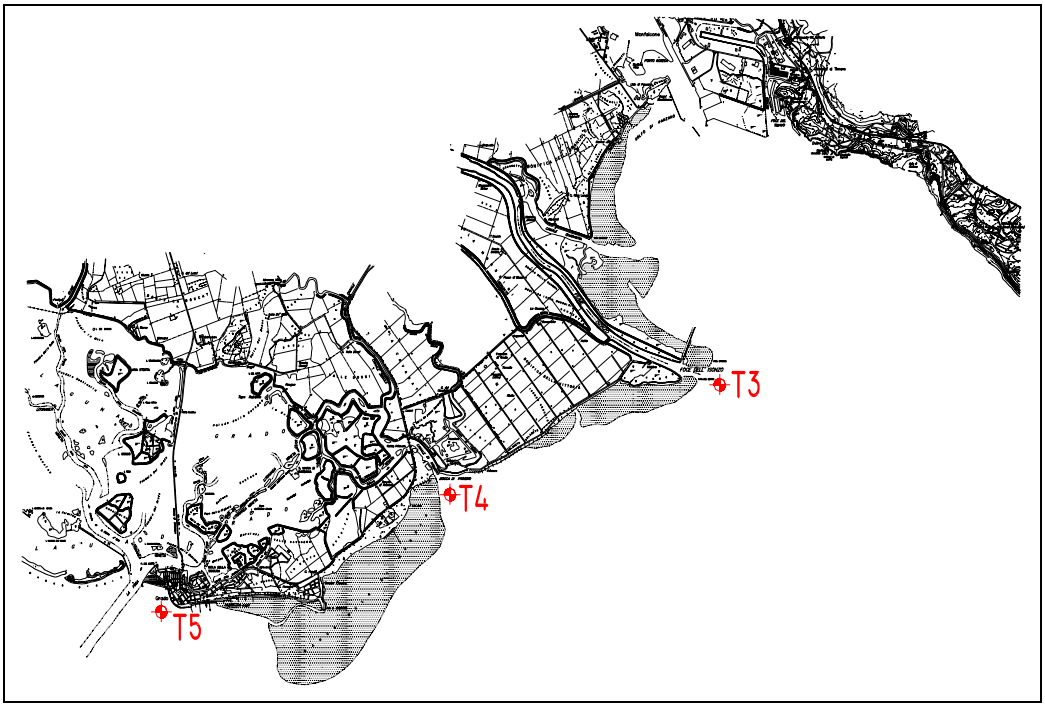
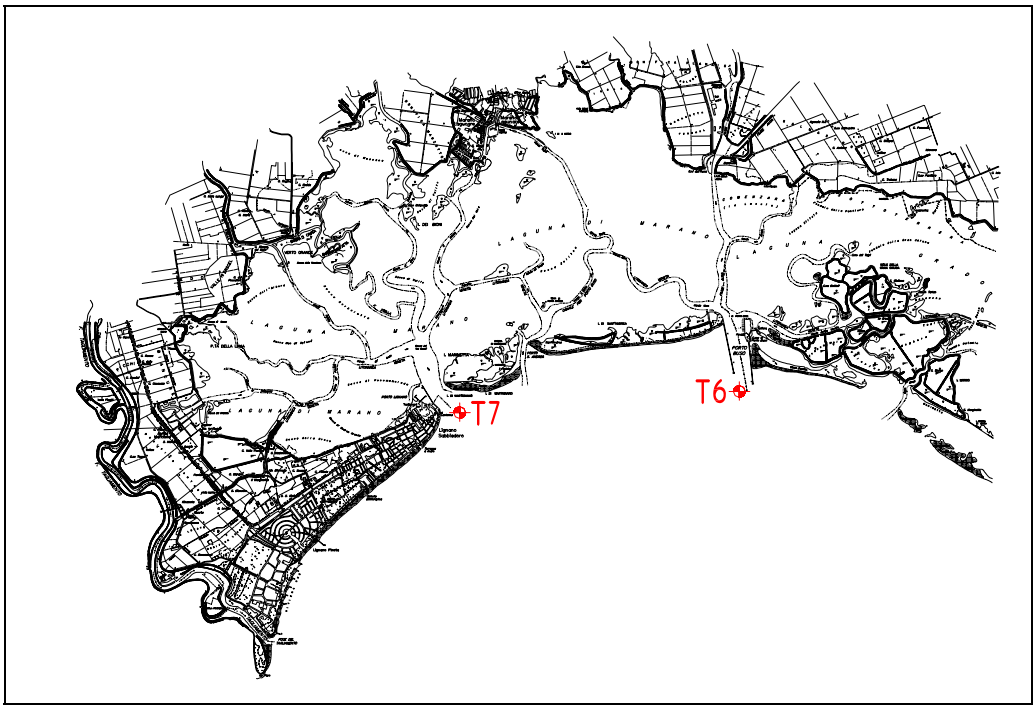
Figura 3.4.3.2b *Arco Costiero Regionale da Sistiana a Grado: Localizzazione dei Transetti T3, T4 e T5*



Fonte: ARPA Friuli Venezia Giulia

Figura 3.4.3.2c *Arco Costiero Regionale da Grado alla Foce del Tagliamento: Localizzazione dei Transetti T6 e T7*



Fonte: ARPA Friuli Venezia Giulia

Nelle *Tabelle 3.4.3.2b* e *3.4.3.2c* vengono indicati i valori medi registrati sui singoli transetti per i principali parametri monitorati nel corso del 2000 e del 2001.

Tabella 3.4.3.2b *Qualità delle Acque Marine Arco Costiero Regionale in Funzione della Localizzazione dei Transetti di Monitoraggio (2000)*

Punto di campionamento	OD (% sat)	$N\text{-}NH_4$ µg/l	$N\text{-}NO_3$ µg/l	P tot µg/l	Clorofilla a µg/l
Transetto 1	112	<10	32	<10	1,8
Transetto 2	110	<10	25	<10	1,4
Transetto 3	108	-	240	15	1,3
Transetto 4	108	13,3	126	13,3	1
Transetto 5	106	<10	66	11,5	1
Transetto 6	108	<10	100	<10	1,1
Transetto 7	106	<10	176	<10	1,3

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Tabella 3.4.3.2c *Qualità delle Acque Marine Arco Costiero Regionale in Funzione della Localizzazione dei Transetti di Monitoraggio (2001)*

Punto di campionamento	OD (% sat)	$N\text{-}NH_4$ µg/l	$N\text{-}NO_3$ µg/l	P tot µg/l	Clorofilla a µg/l
Transetto 1	116	<10	114	<10	1,2
Transetto 2	115	<10	214	<10	1,6
Transetto 3	110	10	313	11	1,3
Transetto 4	109	<10	112	<10	1,3
Transetto 5	106	<10	66	11,5	1
Transetto 6	111	<10	228	<10	1,4
Transetto 7	113	13,7	531	10	1,4

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

I valori registrati sono confrontabili con le concentrazioni medie relative agli anni 1997-1999 riportati nella *Tabella 3.4.3.2a* e confermano di conseguenza la buona qualità delle acque marine costiere regionali.
In particolare, i valori di ossigeno disciolto e le concentrazioni di clorofilla rientrano nella norma e non evidenziano la presenza di fenomeni di stress a carico degli ambienti costieri.
Il parametro che fa registrare le concentrazioni più elevate è l'azoto nitrico, in particolare in corrispondenza delle stazioni più prossime alla costa, come evidenziato dalle *Tabelle 3.4.3.2d* e *3.4.3.2e* dove le concentrazioni medie vengono raggruppate in funzione della distanza del punto di campionamento dalla linea di costa. Viene quindi confermata l'influenza delle acque dolci riversate in mare dai corsi d'acqua già evidenziata in precedenza: è da rilevare in particolare che in prossimità della foce del fiume Tagliamento si raggiungono concentrazioni di azoto nitrico superiori a 1 mg/l.
I dati riportati tra parentesi nelle *Tabelle 3.4.3.2d* e *3.4.3.2e* rappresentano il range di variazione (concentrazione massima – concentrazione minima) relativo ad ogni singolo parametro osservato.

Tabella 3.4.3.2d *Qualità delle Acque Marine dell'Arco Costiero Regionale in Funzione della Distanza dalla Linea di Costa (2000)*

Parametri	500 m dalla costa	1.000 m dalla costa	3.000 m dalla costa
Ossigeno a saturazione (%)	109 (124-92)	107 (125-79)	109 (125-93)
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	14 (53-<10)	<10 (42-<10)	18 (80-<10)
$N\text{-}NO_3$ (µg/l)	150 (866-<10)	89 (685-<10)	89 (786-<10)
Fosforo TOT (µg/l)	13 (41-<10)	14 (46-<10)	<10 (29-<10)
Clorofilla a (µg/l)	1.3 (4.7-<0.5)	1.3 (4.4-<0.5)	1.2 (5-<0.5)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Tabella 3.4.3.2e *Qualità delle Acque Marine Arco Costiero Regionale in Funzione della Distanza dalla Linea di Costa (2001)*

Parametri	500 m dalla costa	1.000 m dalla costa	3.000 m dalla costa
Ossigeno a saturazione (%)	112 (136-85)	112 (135-93)	112 (136-94)
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	13 (39-<10)	12 (31-<10)	10 (27-<10)
$N\text{-}NO_3$ (µg/l)	313 (1638-<10)	215 (1589-<10)	149 (1173-<10)
Fosforo TOT (µg/l)	12 (43-<10)	<10 (19-<10)	11 (28-<10)
Clorofilla a (µg/l)	1.5 (4.2-<0.5)	1.4 (4-<0.5)	1.3 (3.2-<0.5)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Un discorso a parte merita la Baia di Muggia, area ritenuta critica dal punto di vista ambientale in virtù dell'elevata concentrazione di insediamenti civili e industriali che la caratterizzano e di particolari condizioni ambientali, che limitano la circolazione idrica all'interno della baia e che possono quindi determinare l'eventuale accumulo di nutrienti o di sostanze inquinanti.
La baia di Muggia rappresenta la parte più orientale del Golfo di Trieste ed ha una forma approssimativamente a triangolo il cui lato corto si apre verso il Mare Adriatico.
Dal punto di vista geografico il litorale della baia può essere suddiviso in due settori distinti: sul settore più settentrionale, che comprende la parte più importante e moderna del porto di Trieste, insistono parte della città di Trieste e la relativa Zona Industriale. Il settore meridionale, ricadente nel comune di Muggia, presenta viceversa una serie di piccoli insediamenti urbani attrezzati per accogliere il turismo balneare.

