serie III), Padova 1922.
- De Mora SJ, King NG, Miller MC (1989) TBT and total tin in marine sediments. Environmental Technology 10: 901-908

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	427	di 437	00			

- De Mora SJ, Stewart C, Phillips D (1995) Sources and rate of degradation of tri(n-butyl)tin in marine sediments near Auckland, New Zealand. Marine Pollution Bulletin 30 (1): 50-57
- Della Vedova, et al. 2001. SISMICA AD ALTA RISOLUZIONE PER LO STUDIO DEGLI ACQUIFERI PROFONDI NELLA FASCIA COSTIERA DELLA PIANURA FRIULANA. GNGTS – Atti del 20° Convegno Nazionale / 03.01
- Diagramma inserito negli Atti del Convegno “Evoluzione dello stato trofico in Adriatico: analisi degli interventi attuali e future linee d’intervento)
- Dolenc T, Faganeli J, Pirc S (1998) Major, minor and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic sea: a regional geochemical study. Geol Croatica 51: 59-73
- Dolenc T., Faganeli J., Pirc S. (1998) Major, minor and trace elements in surficial sediments from the open Adriatic sea: a regional geochemical study. Geologica Croatica Vol. 51 p 59-73
- Donazzolo R, Heike Merlin O, Menegazzo Vitturi L, Orio AA, Pavoni B, Perin G, Rabitti S (1981) Heavy metal contamination in surface sediments from the Gulf of Venice, Italy. Mar Poll Bull 12: 417-425
- Donazzolo R, Heike Merlin O, Menegazzo Vitturi L, Orio AA, Pavoni B, Rabitti S (1983) Toxic elements in bottom sediments of the northern Adriatic sea (the Italian area). Thalassia Jugosl 19: 111-119
- Dowson PH, Bubb JM, Lester JN (1993) A study of partitioning and sorptive behavior of butyltins in the aquatic environment. Applied Organometallic Chemistry, 7, 623-633
- European Commission, Health e Consumer Protection (2006) Revised assessment of risks to health and the environment associated with the use of the four organotin compounds TBT, DBT, DOT and TPT. Opinion adopted by the SCHER during the 14th plenary of 30 November 2006.
- Faganeli J, Planinc P, Pezdič J, Smodiš B, Stegnar P, Ogorolec B (1991) Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Geochemical aspects. Mar Geol 99: 93-108
- Faganeli J, Planinc R, Pezdič J, Smodiš B, Stegnar P, Ogorolec B (1991) Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Geochemical aspects. Mar Geol 99: 93-108
- Faganeli J. et al (2003) - Mercury and methylmercury in the Gulf of Trieste (northern Adriatic Sea)
- Faganeli J., Planinc R., Pedzic J., Smodiš B., Stegnar P., Ogorelec B. (1991) Marine geology of the Gulf of Trieste (North Adriatic): geochemical aspects. Marine Geology Vol. 99 p 93-108
- Falace A. Bressan G., “Le macrophytobenthos du Golfe de Trieste: trente ans apres” in Actes du premier symposium mediterraneen sur la vegetation marine, Aiaccio (2000)
- Farias L (1998) Potential role of bacterial mats in the nitrogen budget of marine sediments: that case of Thioploca spp. Mar Ecol Prog Ser 170: 291-292
- Ferrara R, Maserti BE (1992) Mercury concentration in the water, particulate matter, plankton and sediment of the Adriatic Sea. Mar Chem 38: 237-249
- Ferrara R, Maserti BE (1992) Mercury concentration in the water, particulate matter, plankton and sediment of the Adriatic Sea. Mar Chem 38: 237-249