La baia è riparata dal mare da un sistema formato da tre dighe foranee artificiali che ne limitano la circolazione idrica e conseguentemente il ricambio; la profondità è relativamente bassa (circa 18 m) e cresce dolcemente dalla costa verso il largo. Trasversalmente alla baia, parallelamente alla fascia costiera muggesana, è stato scavato un canale artificiale per il passaggio delle petroliere che ormeggiano al pontile dell'oleodotto transalpino della SIOT per lo scarico del greggio.

La rete di monitoraggio utilizzata per definire lo stato di qualità delle acque all'interno della Baia di Muggia, rappresentata in *Figura 3.4.3.2a*, è costituita da 4 punti di campionamento posizionati come segue:

- Punto M1: tra la diga foranea ed il molo 5° del Porto Nuovo;

- Punto M2: al largo di Punta Sottile, in corrispondenza della boa di inizio canale petroliere;
- Punto M3: all'inizio del canale industriale;
- Punto M4: in mezzo alla baia, all'interno delle dighe foranee.

Per ogni stazione di misura vengono effettuati prelievi in superficie e lungo la colonna d'acqua, rispettivamente alla profondità di 5, 10 e 15 m.
Nelle *Tabelle 3.4.3.2f* e *3.4.3.2g* sono indicati i valori rilevati in superficie e lungo la colonna d'acqua per i principali parametri monitorati nel corso del 2000 e del 2001. Oltre alle concentrazioni medie registrate, le Tabelle riportano anche il range di variazione (concentrazione massima – concentrazione minima) relativo ad ogni singolo parametro osservato.

Tabella 3.4.3.2f *Monitoraggio Qualità delle Acque Marine della Baia di Muggia (2000)*

Parametri	Superficie	Profondità 5m	Profondità 10m	Profondità 15m
Ossigeno a saturazione (%)	110 (127-92)	109 (133-97)	105 (121-91)	99 (122-72)
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	<10 (19-<10)	<10 (23-<10)	<10 (<10-<10)	<10 (20-<10)
$N\text{-}NO_3$ (µg/l)	32.5 (146-<10)	22.3 (54-<10)	29.3 (118-<10)	28 (123-<10)
Fosforo TOT (µg/l)	12.5 (18-<10)	<10 (17-<10)	10.5 (24-<10)	<10 (30-<10)
Clorofilla a (µg/l)	1.5 (<0.5-5.2)	-	-	-

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Tabella 3.4.3.2g *Monitoraggio Qualità delle Acque Marine della Baia di Muggia (2001)*

Parametri	Superficie	Profondità 5m	Profondità 10m	Profondità 15m
Ossigeno a saturazione (%)	113 (135-94)	113 (137-94)	111 (139-61)	96 (122-57)
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	21.3 (142-<10)	10.5 (29-<10)	<10 (19-<10)	14 (42-<10)
$N\text{-}NO_3$ (µg/l)	61.8 (278-<10)	25.5 (65-<10)	18.5 (73-<10)	28 (86-<10)
Fosforo TOT (µg/l)	14 (30-<10)	<10 (21-<10)	<10 (25-<10)	<10 (19-<10)
Clorofilla a (µg/l)	1.6 (3.7-0.5)			

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Dall'analisi dei dati relativi alle concentrazioni medie non si evidenzia la presenza di particolari criticità ambientali. Le percentuali di ossigeno a saturazione sono sempre elevate in superficie e rimangono abitualmente al di sopra dell'80% anche a profondità di 15 m nella colonna d'acqua mentre l'azoto ammoniacale presenta spesso concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità dello strumento.
Come già visto in precedenza, le concentrazioni di azoto nitrico si attestano invece su valori tipici. Non sono comunque da segnalare differenze sostanziali rispetto ai valori registrati lungo il resto dell'arco costiero regionale.

A titolo di confronto si riportano, in *Tabella 3.4.3.2h*, i dati medi relativi alle campagne di monitoraggio degli anni 1997-1999 dove, oltre ai parametri chimico-fisici, vengono valutati anche quelli microbiologici.

Tabella 3.4.3.2h *Qualità delle Acque Marine della Baia di Muggia (1997-1999)*

Parametri	Monitoraggio PGRA		
	1997	1998	1999
Ossigeno a saturazione (%)	106 (120-79)	106 (121-92)	103 (118-88)
Clorofilla a (µg/l)	1.51 (2.7-0.5)	1.89 (5.2-0.5)	2.66 (6.7-0.5)
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	13.4 (58-7.7)	13.4 (44.1-7.7)	11.0 (28.7-7.7)
$N\text{-}NO_2$ (µg/l)	6.8 (19-3)	13.8 (35-5)	10.7 (26-2)
$P\text{-}PO_4$ (µg/l)	4.9 (5.2-4.9)	5.5 (7.8-4.9)	5.0 (6.2-4.9)
Fosforo TOT (µg/l)	13.8 (27-5)	16.9 (29-5)	14.9 (28-5)
BOD_5 (mg/l)	1.1 (2.3-0.1)	1.8 (2.3-0.6)	1.6 (3.4-0.6)
Clostridi solforiduttori (MPN/100ml)	19 (60-0)	40 (160-0)	146 (1609-0)
Streptococchi fecali (MPN/100ml)	67 (348-0)	34 (130-0)	52 (542-0)
Coliformi fecali (MPN/100ml)	603 (2780-0)	200 (918-0)	180 (700-0)
Coliformi totali (MPN/100ml)	1260 (6090-2)	509 (1609-0)	462 (1720-2)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Dall'analisi dei parametri microbiologici si evidenzia come, nel triennio 1997-1999, nell'insenatura di Muggia la contaminazione batteriologica sia ancora "pesante", soprattutto nella parte localizzata all'interno delle dighe foranee e nella zone del canale navigabile di Zaule. Questa situazione è più evidente nelle due stazioni di misura più vicine alla costa rispetto a quelle poste ai limiti esterni della baia dove i valori sono decisamente più contenuti.
Tale situazione è in via di miglioramento in conseguenza dello spostamento degli scarichi fognari all'esterno della Baia, tramite condotta sottomarina.

Per completare la caratterizzazione delle acque marine costiere della regione, si è infine effettuata una valutazione sullo stato trofico delle acque mediante il calcolo dell'indice trofico TRIX secondo i criteri definiti dal *D.Lgs. 152/99*.
L'indice TRIX si ottiene attraverso l'elaborazione matematica di 6 parametri macrodescrittori:

- Fosforo totale;
- Ossigeno disciolto;
- Clorofilla a;
- Azoto nitrico;
- Azoto ammoniacale;
- Azoto nitroso;

attraverso la relazione:

$$TRIX = \left[Log_{10}\left(Cha \times D\%O \times N \times P\right) + 1.5\right]/1.2$$

in cui:

- Cha = *clorofilla a* [(µg/l)]
- D%O = ossigeno disciolto come deviazione % assoluta della saturazione $\left|100\text{-}D\%O\right|$…
- P = fosforo totale [(µg/l)]
- $N = N\text{-}(NO_3 + NO_2 + NH_4)$ [(µg/l)]

Ad ogni valore di indice trofico TRIX sono associati un giudizio sintetico ed una descrizione dell'ambiente marino corrispondente. La scala di classificazione dello stato trofico delle acque è riportata in *Tabella 3.4.3.2i*.

Tabella 3.4.3.2i *Classificazione delle Acque Marine Costiere in Base al Valore di TRIX*

Scala trofica e relative condizioni delle acque		
ELEVATO	< 4	Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
BUONO	4-5	Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche
MEDIOCRE	5-6	Scarsa trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico
SCADENTE	> 6	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquicoltura
Fonte: *D.Lgs. 152/99, Allegato 1*		

Solo le analisi condotte nell'ambito della campagna di monitoraggio avviata dal Ministero dell'Ambiente permettono il calcolo dell'indice TRIX, i cui valori medi sono riportati in *Tabella 3.4.3.2l*.

Tabella 3.4.3.2l *Valori Medi di Indice Trofico TRIX*

Punti di campionamento	**MEDIE TRIX 1997-98**	**MEDIE TRIX 1998-99**	**MEDIE TRIX 1999-2000**
Transetto A	4.17	3.58	3.56
Transetto B	4.12	3.88	3.77
Transetto C	4.25	3.79	3.40
Transetto D	5.15	4.54	5.14
Transetto E	5.18	4.38	4.96
Transetto F	4.74	4.24	4.50
Transetto G	4.99	4.52	4.73
Transetto H	5.28	4.65	4.80
Fonte: ICRAM - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia			

Complessivamente gli ambienti marini costieri presentano un livello trofico buono e solo localmente mediocre.
Lo stato più precario è stato rilevato nel corso della prima campagna di campionamento del 1997-98 quando solamente i transetti A, B, C, F e G presentavano un valore medio dell'indice TRIX inferiore a 5, corrispondente ad uno stato di qualità "buono" mentre i rimanenti transetti D, E ed H rientravano nella classe "mediocre" in virtù dei valori di TRIX maggiori di 5.

Nella successiva campagna del 1998-99 si è invece evidenziato un deciso miglioramento della qualità delle acque monitorate al punto che tutte le 24 stazioni di misura hanno fatto registrare un valore medio di TRIX inferiore rispetto a quello della campagna precedente. In particolare per le stazioni localizzate lungo i transetti A, B e C, i valori di indice trofico sono risultati inferiori a 4, individuando quindi uno stato ambientale "elevato", mentre i rimanenti 5 transetti, pur facendo registrare un valore di TRIX superiore, rientravano comunque nella classe di qualità "buona".

La campagna 1999-2000 evidenzia per i transetti A, B e C un ulteriore abbassamento dei valori medi dell'indice TRIX, confermando lo stato ambientale "elevato". I transetti E, F, G ed H, nonostante un leggero peggioramento dell'indice TRIX, rimangono comunque all'interno del range di valori cui è associato uno stato ambientale "buono". Solo per il transetto D si registra un evidente peggioramento sottolineato dal passaggio dallo stato ambientale "buono" a quello "mediocre".

Una possibile spiegazione del fatto che i campionamenti effettuati lungo i transetti F, G ed H facciano registrare valori dell'indice TRIX mediamente più elevati rispetto a quelli posizionati nella porzione più orientale del litorale è legata al loro posizionamento in corrispondenza delle condotte sottomarine di scarico di alcuni impianti di depurazione di grossa potenzialità (San Giorgio di Nogaro, Grado e Lignano); sulla qualità delle acque dei due transetti centrali di Duino (D) e di Punta Sdobba (E) influiscono invece negativamente i carichi di nutrienti di origine antropica convogliati in ambienti marini attraverso la foce del fiume Isonzo.

Il valore medio dell'indice trofico TRIX per gli ambienti marini e costieri prospicienti la Regione nel triennio di indagini 1997-99 è pari a 4.43 corrispondente ad uno stato ambientale complessivo "buono".