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	428	di 437	00			

- Ferrara R., Maserti B.E. (1992) Mercury concentration in the water, particulate matter, plankton and sediment of the Adriatic Sea. *Marine Chemistry* Vol. 38 p 237-249
- Ferretti M. – (1981) Inventario degli attrezzi da pesca usati nelle Marinerie Italiane. *Ministero della Marina Mercantile*
- Ferretti M. e al. – (2002) Classificazione e descrizione degli attrezzi da pesca in uso nelle marinerie italiane con particolare riferimento al loro impatto ambientale. *ICRAM i quaderni n°3*
- Ferretti M. e al., 2002. Classificazione e descrizione degli attrezzi da pesca in uso nelle marinerie italiane con particolare riferimento al loro impatto ambientale. *ICRAM i quaderni n°3*
- Ferretti M., 1981. Inventario degli attrezzi da pesca usati nelle Marinerie Italiane. *Ministero della Marina Mercantile*
- Ferretti O. Delbono I. Furia S. Barsanti M. "Elementi di gestione costiera – Parte Seconda / Erosione costiera – Lo stato dei litorali italiani" ENEA – Roma 2003
- Fiorentini L. e al. – (1998) Confronto fra le caratteristiche idrodinamiche di alcune reti a strascico di tipo italiano. *Biol. Mar. Medit.* 5 (3): 802-812
- Fiorentini L. e al., 1998. Confronto fra le caratteristiche idrodinamiche di alcune reti a strascico di tipo italiano. *Biol. Mar. Medit.* 5 (3): 802-812
- Folk RL, Ward WC (1957) Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. *Journ Sed Petrol* 27: 3-26
- Förstner U, Wittman G (1979) Metal pollution in the aquatic environment. Springer, Berlin
- Francesconi KA, Edmonds JS (1997) Arsenic and marine organisms. *Adv Inorg Chem* 44: 147-189
- Freschi A., 1999 "Elaborazioni digitali di immagini aeree per lo studio della dinamica dei litorali". Tesi di laurea in Ingegneria Civile presso l'Università di Udine
- Furlan N, Fontolan G, Sartore L, Milani B, Mosca R, Meriani S (1999) Caratterizzazione chimicofisica dei sedimenti del porto di Trieste e problematiche derivanti dall'eventuale dragaggio e smaltimento a mare. *Boll Soc Adriat Sci* 74: 3-26
- Giordano R, Lombardi G, Ciaralli L, Beccaloni E, Sepe A, Cipriotti M, Costantini S (1999) Major and trace elements in sediments from Terra Nova Bay, Antarctica. *Sci Tot Environ* 227: 29-40
- Giorgetti F., 1967: Nota sui sedimenti costieri lungo la falesia a N e NW di Trieste. *Boll. Soc. Adr. Scienze, Trieste*, vol. LV.
- Giorgetti F.: Mosetti F., Macchi G., 1968: Caratteristiche morfologiche fisiche e chimiche del fondo marino del Golfo di Trieste nell'area compresa entro la congiungente Punta Grossa - Bocche di Primero. *Boll. Soc. Adr. Scienze, Trieste*, vol. LVI n. 1.
- Giovanardi O. – (1999) Impatto della pesca a strascico sulle comunità bentoniche. *ICRAM, Roma 19 novembre 1999*
- Giovanardi O., 1999. Impatto della pesca a strascico sulle comunità bentoniche. *ICRAM, Roma 19 novembre 1999*
- Goldberg ED, (1986) TBT: An environmental dilemma. *Environ Sci Technol* 21: 451-467
- Gordini E, Caressa S, Marocco R (2004) Nuova carta morfosedimentologica del Golfo di Trieste (da Punta Tagliamento alla foce dell'Isonzo). *Atti Mus Friul Stor Nat* 25:5-29

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE				
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE				
N° Documento:	Foglio	Rev.:		
08807-ENV-RE-000-001	429 di 437	00		