Riferimenti per la Valutazione

La valutazione dello Stato Ecologico di qualità delle acque marine costiere viene definita nel *D.Lgs. 152/99* e prevede, oltre alla definizione dell'indice trofico delle acque, anche l'indagine delle matrici biota e sedimenti.
Il Decreto prevede in particolare che per la caratterizzazione dello stato degli ecosistemi marini e costieri, anche ai fini della formulazione del giudizio di qualità ecologica ed ambientale, vengano eseguite indagini sulle biocenosi di maggiore pregio ambientale (quali ad esempio le praterie di fanerogame) e su altri bioindicatori. Per individuare particolari situazioni di criticità viene raccomandata in particolare l'analisi di accumulo delle seguenti sostanze nei mitili stabulati:

- Metalli pesanti bioaccumulabili;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Composti organoclorurati (PCB e pesticidi).

Per la caratterizzazione della qualità dei sedimenti vengono invece previste alcune analisi di base considerate prioritarie ed analisi addizionali mediante saggi biologici da effettuarsi nei casi in cui le Autorità competenti ritengano necessaria un'indagine più approfondita finalizzata ad evidenziare gli effetti tossici a breve e a lungo termine.
Le analisi di base da eseguire nei sedimenti comprendono:

- analisi granulometrica per la determinazione delle principali classi granulometriche (ghiaia, sabbia, limo, argilla);
- ricerca di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- ricerca di Metalli pesanti bioaccumulabili;
- analisi di Carbonio Organico;
- ricerca di Composti organoclorurati (PCB e pesticidi);
- ricerca di Composti organostannici;
- saggi biologici.

In attesa della definizione dei criteri per un approccio integrato alla valutazione dello stato di qualità ambientale, la classificazione delle acque marine e costiere viene determinata mediante la sola applicazione dell'indice trofico TRIX.

Valutazione della Qualità del Dato

I dati utilizzati per la valutazione della qualità delle acque marine costiere sono riferiti al quinquennio 1997-2001 e risultano di conseguenza aggiornati. L'indice TRIX è stato però calcolato per il solo triennio 1997-1999 a causa della indisponibilità, nei due anni successivi, dei valori di alcuni parametri (azoto totale e azoto nitrico).

3.4.3.3 Scheda dell'Indicatore 4-3: Idoneità delle Acque Marine e Costiere alla Molluschicoltura

Codice Indicatore	*4 – 3*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque marine e costiere*
Indicatore	*Idoneità delle acque marine e costiere alla molluschicoltura*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare la qualità delle acque dei siti destinati alla molluschicoltura e l'idoneità al consumo umano dei molluschi stessi*
Riferimenti	*D.Lgs. 530/92, Norme sanitarie applicabili alla produzione e commercializzazione di molluschi bivalvi vivi* *D.Lgs. n. 152 del 11/05/1999 (modificato dal D.Lgs. 258/00), Testo Unico sulle Acque*
Dati necessari	*Numero di siti idonei alla molluschicoltura* *Risultati dei controlli chimici, microbiologici e biotossicologici sui molluschi e sulle acque destinate alla molluschicoltura*
Fonte	*Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Servizio della Sanità Pubblica Veterinaria* *ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente* *Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo stato dell'ambiente, 2001*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale* **Aggiornamento:** *annuale* **Periodo**: *1997-2001*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

In conformità a quanto definito dal *D.Lgs. 131/92* relativo ai requisiti di qualità delle acque destinate alla molluschicoltura (abrogato in seguito all'entrata in vigore del Testo Unico sulle Acque *D.Lgs. 152/99*), lungo il litorale della Regione sono state individuate 7 zone idonee alla molluschicoltura delle quali 5 in aree marine costiere e 2 in acque salmastre.
Nel corso dell'anno 2000 sono state effettuate, dai laboratori dell'ARPA a supporto del Servizio della Sanità Pubblica Veterinaria della Regione, le verifiche dell'idoneità alla molluschicoltura delle aree suddette: le indagini, i cui risultati sono riportati in *Tabella 3.4.3.3a*, hanno previsto controlli sia sulla matrice acquosa sia direttamente sui molluschi mediante la rilevazione dei seguenti parametri:

- parametri microbiologici (Coliformi fecali, Salmonella, Escherichia coli);
- parametri chimico-fisici (temperatura, ossigeno disciolto, salinità, pH, presenza di idrocarburi, sostanze organoalogenate, metalli);
- parametri biotossicologici (presenza di biotossine algali P.S.P., D.S.P. e A.S.P.).

I punti di campionamento sono dislocati lungo tutto il litorale costiero della Regione, alcuni in prossimità della costa e altri in zone localizzate più al largo. Le stazioni di campionamento sono così suddivise:

- in 20 stazioni sono effettuati prelievi per analisi dei parametri chimico-fisici e microbiologici;
- in 9 stazioni sono prelevati campioni per i saggi biotossicologici;

- in 23 stazioni sono prelevati campioni di acque e molluschi per effettuare entrambi gli esami.

Particolare interesse rivestono le indagini biotossicologiche: alcune specie di microalghe presenti negli ambienti marini, tra cui quelle appartenenti alle classi dei Dinoflaggellati e delle Diatomee, hanno infatti la capacità di produrre tossine. I molluschi filtratori, tra cui i mitili, sono insensibili al veleno contenuto nelle microalghe di cui si cibano e, accumulando nel loro organismo la biotossina, divengono a loro volta tossici.
Gli eventuali danni arrecati all'uomo, a seguito dell'ingestione di organismi contaminati, variano in funzione della quantità e della natura di tossine ingerite. Le tossine possono produrre effetti a livello neuro motorio (P.S.P. = Paralytic Shellfish Poisoning), gastro-enterico (D.S.P. = Diarrhetic Shellfish Poisoning) ed amnesico (A.S.P. = Amnesic Shellfish Poisoning).

Tabella 3.4.3.3a *Controlli Condotti sui Siti Destinati a Molluschicoltura (2000)*

Analisi	Matrice esaminata	Esito
Controlli microbiologici	- 238 su molluschi - 139 nelle acque	5 esiti sfavorevoli
Controlli chimici	- 76 su molluschi - 103 nelle acque	-
Controlli biotossicologici	- 376 nei molluschi - 958 nelle acque	1 esito sfavorevole per presenza D.S.P. (biotossine algali)

Fonte: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Servizio della Sanità Pubblica Veterinaria

I controlli totali effettuati nel corso dell'anno 2000 per valutare l'idoneità dei siti alla molluschicoltura sono stati 1.900: in soli 6 casi, corrispondenti allo 0,3% del totale, le analisi hanno dato esito sfavorevole. Tra i campioni con esito sfavorevole solo uno è associato alla presenza nei tessuti del mollusco di biotossine algali (D.S.P.), mentre gli altri 5 campioni sono risultati non conformi per la presenza di microrganismi patogeni oltre i limiti di legge. La situazione non risulta diversa per l'anno 2001.

Per definire il grado di contaminazione batterica delle acque sono stati valutati anche gli esiti delle analisi microbiologiche effettuate dai Presidi Multizonali di Prevenzione e successivamente dai Dipartimenti Provinciali ARPA e finalizzate alla determinazione delle concentrazioni di coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali e clostridi solforiduttori.
Nella *Tabella 3.4.3.3b* sono riportate le concentrazioni medie registrate negli anni 1997-2001. Tra parentesi viene riportato anche il range di variazione (concentrazione minima – concentrazione massima) relativo ad ogni singolo parametro osservato.

Tabella 3.4.3.3b *Monitoraggio Parametri Microbiologici nelle Acque Marine del FVG*

Parametri	Anno 1997	Anno 1998	Anno 1999	Anno 2000	Anno 2001
Coliformi totali (MPN/100ml)	311 (0-9180)	228 (0-6090)	205 (0-1720)	128 (0-2400)	40 (0-2400)
Coliformi fecali (MPN/100ml)	197 (0-9180)	125 (0-6090)	101 (0-1609)	60 (0-2400)	20 (0-2000)
Clostridi solforiduttori (MPN/100ml)	9 (0-200)	14 (0-200)	33 (0-1609)	23 (0-560)	7 (0-540)
Streptococchi fecali (MPN/100ml)	28 (0-130)	72 (0-6090)	59 (0-1609)	21 (0-918)	1 (0-20)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Dai dati disponibili risulta evidente una contaminazione diffusa di origine batterica, seppure non elevata, delle acque del Golfo di Trieste. E' comunque da sottolineare che i controlli effettuati nel corso degli ultimi due anni hanno evidenziato un deciso miglioramento della situazione, con valori di coliformi totali e fecali più che dimezzati rispetto al periodo precedente.

I fenomeni di inquinamento microbiologico nelle acque marine della Regione si registrano in particolare in corrispondenza dei mesi estivi ed invernali. Nel periodo estivo gli afflussi turistici che si concentrano nei centri balneari causano un incremento del carico antropico che in alcuni casi viene più che raddoppiato. Come diretta conseguenza si può verificare lo scarico in mare, tramite condotte sottomarine, di acque reflue non adeguatamente depurate. Nei mesi invernali l'incremento delle concentrazioni di microrganismi è associato alla minore azione battericida esercitata dalla componente ultravioletta dei raggi solari.

Riferimenti per la Valutazione

L'idoneità delle acque destinate alla vita dei molluschi, come già evidenziato, è stata riformulata nell'Allegato 2 del *D.Lgs. 152/99* che ha integrato, al suo interno, i riferimenti definiti dal *D.Lgs. 131/92*.
Nella *Tabella 3.4.3.3c* si riportano i "valori imperativi" (che devono essere rispettati per garantire la vita e lo sviluppo delle popolazioni di molluschi e contribuire alla buona qualità dei prodotti destinati al consumo umano) e i "valori guida" (che rappresentano invece obiettivi di qualità da perseguire da parte delle Autorità competenti) fissati dal Decreto.

I requisiti che devono possedere gli impianti per la produzione dei molluschi bivalvi e le caratteristiche microbiologiche e chimiche dei molluschi destinati all'alimentazione umana sono invece disciplinati dal *D.Lgs. 530/92* che recepisce la *Direttiva 91/492/CEE*.
Il Decreto indica, in funzione delle caratteristiche microbiologiche, biologiche, fisiche e chimiche, tre diverse tipologie di zone di produzione (definite zone A, B e C) a cui corrispondono precise prescrizioni da rispettare prima di destinare i prodotti della molluschicoltura al consumo umano. In particolare i molluschi:

- se provenienti da zona A possono essere destinati al consumo umano diretto;
- se provenienti da zona B possono essere destinati al consumo umano solo dopo aver subito un idoneo trattamento in un centro di depurazione o previa stabulazione in una zona avente i requisiti della zona A;
- infine, se provenienti da zona C possono essere destinati al consumo umano previa stabulazione per un periodo di tempo non inferiore ai 2 mesi in una zona avente i requisiti della zona A.

Tabella 3.4.3.3c *Qualità delle Acque Destinate alla Vita dei Molluschi*

Parametro	Valore guida	Valore imperativo
pH	-	7-9
Temperatura	La differenza di temperatura non deve superare i 2° tra zone influenzate o meno da scarichi	-
Colorazione (mgPt/l)	-	La differenza di colorazione non deve superare i 10 mgPt/l tra acque influenzate o meno da scarico
Materiali in sospensione	-	La differenza di materiale in sospensione non deve superare il 30% tra acque influenzate o meno da scarico
Salinità	12-38‰	≤40‰
Ossigeno disciolto	≥80%	≥70%
Idrocarburi di origine petrolifera	-	Non devono essere presenti in quantità tale da produrre film in superficie o deposito sui molluschi, da avere effetti nocivi per i molluschi
Sostanza organo-alogenate	La concentrazione non deve modificare la qualità dei molluschi	La concentrazione non deve superare un livello tale da produrre effetti nocivi per i molluschi e le loro larve
Metalli pesanti (Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)	La concentrazione non deve modificare la qualità dei molluschi	La concentrazione non deve superare un livello tale da produrre effetti nocivi per i molluschi e le loro larve
Coliformi fecali		≤300 MPN/100 ml nella polpa e nel liquido intervalvare
Sostanze che modificano il sapore		Concentrazione inferiore a quella che determina alterazione

Fonte: *D.Lgs. 152/99, Allegato 2*

Valutazione della Qualità del Dato

I dati, rilevati secondo le metodiche e la frequenza stabiliti dalla normativa, risultano aggiornati in quanto riferiti all'ultimo quinquennio.

3.4.3.4 Scheda dell'Indicatore 4-4: Eutrofizzazione

Codice Indicatore	*4 – 4*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque marine e costiere*
Indicatore	*Eutrofizzazione*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare il grado di eutrofizzazione delle coste del Friuli Venezia Giulia attraverso l'analisi di specifici parametri indicatori di detto fenomeno*
Riferimenti	-
Dati necessari	*Concentrazioni medie dei nutrienti azoto, fosforo e organismi fitoplantonici*
Fonte	*ICRAM, Qualità degli ambienti marini e costieri italiani 1996-1999, 2000* *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste - ICRAM, Programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la regione Friuli Venezia Giulia, 1997-1999* *Ministero dell'ambiente, Relazione sullo stato dell'ambiente, 2001*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale* **Aggiornamento**: *annuale* **Periodo:** *1997-1999*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

Il termine eutrofizzazione identifica un fenomeno complesso strettamente connesso all'apporto di elevate concentrazioni di nutrienti nelle acque. L'eutrofizzazione è un fenomeno naturale, anche se la pressione antropica esercitata dall'uomo, attraverso il recapito nelle acque superficiali di sorgenti diffuse e puntiformi di inquinamento, ne può accelerare notevolmente la frequenza e l'intensità con cui si manifesta.

L'eutrofizzazione si sviluppa attraverso la crescita esponenziale di organismi fitoplantonici (algal blooms) cui non corrisponde un incremento in uguale misura degli organismi decompositori: i fenomeni di fioritura algale sono dovuti alla presenza di elevate concentrazioni di nutrienti in forma ionica prontamente assimilabile ed in particolare di azoto e fosforo che rappresentano i fattori limitanti la crescita di questi microrganismi.

Le cellule fitoplantoniche senescenti che si depositano sui fondali marini per essere decomposte determinano, in presenza di eccesso di fioritura algale, un surplus di attività a carico degli organismi decompositori.
In presenza di condizioni di stratificazione termica della colonna d'acqua, tipica dei mesi tardo primaverili ed estivi, è impedito il ricambio di ossigeno tra gli strati superficiali, dove si registrano condizioni di sovrasaturazione di ossigeno grazie all'intensa attività dei produttori primari, ed i fondali, dove per esplicare la loro funzione i decompositori consumano tutto l'ossigeno presente.

Come diretta conseguenza si instaurano, in prossimità dei fondali, condizioni di ipossia (carenza di ossigeno disciolto) ed anossia (assenza di ossigeno disciolto) che innescano reazioni chimiche di ossidoriduzione con produzione di composti ridotti come metano e acido solfidrico cui sono associati odori sgradevoli. Qualora persistano condizioni di assenza di ossigeno nei fondali, possono verificarsi anche morie di organismi bentonici, generalmente quelli sessili, e in alcuni casi anche di pesci.

Le principali fonti di azoto derivano dal dilavamento dei suoli coltivati da parte delle precipitazioni atmosferiche che veicolano, attraverso i corsi d'acqua, i nutrienti negli ambienti marini.
Le principali fonti di fosforo derivano invece dagli scarichi di acque civili ed industriali non sufficientemente trattati che vengono sversati in acque superficiali o direttamente in ambienti marini. A scala locale anche le attività di vallicoltura possono originare fenomeni di eutrofizzazione delle acque.

Nel periodo 1997-99 il Ministero dell'Ambiente in collaborazione con l'ICRAM ha avviato, lungo le coste italiane, una campagna triennale finalizzata al monitoraggio dell'eutrofizzazione prevedendo il posizionamento di un transetto di misura ogni 20 km di costa. In regione Friuli Venezia Giulia la rete di monitoraggio per il controllo dell'eutrofizzazione ha fatto riferimento a 4 degli 8 transetti individuati per il monitoraggio dello stato trofico delle acque costiere già trattato in precedenza (*Indicatore 4-2 "Qualità delle acque costiere"*).
I transetti di misura sono localizzati rispettivamente a:

- Punta Sottile (TS);
- Miramare (TS);
- Duino (TS);
- Porto Nogaro (UD).

Lungo ciascun transetto sono state collocate due stazioni di campionamento una a 300-500 m e l'altra a 3.000 m dalla linea di costa. Nelle 8 stazioni di misura individuate sono state monitorate, con frequenza quindicinale nel periodo giugno-settembre e con cadenza mensile nei restanti mesi, la temperatura dell'acqua e le concentrazioni di azoto e fosforo (nelle diverse forme ioniche presenti), di *clorofilla a*, di ossigeno disciolto e di organismi fitoplantonici. L'indagine sopra descritta è stata ripresa nel giugno 2001 sempre su iniziativa del Ministero dell'Ambiente in collaborazione con ARPA e con il Laboratorio di Biologia Marina di Trieste.

Le *Tabelle 3.4.3.4a* (analisi chimico-fisiche) e *3.4.3.4b* (analisi biologiche) riassumono le concentrazioni medie dei singoli parametri registrate negli anni dal 1997 al 1999. Tra parentesi viene riportato anche il range di variazione (concentrazione minima – concentrazione massima) relativo ad ogni singolo parametro osservato.

Gli esiti delle analisi chimiche e biologiche condotte nel triennio 1997-1999 non rilevano la presenza di particolari situazioni di stress ambientale a carico delle acque del Golfo di Trieste (dal Tagliamento a Punta Sottile).
La variabilità temporale delle concentrazioni di nutrienti è legata a:
- processi di natura chimico fisica di mineralizzazione ed adsorbimento;
- presenza di stratificazione picnoclina o miscelazione completa della colonna d'acqua;
- presenza o assenza di organismi fitoplanctonici.

Tabella 3.4.3.4a *Concentrazioni Annue dei Nutrienti Monitorati (1997-1999)*

Parametro	1997-98	1998-99	1999-2000
$N\text{-}NH_4$ (µg/l)	12.7 (0.14-80.22)	10.6 (0.14-44.38)	10.5 (0.14-62.16)
$N\text{-}NO_2$ (µg/l)	4.6 (0.14-24.64)	2.4 (0-11.9)	4.6 (0.14-21.56)
$N\text{-}NO_3$ (µg/l)	139.2 (0.7-1270.1)	155 (0.14-951.2)	87 (0.28-507.5)
$P\text{-}PO_4$ (µg/l)	6.5 (0.31-26.04)	7.4 (2.79-29.45)	4.3 (0.93-37.51)
P TOT (µg/l)	36.3 (2.79-146)	11.2 (5.58-168.68)	33.2 (6.2-73.16)
Clorofilla a (µg/l)	0.75 (0.13-2.7)	0.83 (0-2.7)	0.57 (0-2.9)
Temperatura (°C)	17.7 (7-26)	18 (5-28)	18.2 (6-26)
Ossigeno a saturazione (%)	98 (81-117)	95.7 (77-119)	95.8 (76-129)

Fonte: ICRAM - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia

L'azoto ammoniacale ($N\text{-}NH_4$), che rappresenta la forma ionica dell'azoto più prontamente utilizzabile dalle specie algali, ha fatto registrare valori di concentrazione medio-bassi nel periodo considerato.
L'azoto nitrico ($N\text{-}NO_3$) rappresenta il composto dell'azoto cui invece sono associati i più alti valori di concentrazione media annuale nei tre anni considerati; come già riportato nell'*Indicatore 4-2 "Qualità delle acque costiere"*, l'origine dell'azoto nitrico è prevalentemente continentale ed il valore di concentrazione è utilizzato come tracciante della presenza di acque dolci.

Il fosforo ortofosforico ($P\text{-}PO_4$) presenta concentrazioni molto inferiori a quelle dell'azoto, con valori mediamente più alti nei mesi di gennaio per via della mancata assimilazione da parte del fitoplancton a causa delle sfavorevoli condizioni ambientali.
Nei mesi invernali si registrano anche le massime concentrazioni di fosforo totale imputabili al completo rimescolamento della colonna d'acqua che riporta in superficie il fosforo accumulato negli strati più profondi. Lo scambio di nutrienti tra l'acqua e la biomassa è infatti un processo ciclico: gli elementi sono sottratti dall'acqua durante la fotosintesi nelle proporzioni richieste dalla crescita dei produttori primari (alghe) e gli stessi sono rilasciati in prossimità dei fondali come prodotti di decomposizione batterica e di escrezione del fitoplancton.
Per effetto del forte gradiente termico tra l'inverno e l'estate le masse d'acqua dell'Adriatico Settentrionale presentano in primavera - estate una forte stratificazione termica. In questa situazione gli apporti fluviali, caratterizzati da bassa salinità, rimangono confinati nello strato superficiale e tendono a distribuirsi orizzontalmente. Nel periodo invernale, a seguito del raffreddamento delle masse d'acqua e dell'innescarsi di movimenti convettivi legati all'azione meccanica del vento e del moto ondoso, si osserva la distruzione della stratificazione termoalina e l'omogeneizzazione delle masse d'acqua a differente densità.