- Gosar M, Pirc S, Bidovec A (1997) Mercury in the Idrijca River sediments as a reflection of mining and smelting activities of the Idrija mercury mine. *J Geochem Explor* 58: 125-131
- Guo T, DeLaune RD, Patrick Jr WH (1997) The influence of sediment redox chemistry on
- Halpern B. – (2003) Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proc. R. Soc. Land B.* 270, 1871-1878
- Halpern B., 2003. Matching marine reserve design to reserve objectives. *Proc. R. Soc. Land B.* 270, 1871-1878
- Hamasaki TH, Nagase Y, Yoshioka Y, Sato T (1995) Formation, distribution, and ecotoxicity of methylmetals of tin, mercury, and arsenic in the environment. *Crit Rev Environ Sci Technol* 25: 45-91
- Hans Nelson C, Pierce DE, Leong KW, Wang FFH (1975) Mercury distribution in ancient and modern sediment of northeastern Bering Sea. *Mar Geol* 18: 91-104
- Heidelberg New York, 486 pp
- HHI - Hrvatzki Hidrografski Institut (2004) Portolano per piccole imbarcazioni – Prima parte – Piranski Zaljev – Virsko More. Pp 272
- Hirst DM (1962) The geochemistry of modern sediments from the Gulf of Paria, II, the location and distribution of trace elements. *Geochim et Cosmochim Acta* 26: 1147-1187
- Hoch M, 2001. Organotin compounds in the environment – an overview. *Applied Geochem* 16:719-743.
- Horvat M, Covelli S, Faganeli J, Logar M, Mandic V, Rajar R, Sirca A, Zagar D (1999) Mercury in contaminated coastal environment; a case study: the Gulf of Trieste. *Sci Tot Environ* 237/238: 43-56
- Hunter KA, Liss PS (1982) Organic matter and the surface charge of suspended particles in estuarine waters. *Limnol Oceanogr* 27(2): 322-335
- Irwin RJ (1997) Environmental Contaminants Encyclopedia. National Park Service, Water
- Istituto di Geologia e Paleontologia Univ. Trieste – 1995 “Terminal GNL Monfalcone - Sismotettonica”
- Kemp WM, Smith EM, Marvin-DiPasquale M, Boynton WR (1997) Organic carbon balance and net ecosystem metabolism in Chesapeake Bay. *Mar Ecol Prog Ser* 150: 229-248
- Kosta L, Ravnik V, Byrne AR, Stirn J, Dermelj M, Stegnar P (1978). Some trace elements in the waters, marine organisms and sediments of the Adriatic by neutron activation analysis. *J Radioanal Chem* 44: 317-332
- Larsen PF, Gaudette HE (1995) Spatial and temporal aspects of sedimentary trace metal
- Leckie JO, Benjamin M, Hayes K, Kaufman G, Altmann S (1980) Adsorption/ coprecipitation of trace elements from water with iron oxyhydroxide. Final Report, EPRI RP-910, Electric Power Res Inst Palo Alto, Calif 94303
- Leoni L, Sartori F (1997) Heavy metal and arsenic distributions in sediments of the Elba-Argentario basin, southern Tuscany, Italy. *Environ Geol* 32: 83-92
- Lerman A (1979) Geochemical processes. Water and sediments environments. Wiley, New York, 481 pp
- Libes SM (1992) An introduction to marine biogeochemistry. Wiley, New York, 1992

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento:	Foglio	Rev.:
08807-ENV-RE-000-001	430 di 437	00