La concentrazione di *clorofilla a* si attesta su valori medio bassi che non superano mai, nei tre anni di indagine, il valore di 3 µg/l; numerosi sono anche i campioni che hanno evidenziato la completa assenza di *clorofilla a* già alla profondità di 0,5 m.

L'abbondanza di organismi fitoplanctonici, le cui concentrazioni medie nel periodo considerato sono riportate in *Tabella 3.4.3.4b*, evidenzia andamenti ciclici legati ai differenti periodi di fioritura algale, generalmente associati all'aumento della temperatura dell'acqua che si registra tra marzo e giugno. Le diatomee con fioriture tardo primaverili ed autunnali rappresentano la specie più numerosa con concentrazioni massime che superano anche i 6.000.000 di cellule/l (concentrazione registrata nella campagna 1997-98).

Tabella 3.4.3.4b *Concentrazioni Medie di Organismi Fitoplantonici (Cellule/l)*

	MEDIA Totale (max – min)	**MEDIA Diatomee (max – min)**	**MEDIA Dinoflagellati (max – min)**	**MEDIA Altro (max – min)**
Anno 1997-98	704.600 (6.890.100 – 27.000)	521.000 (6.385.000 – 10.000)	16.000 (126.000 – 1.000)	169.000 (1.205.000 – 4.000)
Anno 1998-99	507.600 (4.535.000 – 23.000)	387.400 (4.431.000 – 2.000)	12.400 (94.000-0)	165.600 (1.002.000 – 1.000)
Anno 1999-00	787.500 (3.728.000 – 3.200)	686.000 (3.640.000 – 1.000)	20.000 (160.000 – 1.000)	89.500 (498.000 – 2.000)

Fonte: ICRAM - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia

Riferimenti per la Valutazione

L'eutrofizzazione rappresenta, come già rilevato, un fenomeno naturale di arricchimento di nutrienti a cui gli ecosistemi chiusi, o con tempi di ricambio delle acque molto lunghi, tendono naturalmente.
Il fenomeno è attualmente sotto controllo, almeno nelle acque del Golfo di Trieste, e ha visto nel passato fasi alterne con un incremento di intensità e frequenza delle fioriture algali nella seconda metà degli anni '80 a causa dello scarico prolungato nel tempo di acque con elevate concentrazioni di composti polifosfatici.
L'entrata in vigore di severe normative di settore, quali ad esempio la *Legge n. 136 del 26/04/1983* e la *Raccomandazione 89/542/CEE* relative alla percentuale minima di biodegradabilità dei detergenti prodotti, ha contribuito alla riduzione delle concentrazioni di polifosfati nelle acque di scarico e alla conseguente attenuazione dei fenomeni di eutrofizzazione a carico delle acque superficiali e degli ambienti marini costieri.

3.4.3.5 Scheda dell'Indicatore 4-5: Biomonitoraggio delle Acque Marine e Costiere

Codice Indicatore	*4- 5*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque marine e costiere*
Indicatore	*Biomonitoraggio delle acque marine e costiere*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare la presenza di inquinanti chimici e microbiologici nei molluschi*
Riferimenti	*D.Lgs. n. 152 del 11/05/1999 (modificato dal D.Lgs. 258/00), Testo Unico sulle Acque*
Dati necessari	*Concentrazione di metalli pesanti, idrocarburi clorurati, pesticidi e batteri di origine fecale nei mitili*
Fonte	*Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste - ICRAM, Programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la regione Friuli Venezia Giulia, 1997-1999 Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo stato dell'Ambiente, 2001*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale* **Aggiornamento**: *annuale* **Periodo**: *1997-99*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

I molluschi bivalvi ed in particolare i mitili si prestano molto bene ad essere impiegati per valutare il grado di contaminazione degli ambienti marini e costieri grazie alle abitudini alimentari di tipo filtratorio, alla sessilità e all'impossibilità di regolare le concentrazioni tissutali di metalli pesanti e PCB. L'utilizzo di tali organismi bioaccumulatori è importante per la definizione del grado di contaminazione dell'area costiera, in quanto fornisce una misura integrata nel tempo e non riferibile al solo momento in cui è stato condotto il campionamento.

Il monitoraggio dei molluschi bivalvi, previsto dal programma triennale avviato nel 1997 dal Ministero dell'Ambiente e riavviato nel giugno 2001, ha fissato lungo il litorale costiero della Regione 4 stazioni di prelievo, tutte localizzate in corrispondenza di siti destinati alla mitilicoltura:

- Punta Sottile;
- Aurisina;
- Duino;
- Baia di Panzano.

I campioni, prelevati con frequenza stagionale, sono costituiti da circa 50-100 mitili per ogni singolo campionamento; da questi ne sono scelti casualmente una decina e sulla polpa e liquido intervalvare di essi viene effettuata la ricerca di pesticidi, idrocarburi clorurati, metalli pesanti, batteri di origine fecale, fenoli e tensioattivi.

Nella *Tabella 3.4.3.5a* sono riportate le concentrazioni medie dei parametri più rappresentativi tra quelli analizzati, soprattutto per quanto riguarda la presenza di pesticidi e di composti organoclorurati. Tra parentesi viene riportato anche il range di variazione (concentrazione massima – concentrazione minima) relativo ad ogni singolo parametro osservato.

Tabella 3.4.3.5a *Concentrazioni dei Principali Inquinanti nei Molluschi*

Parametri	1997-98	1998-99	1999-2000
Hg (µg/kg sostanza secca)	607 (910 - <250)	576 (1110 – 100)	1218 (4400 – 103)
Cd (µg/kg sostanza secca)	832 (1290 - 360)	621 (1510 – 158)	218 (583 – 73)
DDE (µg/kg sostanza secca)	1.82 (5 – 0.4)	/* (11.6 - <0.1)	/* (3.1 - <0.1)
DDD (µg/kg sostanza secca)	/* (2.1 - <0.5)	/* (0.3 - <0.1)	/* (2.2 - <0.1)
DDT (µg/kg sostanza secca)	3.86 (5.8 – 1.2)	/* (4 - <0.1)	/* (3.9 - <0.1)
Somma PCB (µg/kg sostanza secca)	10.96 (19.7 – 6.1)	17.56 (40 – 3.89)	22.19 (42.6 – 3.7)
Coliformi fecali (MPN/ml omogeneizzato mitile)	/* (>59 – 0)	23.35 (48.9 – 0.06)	0.66 (5.97 – 0)
Coliformi totali (MPN/ml omogeneizzato mitile)	/* (>59 – 0)	14.44 (40 – 0)	2.95 (16.42 - 0.07)
Streptococchi fecali (MPN/ml omogeneizzato mitile)	/* (>34 – 0.9)	7.3 (40 – 0)	3.2 (31.43 – 0)

*: se la maggior parte delle determinazioni è sotto al limite di rilevabilità dello strumento è riportato il solo range di variazione del parametro analizzato

Fonte: ICRAM - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia

Le concentrazioni di PCB, pesticidi organoclorurati DDE, DDD, DDT, Cd e Hg misurate sono risultate sempre all'interno dei range di concentrazioni riferibili, secondo la letteratura scientifica di settore, ad ambienti del Mediterraneo non soggetti a fenomeni di inquinamento. Le concentrazioni di fenoli e tensioattivi anionici (MBAS) sono viceversa risultate sempre al di sotto del limite di rilevabilità dello strumento e non sono state di conseguenza elaborate. Va altresì rilevato che i dati sopra esposti si riferiscono alla "sostanza secca", cioè al mollusco dopo eliminazione della componente acquosa della parte edule che è valutabile in circa l'80-85% del peso vivo: dal punto di vista della commestibilità significa che la concentrazione di metallo e di altri composti analizzati è, nel mollusco tal quale, 5-6 volte inferiore.

Dall'analisi dei dati risulta invece evidente un omogeneo grado di contaminazione dei mitili dovuto alla presenza di coliformi fecali, coliformi totali e streptococchi di origine fecale soprattutto nei campionamenti condotti nel corso del 1997 e del 1998. I batteri del genere *Salmonella* non sono stati rinvenuti in alcun campione analizzato nel corso dei tre anni di indagine.

E' da rilevare che il campionamento condotto nel 1999 ha registrato un sensibile incremento dei livelli di mercurio (quasi il doppio di quelli medi registrati nelle campagne 1997 e 1998) e PCB, mentre i valori di cadmio e degli indici di inquinamento di origine batterica sono risultati inferiori rispetto agli anni precedenti.

Riferimenti per la Valutazione

Complessivamente dall'analisi dei dati riportati emerge una situazione sostanzialmente positiva, ad esclusione dei parametri microbiologici che comunque rimangono sempre ampiamente al di sotto dei limiti stabiliti dal *D.Lgs. 530/92* per i molluschi bivalvi destinati all'alimentazione umana.
Il Decreto stabilisce infatti che, per poter essere destinati al consumo diretto, i molluschi devono rispettare determinati requisiti igienico-sanitari e in particolare devono:

- possedere caratteristiche di freschezza, essere vivi e vitali, presentare reazione adeguata alla percussione e livelli normali di liquido intervalvare;
- contenere meno di 300 Coliformi fecali e meno di 230 Escherichia Coli per 100 grammi di polpa e di liquido intervalvare;
- essere privi di salmonella in 25 grammi di polpa;
- non contenere sostanze tossiche o nocive (elencate nella Tabella 1/C, Allegato 2 del *D.Lgs. 152/99*) di origine naturale o immesse nell'ambiente in quantità tali che l'assunzione superi la dose giornaliera ammissibile (DGA) per l'uomo o tali da alterare il gusto dei molluschi;
- contenere biotossine algali del tipo PSP in quantità non superiore a 80 µg per 100 grammi di polpa;
- non dare risposta positiva per le biotossine algali DSP.

Le concentrazioni di composti bioaccumulabili rientrano sempre all'interno dei range di variazione definiti dalla letteratura scientifica di settore per ambienti non inquinati.

Valutazione della Qualità del Dato

Il set di dati a disposizione, riferito al periodo 1997-1999, è sufficientemente aggiornato e permette la valutazione delle concentrazioni dei principali contaminanti bioaccumulabili all'interno dei tessuti dei molluschi.

3.4.3.6 Scheda dell'Indicatore 4-6: Mucillagini

Codice Indicatore	*4 – 6*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque marine e costiere*
Indicatore	*Mucillagini*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare il numero di eventi sfavorevoli verificatesi e l'estensione/densità delle aree marine e costiere soggette a fenomeni di mucillagine*
Riferimenti	-
Dati necessari	*Numero di eventi sfavorevoli e relativa estensione/densità*
Fonte	*Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste - ICRAM, Programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la regione Friuli Venezia Giulia, 1997-1999* *ARPA Friuli Venezia Giulia* *Progetto INTERREG II* *Progetto MAT* *Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo stato dell'ambiente, 2001*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale* **Aggiornamento**: *annuale* **Periodo:** *1997-2001*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

La formazione delle mucillagini nell'area dell'Alto Adriatico non è un fenomeno di origine recente; le più antiche testimonianze scritte sulla presenza di aggregati gelatinosi in quest'area risalgono infatti al 1729 mentre tra la fine del 1800 e i primi anni del ventesimo secolo il fenomeno viene nuovamente segnalato in numerosi articoli.