- Loeb GL, Neihof RA (1977) Adsorption of an organic film at the platinum-seawater interface. J Mar Res 35: 283-291
- Loring D, Rantala RTT (1992) Manual for the geochemical analysis of marine sediments and suspended particulate matter. Earth Sci Rev 32: 235-283
- Loring DH (1982) Geochemical factors controlling the accumulation and dispersal of heavy metals in the Bay of Fundy sediments. Can J Earth Sci 19: 930-944
- Luoma SN, Davis JA (1983) Requirements for modeling trace metal partitioning in oxidized estuarine sediments. Mar Chem 12: 159-181
- Macchi G., 1968: Sulla composizione chimica dei sedimenti recenti del Golfo di Trieste. Boll. Soc. Adr. Scienze, Trieste, vol. LVI n. 1.
- Marchesini C. "Studio della dinamica della costa sabbiosa del Friuli Venezia Giulia" , Atti del 18 Convegno Nazionale GNGTS .
- Marchesini C., 1998. STUDIO DELLA DINAMICA DELLA COSTA SABBIOSA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA. GNGTS – Atti del 18° Convegno Nazionale / 07.08
- Marocco R., 1989. Lineamenti geomorfologici della costa e dei fondali del Golfo di Trieste e considerazioni sulla loro evoluzione Tardo-Quaternaria. Int.J.Speleol., 18(3-4): 87-110.
- MEDEA Engineering – 2006 "Terminale di ricezione e rigassificazione GNL di Zaule (TS)"
- Mee LD, Fowler SW (1991) Organotin biocides in the marine environment: a managed transient? Mar Environ Res 32: 1-5
- Ministero dell'Ambiente e del territorio-Direzione per la protezione della natura (2005) Programma di monitoraggio dell'ambiente marino costiero. Rapporti 2001-2005, Direzione regionale dell'ambiente, ARPA FVG
- Montanari Koukeu E., Patrizi C., Cucchi F., Piano C., Bertola S., 2001. Geo-archeologia nella Valle del Fiume Isonzo (Italia Nord Orientale) e oltre.
- Moore JW, Ramamoorthy S (1984) Heavy metals in natural waters. Applied Monitoring and Risk Assessment. Springer Verlag, New York
- Morford J, Emerson S (1999) The geochemistry of redox-sensitive trace metals in sediments. Geochim Cosmochim Acta 63 (11–12): 1735–1750
- Mosetti F. - Prospezione geoelettrica per la Cartiera del Timavo ecc. - Tecnica Italiana Anno XXII, nuova serie XII, N. 1, Trieste 1957.
- Mosetti F. (1968) – Morfologia dell'Adriatico settentrionale. Bollettino di geofisica teorica ed applicata. Vol. VIII n.30, 138-150
- Mosetti F., 1966: Morfologia dell'Adriatico settentrionale. Boll. Geof. teor. ed appl., vol. VIII n. 30.
- Mosetti F., D'Ambrosi C., 1966: Cenni sulle vicissitudini costiere dell'Alto Adriatico dedotte dalla attuale morfologia del fondo marino. «Atti e Memorie» della Commissione Grotte «E. Boegan», Trieste, vol. VI.
- Müller G, Dominik J, Mangini A (1979) Eutrophication changes sedimentation in part of Lake Constance. Naturwissenschaften 66: 261-262
- Müller G, Dominik J, Reuther R, Malisch R, Schulte E, Aekel L, Irion C (1980) Sedimentary record of environmental pollution in the western Baltic Sea. Naturwissenschaften 67: 595-600
- Natura 2000. Formulário standard per le Zone di Protezione Speciale (ZPS) per le zone proponibili per una identificazione come Sito d'Importanza Comunitaria (SIC) e per Zone Speciali di Conservazione (ZSC).
- Neff Jim, 2002. Bioaccumulation in Marine Organisms. Elsevier London, 452 pp

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio 431 di 437	Rev.:			
		00			

- Neff JM (2002) Arsenic in the Ocean. Bioaccumulation in Marine Organisms, Neff JM Ed, Elsevier London, pp 62-68
- Neihof RA, Loeb GL (1974) Dissolved organic matter in seawater and the electric charge of immersed surfaces. J Mar Res 32: 5-12 northwestern Gulf of Mexico. Environ Geol 1: 282-294
- Notara M et al. (2001) - Composition, Distribution and Sources of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments of the Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea,
- Ogorelec B, Mišič M, Faganeli J (1991) Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. Mar Geol 99: 79-92
- OREL G. – ZAMBONI R. (2001): Proposte per un piano pluriennale di gestione della fascia
- Orel G. – Zambono R., 2001. Proposte per un piano pluriennale di gestione della fascia
- Orel G., Specchi M., 1967: Alcune osservazioni sui popolamenti di una cavità sommersa della scogliera di Duino (Golfo di Trieste). Boll. Soc. Adr. Scienze, Trieste, vol. LV.
- organici nei sedimenti superficiali delle Lagune di Marano e Grado (Adriatico Settentrionale). Studi Trentini di Scienze Naturali, Sez A, vol XLVIII(1), 39-79
- Paerl HW, Willey JD, Go M, Peierls BL, Pinckney JL, Fogel ML (1999) Rainfall stimulation of primary production in western Atlantic Ocean waters: roles of different nitrogen sources and co-limiting nutrients. Mar Ecol Prog Ser 176: 205-214
- Papoulia J., Slejko D., 1992 “Cautions neotectonic hypotheses for assessing the seismic hazard in northeastern Italy” Natural Hazard 5
- Passega R., Rizzini A., Borghetti G., 1967: Transport of sediments by waves Adriatic coastal shelf, Italy. Amer. Ass. of. Petr. Geol. Bul., vol. 51 n. 7.
- Pereira WE, Wade TL, Hostettler FD, Parchaso F (1999) Accumulation of butyltins in sediments and lipid tissues of the asian clam, *Potamocorbula amurensis*, near Mare Island Naval Shipyard, San Francisco Bay. Mar Poll Bull 38(11): 1005-1010
- Piani R, Covelli S, Biester H (2005) Mercury contamination in Marano Lagoon (Northern Adriatic sea, Italy): source identification by analyses of Hg phases. Appl Geochem 20: 1546-1559
- procedures for determining anthropogenic trace metal pollution. Inter J Environ Anal Chem 75(3): 251-260
- Ramella R., Brancolini G., Brambati A. Catani G. et al. “Indagine acustica ad alta risoluzione nel Golfo di Trieste, tra Barcolla e Diramare: prime indicazioni paleoambientali” Mem.Soc.Geol. It. Vol.57 (2002)
- Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia (1992) Risanamento della baia di Panzano - Studio di fattibilità (studio integrativo per l’approfondimento delle conoscenze relative all’inquinamento da mercurio) SEADATA s.r.l., Rapporto conclusivo. Direzione regionale dei lavori pubblici Vol. rapporto p 1-223
- Reimer KJ, Thompson JAJ (1988) Arsenic speciation in marine interstitial water. The occurrence of organoarsenical. Biogeochem 6: 211-237
- Resources Division, Fort Collins, Colorado USA
- Romeo R., Busetti M., Forte E., Pipan M. “Studio sismico ad altissima risoluzione per la caratterizzazione di depositi marini e della struttura del basamento della riviera di Diramare (Golfo di Trieste) – Atti del GNGTS 2006
- Rossi S, Mosetti F., Cescon B. (1969) – Morfologia e natura del fondo del Golfo di Trieste. Bollettino delle società adriatica di scienze, Trieste – vol. LVI n.2, 187-206