La formazione di aggregati mucillaginosi non riguarda inoltre in modo esclusivo il litorale dell'Alto Adriatico in quanto è stata osservata anche nel Mare del Nord e lungo i litorali Tirrenici con dimensioni degli aggregati anche superiori ai 50 cm. Le proporzioni del fenomeno nell'Alto Adriatico sono comunque tali da determinare notevole disagio agli ecosistemi marini e costieri a causa della limitata profondità, della circolazione delle masse d'acqua e del tempo di ricambio delle acque che lo caratterizzano.

Lo sviluppo degli aggregati mucillaginosi crea non pochi problemi all'attività economica della pesca poiché determina impedimenti meccanici nell'utilizzo delle reti, con conseguenti perdite all'economia di questo settore.
Naturalmente anche il settore del turismo risente in maniera molto incisiva del manifestarsi di episodi di "mare sporco", anche in considerazione del forte richiamo esercitato dalle località balneari del litorale del Friuli Venezia Giulia.

Le mucillagini sono costituite da grandi aggregati di sostanza organica, soprattutto zuccheri, prodotti per essudazione dalle microalghe e dai batteri: non sono composte da alghe né da alcun altro tipo di organismo vivente.
Gli essudati rappresentano una parte del ciclo del carbonio in acqua di mare dove, generalmente, si trovano in forma disciolta.

La formazione degli aggregati mucillaginosi è un fenomeno del tutto naturale e la presenza di elevate densità di popolazioni fitoplantoniche non costituisce

di per sè una condizione necessaria ad innescare il processo di aggregazione degli essudati.
Molteplici sono i fattori ambientali che possono determinare uno stress a carico di alcune specie di alghe o batteri e provocare, come risposta biologica, la secrezione di polisaccaridi extracellulari o la più lenta degradazione della sostanza organica disciolta.

Negli anni 1997-2001 sono stati monitorati, dall'ARPA e dal Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, nell'ambito di due diversi progetti (Progetto INTERREG II e Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia) gli eventi sfavorevoli che sono stati rappresentati in termini di estensione del fenomeno nelle acque marine e di densità degli aggregati mucillaginosi: i risultati delle attività di monitoraggio sono riassunti nella *Tabella 3.4.3.6a*.

Tabella 3.4.3.6a *Sviluppo di Mucillagini*

Anno di riferimento	Periodo eventi	Estensione/Densità
Anno 1997-98	Luglio e Dicembre	Golfo di Trieste: dimensioni variabili da 2 cm a oltre 1 m All'interno della Baia di Muggia estensione di circa 20X70 m.
Anno 1998-99	Aprile – Settembre	3.000 m al largo di P.ta Sottile, nella zona costiera in prossimità della Riserva marina di Miramare, nell'area NW della Baia di Panzano: densità che variano da 10.000 a 20.000 fiocchi/m^2 all'aumentare della profondità.
Anno 1999-2000	Maggio-Settembre	3.000 m al largo di P.ta Sottile, nel centro del Golfo e davanti a Trieste: densità prossime a 2.500 fiocchi/m^2 in superficie e densità anche di 15.000-17.500 fiocchi/m^2 a profondità maggiori.
Anno 2001	Aprile – Settembre	Non è stato rilevato alcun fenomeno

Fonte: ICRAM - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Programma di Monitoraggio per il Controllo Qualitativo delle Acque Marine Costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, Progetto INTERREG II

Attualmente è in fase di studio la complessa dinamica che scatena a livello biologico questo fenomeno e sembra sempre più evidente il ruolo determinante che i forzanti meteoclimatici e la circolazione delle masse d'acqua hanno sull'accumulo degli aggregati: sono inoltre al vaglio differenti ipotesi scientifiche che associano il fenomeno a diverse origini.
Nel corso del 1999 è stato avviato il progetto MAT ("Processi di formazione delle mucillagini nel Mare Adriatico e nel Tirreno"), finanziato dal Ministero dell'Ambiente, al fine di monitorare i processi di formazione delle mucillagini nel Mare Adriatico e nel Mar Tirreno. Particolare attenzione è riservata, all'interno di questo progetto, al ciclo del carbonio e ad eventuali squilibri nei processi di produzione primaria e di trasformazione/degradazione.

Riferimenti per la Valutazione

Analogamente a quanto verificatosi sulle coste dell'alto litorale Adriatico, la formazione di aggregati mucillaginosi è stata segnalata nel passato anche nel Mar Tirreno. Nell'area dell'arcipelago toscano e nelle zone limitrofe, il fenomeno è divenuto ormai caratteristica costante del paesaggio sommerso. In altri siti invece, quali l'isola d'Ischia e l'area settentrionale della costa sicula, i monitoraggi hanno dato esito negativo non indicando la presenza di aggregati mucillaginosi.
Altre segnalazioni riguardano anche il mar Egeo dove però gli episodi di affioramento negli strati superficiali sono stati decisamente più limitati.

Valutazione della Qualità del Dato

I dati a disposizione, riferiti al periodo 1997-2001, risultano sufficientemente aggiornati.
Le rilevazioni relative al 1997 analizzano però l'estensione del fenomeno come superficie di acqua interessata da formazione di aggregati mentre per gli anni 1998 e 2001 gli eventi sfavorevoli sono stati rappresentati in termini di densità (fiocchi/m^2) degli aggregati mucillaginosi.

3.4.3.7 Scheda dell'Indicatore 4-7: Qualità Chimico - Fisica delle Acque di Transizione

Codice Indicatore	*4 – 7*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque di transizione*
Indicatore	*Qualità chimico - fisica delle acque di transizione*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare lo stato di qualità delle acque di transizione ed, in particolare, di quelle delle lagune di Grado e Marano*
Riferimenti	*D.Lgs. n. 152 del 11/05/1999 (modificato dal D.Lgs. 258/00), Testo Unico sulle Acque* *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Piano Generale per il Risanamento delle Acque (PGRA), 1981* *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Progetto del Piano di Risanamento del bacino idrografico della laguna di Marano e Grado, 1983*
Dati necessari	*Andamento delle concentrazioni dei parametri chimici e microbiologici*
Fonte	*ARPA Friuli Venezia Giulia - Dipartimenti Provinciali di Udine e Gorizia, Stato di qualità dei corpi idrici recipienti rappresentati da acque superficiali e profonde, dei trattamenti depurativi di pubbliche fognature, 1997-1999* *Dati ex PMP - ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente* *USL 8 Bassa Friulana, La qualità delle acque nella laguna di Marano, 1991*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale, provinciale* **Aggiornamento**: *annuale* **Periodo:** *1997-2001*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

La rete di monitoraggio degli ambienti di transizione o lagunari, predisposta sulla base dei contenuti del PGRA, è attualmente costituita da 15 stazioni di campionamento di cui 8 sono situate in provincia di Gorizia e 7 in provincia di Udine.
Nelle stazioni localizzate in provincia di Gorizia i campionamenti sono eseguiti con cadenza stagionale mentre le stazioni della laguna di Marano, ricadenti sotto l'amministrazione di Udine, nel periodo marzo (aprile) - novembre (dicembre) sono campionate con frequenza mensile.
I parametri ricercati nel corso dei monitoraggi sono di tipo chimico-fisico e chimico: includono la determinazione di temperatura, pH, materiali in sospensione e sedimentabili, ossigeno disciolto, conducibilità, BOD_5, Cr, Hg, Pb, Cu, Zn, Cl, SO_3, SO_4, P-PO_4, fosforo totale, N-NH_4, N-NO_3 e N-NO_2.

Gli esiti delle campagne di campionamento condotte negli ultimi cinque anni nella laguna di Marano e in quella di Grado sono stati valutati separatamente. Nelle *Tabelle 3.4.3.7a* e *3.4.3.7b* sono riportati i valori medi di concentrazione dei principali parametri. Tra parentesi viene inoltre riportato per ciascun parametro il range di variazione (concentrazione minima – concentrazione massima).

Dall'analisi delle concentrazioni medie e degli intervalli di variabilità dei parametri riportati nelle *Tabelle 3.4.3.7a e 3.4.3.7b*, non si evidenziano condizioni diffuse di inquinamento delle acque lagunari imputabili alla presenza di composti inorganici, quali azoto e fosforo, o di sostanze organiche biodegradabili.

Tabella 3.4.3.7a *Qualità delle Acque di Transizione della Laguna di Marano (UD)*

Parametro	Anno 1997	Anno 1998	Anno 1999	Anno 2000	Anno 2001
Ossigeno disciolto (mg/l)	9.1 (6.4-20)	8.7 (6.8-11.9)	9.7 (7.2-21)	9.0 (5.9-13.3)	8.5 (4.1-12.4)
Fosforo ortofosforico $P\text{-}PO_4$ (mg/l)	0.023 (0.003-0.09)	0.3 (<0.001-0.11)	0.03 (<0.001-0.08)	0.07 (0.03-0..25)	0.025 (<0.015-0.31)
Azoto ammoniacale $N\text{-}NH_4$ (mg/l)	0.055 (0-0.22)	0.11 (0-0.78)	0.12 (0-0.54)	0.14 (<0.02-0.31)	0.12 (<0.02-1.5)
Azoto nitroso $N\text{-}NO_2$ (mg/l)	0.027 (0.002-0.06)	0.093 (0-0.185)	0.072 (0.005-0.33)	0.018 (0.006-0.04)	0.029 (0.006-0.12)
Azoto nitrico $N\text{-}NO_3$ (mg/l)	0.81 (0.2-2.5)	0.63 (0-3.6)	0.46 (0-2)	0.63 (0.05-1.8)	0.9 (0.05-3.8)
BOD_5 (mg/l)	1.28 (0.1-4)	1.24 (0.3-3.4)	1.9 (0.08-10.5)	1.4 (0.1-11.3)	1.6 (0.2-4.5)
Coliformi Totali (MPN/100ml)	771 (0-3000)	872 (2-5000)	1247 (0-9500)	1070 (2-10000)	350 (2-6000)
Coliformi fecali (MPN/100ml)	124 (0-2000)	113 (0-1000)	281 (0-3000)	260 (0-3500)	63 (2-500)
Streptococchi fecali (MPN/100ml)	25 (0-400)	19 (0-122)	48 (0-530)	40 (0-480)	27 (1-160)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Tabella 3.4.3.7b *Qualità delle Acque di Transizione della Laguna di Grado (GO)*