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:			
	432	di 437	00			

- Rossin P (2005) Sviluppo di un sistema Informativo territoriale (SIT) per la modellizzazione delle comunità bentoniche del Golfo di Trieste e descrizioni di variabili che ne influenzano la dinamica. Ph.d. Tesi, Università di Trieste, pp 157
- Russiani S. (1992) Caratteristiche composizionali e tessiturali dei sedimenti dell'area portuale di Trieste. Tesi di Laurea in Sedimentologia, Facoltà di Sc.M.F.N, Corso di Laurea in Scienze Geologiche, Università di Trieste Vol. tesi p 1-180
- Salomons W (1980) Adsorption processes and hydrodynamic conditions in estuaries. Environ Technol Lett 1: 356-365
- Salomons W, Förstner U (1984) Metals in the hydrocycle. Springer-Verlag, GmbH
- Schropp SJ, Lewis FG, Windom HL, Ryan JD, Calder FD, Burney LC (1990) Interpretation of metal concentrations in estuarine sediments of Florida using aluminium as a reference element.
- Shepard FP (1954) Nomenclature based on sand silt clay ratios. Journ Sed Petrol 24: 151-158
- Slejko D. , Carulli G.B., Carraro F. Castaldini D. et alii – 1987 “Modello sismotettonico dell'Italia Nord-Orientale” C.N.R. - G.N.D.T Rendiconto n.1
- Slejko D., Kijko A. 1991 “Seismic hazard assessment for the main seismogenetic zones in the Eastern Alps” - Tectonophysics, 191
- SOIL – Milano (2005) “LNG onshore Terminal Final geotechnical Report”
- Stefani E., Negrinis C., 1966: Contributo alla conoscenza del regime di spiaggia tra i fiumi Isonzo e Tagliamento. Tecnica Italiana, XXXI n. 4.
- Stefanini S (1971) Distribuzione del Li, Na, K, Mg, Ca, Sr, Cr, Mn, Fe, Ni, C, Zn, Pb, C e N
- Stefanini S. (1970-71) Distribuzione del Li, Na, K, Sr, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb nei sedimenti superficiali dell'Adriatico settentrionale tra Venezia e Trieste. Mem. Museo Tridentino di Sc. Nat. Vol. 18 p 173-213
- Stefanon A., 1966-67: Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. Atti Ist. Veneto di Scienze Lettere ed Arti, Tomo CXXV classe di Scienze mat. e nat.
- Stravisi F. et al. (1981) *Golfo di Trieste: risultati delle misure correntometriche 1951-1954*. Bollettino della Società Adriatica di Scienze LXV, pp. 23-35
- Szefer P, Skwarzec B (1988) Distribution and possible source of some elements in the sediment cores of the southern Baltic. Mar Chem 23: 109–129
- Szefer P, Szefer K, Hallera GJ, Glasby GP, Pempkowiak J, Kaliszan R (1996) Heavy-metal pollution in surficial sediments from the Southern Baltic Sea off Poland. J Environ Sci Health A33: 2723-2754
- Termier H. e G., 1960: Erosion et sedimentation. Masson & C. ie Editeurs.
- Toniutti e Ludovici, 2002. Tagliamento Fiume d'Europa. WWF Italia.
- Trefry JH, Presley BJ (1976) Heavy metals in sediments from San Antonio Bay and the
- Twenhofel W. H., 1950: Principles of sedimentation. II ed. Mc Grow-Hill Book Company.
- Ullrich SM, Tanton TW, Abdrashitova SA (2001) Mercury in the aquatic environment: A review of factors affecting methylation. Crit Rev Environ Sci Technol 31: 241-293
- USEPA (1997) Special report on environmental endocrine disruption: an effects assesment and analysis. Report EPA/639/R-96/012 February 1997

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32”), P 75 bar

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:				
	433	di 437	00				

- Venzo G.A., Stefanini S., 1968. Distribuzione dei carbonati nei sedimenti di spiaggia e marini dell'Adriatico Settentrionale tra Trieste e Venezia. *Commissione di studio per l'ocenografia e la limnologia, Serie A n. 3.*
- Warren LJ (1981) Contamination of sediments by lead, zinc and cadmium: a review. *Environ Pollut (Series B) 2: 401-436*
- Wedepohl KH (1995) The composition of the continental crust. *Geochim Cosmochim Acta 59:1217-1232*
- Weisberg SB, Wilson HT, Hemibuch DG, Windom HL, Summers JK (2000) Comparison of sediment metal:aluminium relationships between the eastern and gulf coasts of the United States. *Environ Monit Assess 61: 373-385*
- Wentworth CK (1922) A scale of graded cluster for clastic sediment. *J Geol 30: 372-392*
- Windom HL, Schropp SJ, Calder FD, Ryan JD, Smith RG, Burney LC, Lewis FG, Rawlinson CH (1989) Natural trace metal concentrations in estuarine and coastal marine sediments of the Southern United States. *Environ Sci Technol 23: 314-320*
- Ziegler S, Benner R (1998) Ecosystem metabolism in a subtropical, seagrass-dominated lagoon. *Mar Ecol Prog Ser 173: 1-12*

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:				
	434	di 437	00				

5 ANNESSI

ANNESSO 1 Riassunto non tecnico
 [08807-ENV-RE-000-010]

METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE					
N° Documento:	Foglio	Rev.:			
08807-ENV-RE-000-001	435 di 437	00			

6 ALLEGATI CARTOGRAFICI

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

- ALLEGATO 1** Strumenti di tutela e pianificazione
[08807-PPL-DW-000-011]
- ALLEGATO 2** Strumenti di pianificazione urbanistica
[08807-PPL-DW-000-010]
- ALLEGATO 3** Piano regolatore portuale di Trieste
[08807-PPL-DW-000-031]

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

- ALLEGATO 4** Tracciato di progetto – Planimetria generale (scala 1:50.000)
[08807-PPL-DW-000-001]
- ALLEGATO 5** Approdo di Trieste – Planimetria generale (scala 1:7.500)
[08807-PPL-DW-000-002]
- ALLEGATO 6** Tracciato di progetto – Planimetria degli approdi
[08807-PPL-DW-000-012]
- ALLEGATO 7** Documentazione fotografica relativa agli approdi
[08807-PPL-DW-000-013]
- ALLEGATO 8** Interferenze nel territorio – foto aeree degli approdi
[08807-ENV-DW-000-019]
- ALLEGATO 9** Alternative di tracciato
[08807-PPL-DW-000-003]
- ALLEGATO 10** Scheda della Stazione di lancio e ricevimento PIG di Zaule (TS)
[08807-ENV-DW-000-050]
- ALLEGATO 11** Disegni standard di progetto

ALLEGATI RELATIVI AL QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

- ALLEGATO 12** Carta geologica
[08807-ENV-DW-000-004]

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:				
	436	di 437	00				

- ALLEGATO 13** Carta della qualità ambientale dei sedimenti
[08807-ENV-DW-000-006]
- ALLEGATO 14** Carta sedimentologica del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-007]
- ALLEGATO 15** Carta della pericolosità idraulica
[08807-PPL-DW-000-030]
- ALLEGATO 16** Uso del suolo (approdi)
[08807-PPL-DW-000-032]
- ALLEGATO 17** Carta degli habitat (approdi)
[08807-ENV-DW-000-030]
- ALLEGATO 18** Dinamica del litorale di Grado
[08807-ENV-DW-000-011]
- ALLEGATO 19** Campo correntometrico del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-008]
- ALLEGATO 20** Rilevamenti correntometrici – Approdo di Grado
[08807-ENV-DW-000-009]
- ALLEGATO 21** Litorale di Grado – Distribuzione granulometrica e dispersione dei sedimenti
[08807-ENV-DW-000-010]
- ALLEGATO 22** Carta batimetrica del Golfo di Trieste
[08807-ENV-DW-000-005]
- ALLEGATO 23** Carta delle biocenosi bentoniche
[08807-ENV-DW-000-012]
- ALLEGATO 24** Avvistamenti e spiaggiamenti dei mammiferi e dei rettili marini
[08807-ENV-DW-000-013]
- ALLEGATO 25** Carta della balneazione
[08807-ENV-DW-000-014]
- ALLEGATO 26** Aree di pesca
[08807-ENV-DW-000-015]
- ALLEGATO 27** Rotte del traffico marittimo
[08807-ENV-DW-000-016]
- ALLEGATO 28** Carta delle aree protette
[08807-ENV-DW-000-001]

**METANODOTTO TRIESTE – GRADO - VILLESSE
SEALINE TRIESTE - GRADO DN 800 (32"), P 75 bar**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

N° Documento: 08807-ENV-RE-000-001	Foglio		Rev.:				
	437	di 437	00				

- ALLEGATO 29** Stima degli impatti sull'ambiente marino (fase di costruzione)
[08807-ENV-DW-000-020]
- ALLEGATO 30** Stima degli impatti sull'ambiente marino (fase di esercizio)
[08807-ENV-DW-000-021]
- ALLEGATO 31** Stima degli impatti sull'ambiente costiero (fase di costruzione)
[08807-ENV-DW-000-022]
- ALLEGATO 32** Stima degli impatti sull'ambiente costiero (fase di esercizio)
[08807-ENV-DW-000-023]