Parametro	Anno 1997	Anno 1998	Anno 1999	Anno 2000	Anno 2001
Ossigeno disciolto (mg/l)	7.7 (6.2-9.6)	7.8 (4.8-10.9)	8.5 (6.4-10.1)	8.9 (6.8-11.6)	9.4 (7.0-10.3)
Fosforo ortofosforico P-PO_4 (mg/l)	0.004 (0-0.01)	0.004 (0-0.23)	0.001 (0.0003-0.006)	0.005 (<0.001-0.056)	0.003 (<0.001-0.006)
Fosforo totale Ptot (mg/l)	0.01 (0.01-0.02)	0.01 (0.01-0.03)	0.002 (0.0003-0.006)		
Azoto ammoniacale N-NH_4 (mg/l)	0.20 (0.10-0.33)	0.20 (0.02-0.40)	0.16 (0.09-0.38)	0.15 (<0.025-0.32)	0.03 (<0.025-0.059)
Azoto nitroso N-NO_2 (mg/l)	0.02 (0.01-0.05)	0.01 (0.01-0.05)	0.01 (0.01-0.02)	0.008 (0.001-0.04)	0.01 (0.001-0.046)
Azoto nitrico N-NO_3 (mg/l)	0.92 (0.2-2.20)	0.53 (0.12-2.44)	0.73 (0.27-1.69)	0.65 (0.12-2)	0.24 (0.08-0.61)
BOD_5 (mg/l)	2.4 (0.2-7.9)	1.0 (0.2-1.7)	1.4 (0.6-2.5)	1.4 (0.3-2.2)	1.7 (0.5-5)
Coliformi Totali (MPN/100ml)	875 (0-9180)	527 (0-6090)	473 (2-7500)	/	/
Coliformi fecali (MPN/100ml)	466 (0-5420)	535 (0-9180)	93 (0-1300)	150 (0-3200)	41 (0-440)
Streptococchi fecali (MPN/100ml)	25 (0-400)	247 (0-4600)	41 (0-350)	165 (0-4800)	12 (0-70)

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

E' comunque da sottolineare la presenza di una leggera contaminazione delle acque da parte di batteri di origine fecale. A tal riguardo si vuole rilevare come le concentrazioni più elevate di microrganismi si registrano nei periodi estivi, a causa dell'aumentato carico antropico che grava sulle coste, e nei mesi invernali, a causa della minore azione battericida esercitata dalla componente UV dei raggi solari.

Nella sola laguna di Marano, in considerazione degli apporti di origine industriale, sono state inoltre effettuate determinazioni di metalli pesanti nelle acque. Gli esiti delle analisi condotte nel triennio 1997-1999, riportati nella *Tabella 3.4.3.7c* (dove vengono indicati i valori minimi e massimi misurati), portano ad escludere la presenza di fenomeni di contaminazione delle acque.

Tabella 3.4.3.7c *Laguna di Marano: Concentrazioni di Metalli Pesanti (mg/l)*

Parametro	Anno 1997	Anno 1998	Anno 1999
Cu	<0.001–0.08	<0.001	<0.001–0.07
Pb	<0.001	<0.001	<0.001–0.05
Zn	<0.010–0.09	<0.010	<0.010–0.09
Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cr	<0.001	<0.001	<0.001-0.08

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Per completare la caratterizzazione delle acque di transizione è stata infine effettuata una valutazione relativa al grado di eutrofizzazione delle acque delle lagune di Grado (anni 1997-2001) e di Marano (anni 2000-01) attraverso l'analisi delle concentrazioni medie di fosforo totale registrate nelle stazioni di misura.
La scala di valutazione del grado di eutrofizzazione delle acque e gli esiti dei campioni analizzati sono riportati nelle *Tabelle 3.4.3.7d*, *3.4.3.7e* e *3.4.3.7f*.

Tabella 3.4.3.7d *Scala di Valutazione del Grado di Eutrofizzazione*

Grado di eutrofizzazione	
P tot ≤ 10 µg/l	Acque poco produttive per le quali si può supporre una situazione di oligotrofia
10 < P tot ≤20 µg/l	Acque mediamente produttive per le quali si può supporre una situazione di mesotrofia
20 < P tot ≤40 µg/l	Acque mediamente produttive, con possibilità di insorgenza di intense fioriture algali, definibili come eutrofiche
P tot > 40 µg/l	Acque estremamente produttive, frequentemente sede di fioriture algali e di deficit di ossigeno presso il fondo, spinto talora fino all'anossia: queste acque si possono definire ipertrofiche

Fonte: USL 8 Bassa Friulana, La qualità delle acque nella laguna di Marano, 1991 (criterio di classificazione delle acque costiere dell'Alto Adriatico proposto da Chiaudani, Vighi e Marchetti)

Tabella 3.4.3.7e *Grado di Eutrofizzazione delle Acque di Transizione: Laguna di Grado*

Anno	n. di stazioni analizzate	n. stazioni oligotrofiche P tot ≤ 10 µg/l	n. stazioni mesotrofiche 10 < P tot ≤20 µg/l	n. stazioni eutrofiche 20 < P tot ≤40 µg/l	n. stazioni ipertrofiche P tot > 40 µg/l
1997	7	-	7	-	-
1998	7	6	1	-	-
1999	7	7	-	-	-
2000	8	7	1	-	-
2001	8	3	2	2	1

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Tabella 3.4.3.7f *Grado di Eutrofizzazione delle Acque di Transizione: Laguna di Marano*

Anno	n. di stazioni analizzate	n. stazioni oligotrofiche P tot ≤ 10 µg/l	n. stazioni mesotrofiche 10 < P tot ≤20 µg/l	n. stazioni eutrofiche 20 < P tot ≤40 µg/l	n. stazioni ipertrofiche P tot > 40 µg/l
2000	7	-	3	3	1
2001	7	2	1	2	2

Fonte: ns. elaborazione su dati ex PMP-ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Il Progetto del Piano di Risanamento del Bacino Idrografico della Laguna di Marano e Grado, pubblicato nel 1983, sottolineava come la situazione generale di questi ambienti fosse alquanto precaria e come la concentrazione di nutrienti avesse raggiunto livelli preoccupanti.
Il divieto imposto dal PGRA allo scarico di reflui di origine civile o industriale, ancorché depurati, nell'area lagunare ha portato alla realizzazione di numerosi interventi volti al risanamento ed alla salvaguardia dell'ambiente lagunare.
Sulla base di quanto definito e delle informazioni contenute in *Tabella 3.4.3.7e* si rileva come allo stato attuale le acque della fascia orientale della laguna di Grado non siano soggette a fenomeni spinti di eutrofizzazione.
Si sottolinea inoltre il costante miglioramento delle concentrazioni di fosforo totale tra il 1997, anno in cui tutti i campioni risultavano mesotrofici, e il 2000, quando tutte le stazioni presentano concentrazioni di fosforo totale molto basse, caratteristiche di ambienti oligotrofici. Solamente nel 2001 si evidenziano anche alcune situazioni di eutrofia e di ipertrofia: le indagini dei prossimi anni potranno e dovranno indicare se si è trattato di una situazione anomala e casuale o se al contrario c'è evidenzia di un mutamento di condizioni.
Leggermente diversa la situazione per la Laguna di Marano dove in entrambi gli anni considerati si verificano condizioni di eutrofia ed ipertrofia. In questo caso va considerato il fatto che questa parte del sistema lagunare regionale è maggiormente interessata da apporti dall'entroterra, attraverso le foci di fiumi e canali. Anche in questo caso i monitoraggi previsti negli anni a seguire dovranno valutare attentamente l'evoluzione del fenomeno.

Riferimenti per la Valutazione

A titolo provvisorio, il *D.Lgs. 152/99* indica un criterio di classificazione delle acque lagunari e costiere basato sulla valutazione della frequenza e dell'estensione dei fenomeni di anossia che interessano le acque di fondo del corpo idrico nel corso di un anno, secondo quanto riportato nella *Tabella 3.4.3.7g*.

Tabella 3.4.3.7g *Stato Ambientale delle Acque Lagunari e degli Stagni Costieri*

	STATO BUONO	STATO SUFFICIENTE	STATO SCADENTE
Numero giorni di anossia/anno che coinvolgono oltre il 30% della superficie del corpo idrico	≤1	≤10	>10
Fonte: *D.Lgs. 152/99*			

Il risultato della valutazione degli eventi di anossia deve essere integrato con analisi effettuate sui sedimenti e sul biota, da eseguire secondo le indicazioni fornite relativamente ai criteri di monitoraggio degli ambienti marini e costieri.
L'esito positivo dei saggi biologici sui sedimenti o l'indicazione di un incremento delle concentrazioni di inquinanti nei sedimenti o dell'accumulo negli organismi pregiudica l'attribuzione dello stato sufficiente e classifica il corpo idrico nello stato scadente.

Il Decreto riconosce però che allo stato attuale non si dispone di conoscenze sufficienti per poter definire compiutamente lo Stato Ecologico dei corpi idrici rientranti tra le acque di transizione. Vengono comunque indicate le seguenti informazioni ritenute necessarie per poter giungere in futuro ad un giudizio sulla qualità dei diversi ecosistemi:

- area del bacino scolante e sue caratteristiche;
- portata dei principali corsi d'acqua afferenti;
- stima dei carichi di nutrienti afferenti (azoto e fosforo);
- cartografia con isobate dell'area indagata;
- caratteristiche morfologiche delle bocche delle aree lagunari;
- presenza di dighe, barriere, canali lagunari ecc.;
- individuazione delle aree a minore ricambio.

Tali informazioni vanno aggiornate, in assenza di interventi che possano modificare le caratteristiche idromorfologiche delle aree, con cadenza quinquennale.

Valutazione della Qualità del Dato

I dati a disposizione, relativi alle campagne di monitoraggio degli ultimi 5 anni, forniscono complessivamente un quadro aggiornato sulle aree lagunari di Grado e di Marano.
Nell'area della Laguna di Grado, campionata dal Dipartimento Provinciale di Udine, oltre ai parametri base vengono rilevate le concentrazioni di metalli

pesanti disciolti in acqua; per quanto riguarda il parametro fosforo totale, la cui valutazione permette di fornire una prima valutazione sul grado di eutrofizzazione delle acque, per la Laguna di Grado sono disponibili dati per l'intero quinquennio considerato mentre per quella di Marano i dati sono limitati al 2000-2001.
La frequenza ed il numero di campioni prelevati varia tra la laguna di Grado, dove si effettuano 4 campagne di misura all'anno, e la laguna di Marano, dove i prelievi effettuati in un anno sono 8.

3.4.3.8 Scheda dell'Indicatore 4-8: Livelli di Mercurio nelle Acque di Transizione

Codice Indicatore	*4 – 8*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Qualità delle acque di transizione*
Indicatore	*Livelli di mercurio nelle acque di transizione*
Tipo	*Stato*
Obiettivo	*Valutare il grado di contaminazione dei sedimenti e delle popolazioni di molluschi della laguna di Grado e Marano da metalli pesanti, con particolare riferimento al mercurio*
Riferimenti	-
Dati necessari	*Concentrazione di metalli pesanti in sedimenti e molluschi*
Fonte	*A.Brambati, Metalli pesanti nelle lagune di Grado e Marano,1996* *USL Bassa Friulana, Il mercurio nelle lagune di Grado e Marano, 1993* *USL Bassa Friulana, La qualità delle acque della laguna di Marano, 1991*
Disponibilità	**Ambito Spaziale**: *regionale* **Aggiornamento**: *annuale* **Periodo:** *1992-1994, 2000-2001*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

I sedimenti marini e acquatici in genere rappresentano una tappa fondamentale del ciclo biogeochimico dei metalli. La mobilizzazione di metalli tossici, quale il mercurio, dal sedimento a seguito della modificazione dei parametri chimico fisici e biologici che caratterizzano l'ecosistema sommerso possono determinare l'insorgenza di gravi rischi di contaminazione degli organismi acquatici e dell'uomo.

Le ricerche mirate alla definizione delle concentrazioni di metalli pesanti hanno evidenziato come, nelle lagune di Grado e Marano, non vi sia in atto allo stato attuale alcun importante fenomeno di contaminazione, con l'eccezione del mercurio.
La presenza del mercurio negli ambienti lagunari è associabile a due differenti fonti di contaminazione, una naturale e l'altra antropica. La contaminazione naturale è legata alla presenza del metallo dell'area mercurifera di Idria localizzata in territorio sloveno. L'omonimo fiume, affluente dell'Isonzo, veicola i detriti del dilavamento di terreni arricchiti in cinabro; attraverso la foce dell'Isonzo i detriti giungono nell'alto litorale Adriatico, pochi chilometri ad est di Grado.
L'altra fonte di contaminazione degli ambienti lagunari è associata all'impianto di clorosoda di Torviscosa che, dal 1949 al 1984, ha recapitato nel fiume Aussa, e da qui nell'area lagunare, acque di scarico contenenti mercurio.

La matrice ambientale che gioca un ruolo chiave nella trasformazione e diffusione del mercurio è costituita dalla frazione più fine dei sedimenti, composta prevalentemente da argilla.
Le campagne condotte per definire il grado di contaminazione da mercurio dei sedimenti hanno rilevato concentrazioni decrescenti procedendo dalla foce dell'Isonzo verso ovest. Le variazioni di concentrazioni registrate, pari a due ordini di grandezza, permettono di escludere il sistema idrico del fiume Tagliamento quale possibile fonte di contaminazione.

Per la completa caratterizzazione della matrice sedimento oltre a campioni superficiali sono stati eseguiti dei prelievi con carotatore che hanno permesso di valutare le variazioni di concentrazione del mercurio lungo lo spessore del sedimento marino e di definire approssimativamente l'epoca in cui tale contaminazione ha avuto inizio. Le analisi condotte, che non hanno evidenziato sensibili variazioni di concentrazione del mercurio lungo tutta la carota di sedimento, confermano l'ipotesi secondo la quale la contaminazione nell'area gradese è di origine naturale.

La matrice biota è stata invece caratterizzata attraverso il campionamento di alcuni esemplari di molluschi marini.
La ricerca del metallo all'interno dei tessuti del mollusco è giustificata dal fatto che il mercurio presenta proprietà di bioaccumulo e pertanto quando si ritrova in un comparto ambientale ha la capacità di concentrarsi ulteriormente attraverso il passaggio ai differenti anelli della catena trofica.

L'analisi dei molluschi ha interessato principalmente il *Mytilus Galloprovincialis* definito "campionatore biologico" grazie alle caratteristiche trofiche filtratorie e alla sessilità che lo contraddistinguono. Questo organismo è in grado di concentrare al suo interno il metallo presente in acqua e nei sedimenti che successivamente si ridistribuisce nei tessuti dei suoi predatori, fino ai livelli più alti della catena trofica.
Le analisi condotte, a differenza di quanto rilevato per i sedimenti, non evidenziano nette variazioni di concentrazione spostandosi con i campionamenti dalla foce dell'Isonzo verso ovest. Questo comportamento è attribuibile ai complessi meccanismi di solubilizzazione e trasferimento della biomassa. Si è evidenziata inoltre una concentrazione limite di accumulo pari a 300-350 ppb di mercurio che non è mai stata superata, indipendentemente dalla taglia del mollusco.
Le concentrazioni medie di mercurio registrate sono notevolmente più elevate di quelle rilevate in aree limitrofe non contaminate, come la costiera triestina (43 ppb) e la laguna di Venezia (98 ppb).

Ulteriori analisi condotte al fine di valutare il grado di contaminazione da mercurio di altre specie di molluschi filtratori che popolano le acque lagunari hanno rilevato concentrazioni confrontabili con quelle registrate in *Mytilus Galloprovincialis*. Nella *Tabella 3.4.3.8a* sono riportati valori di concentrazione di mercurio rilevati dai Dipartimenti Provinciali ARPA nel corso dei monitoraggi previsti dalla normativa negli anni 2000 e 2001.

Tabella 3.4.3.8a *Concentrazione (ppb) del Mercurio in Molluschi Eduli Lamellibranchi*

Matrice	Concentrazione media	Concentrazione massima	Concentrazione minima
Mytilus sp. (Laguna di Marano)	70	110	<30
Mytilus sp (Laguna di Grado)	200	350	100
Chamelea sp. (Laguna di Marano)	70	150	50
Tapes P (Laguna di Marano)	100	170	70
Tapes P (Laguna di Grado)	360	490	230

Fonte: ARPA FVG, Convenzione Direzione Regionale Ambiente

Per una caratterizzazione più completa è stato valutato anche il grado di contaminazione da mercurio di alcune specie di pesci. L'analisi si è concentrata su *Atherine boyeri*, il latterino, un pesce eurialino tipico degli ambienti di foce che presenta una dieta variabile al mutare dell'ambiente in cui si trova e può quindi nutrirsi indistintamente di plancton o di organismi bentonici, tra cui anche piccoli molluschi.
In *Tabella 3.4.3.8b* sono riassunte le concentrazioni medie, massime e minime di mercurio registrate in sedimenti, molluschi e pesci delle lagune di Grado e Marano in uno studio condotto nel 1996.

Tabella 3.4.3.8b *Bioconcentrazione del Mercurio (ppb) lungo la Catena Trofica*

Matrice	Concentrazione media	Concentrazione massima	Concentrazione minima
Sedimenti (bennate e carote campioni totali, anni 1989 e 1992, n. 130)	5750	18850 (lungo il tratto terminale dell'Isonzo)	200 (alla foce del Tagliamento)
Mytilus galloprovincialis (campioni analizzati anno 1992, n. 178)	224	360	30
Atherina boyeri (campioni analizzati, anni 1992 e 1994)	Classe 6 432 Classe8 488 Classe 10 803	Classe 6 1450 Classe8 1510 Classe 10 1100	Classe 6 80 Classe8 70 Classe 10 550
Fonte: A. Brambati, Metalli pesanti nelle lagune di Grado e Marano, 1996			

E' evidente il processo di biomagnificazione del mercurio, sotto forma di metilmercurio notevolmente più tossico, lungo la catena trofica dall'acqua, ai sedimenti, ai molluschi ed ai pesci.
Nei predatori dei latterini, che nel caso in questione possono essere altri pesci di taglia maggiore, gli uccelli o l'uomo, il mercurio prosegue la sua azione di bioconcentrazione. Gli esiti di tale processo esulano però da ciò che il presente indicatore vuole rappresentare.
Nel corso degli anni 2000 e 2001 sono stati prelevati, in laguna di Grado, campioni di sedimento da parte del Dipartimento Provinciale di Gorizia per determinarne il contenuto di Mercurio; nella *Tabella 3.4.3.8c* sono riassunti i risultati.

Tabella 3.4.3.8c *Concentrazione del Mercurio (ppb) in Sedimenti della Laguna di Grado*

Matrice	Concentrazione media	Concentrazione massima	Concentrazione minima
Sedimenti	7000	16700 (zona orientale)	1100 (zona nord occidentale)
Fonte: ARPA Friuli Venezia Giulia			

Riferimenti per la Valutazione

E' noto da tempo che i sedimenti delle lagune di Grado e Marano e la zona interessata dagli apporti terrigeni dell'Isonzo sono contaminati da mercurio.

Del resto questi fenomeni si registrano anche in altre aree localizzate sia in Italia sia al di fuori del nostro paese come riportato in *Tabella 3.4.3.8d*.

Tabella 3.4.3.8d *Contenuto di Mercurio nei Sedimenti Marini*

Area	Range concentrazioni Hg (ppb)
Adriatico settentrionale	100-16000
Adriatico centro meridionale	20-130
Laguna di Venezia	450-27400
Foce Ombrone (Tirreno)	300-4000
Haifa Bay (Israele)	40-780
Estuario Reno-Mosa (Olanda)	5000-25000
Minamata Bay (Giappone)	8000-908000
Fonte: A.Brambati, Metalli pesanti nelle lagune di Grado e Marano, 1996	

Dai range di concentrazioni di mercurio riportate in Tabella, relativi ad ambienti marini e lagunari, risulta evidente un certo grado di contaminazione dei sedimenti del bacino settentrionale del mare Adriatico. Questa contaminazione è da associarsi all'effetto combinato di processi di origine naturale ed antropica.
Il caso più eclatante di contaminazione da mercurio di sedimenti, popolazioni ittiche e dell'uomo è quello che si è verificato nella Baia di Minamata, in Giappone, a seguito dello sversamento tra il 1953 e il 1960 di acque di scarico arricchite in mercurio. Sono stati accertati 111 casi di contaminazione da mercurio, 43 morti e 19 bambini nati con difetti congeniti a seguito dell'assunzione di pesce contaminato da mercurio da parte delle loro madri.

Valutazione della Qualità del Dato

L'indicatore riporta le conclusioni dei numerosi studi condotti dall'USL n. 8 Bassa Friulana e dal prof. A. Brambati nel corso degli anni '90 al fine di valutare il grado di contaminazione delle lagune di Grado e Marano nonché dati rilevati dai Dipartimenti Provinciali ARPA nel corso del 2000 e 2001 nel corso dell'attività istituzionale di monitoraggio.

3.4.3.9 Scheda dell'Indicatore 4-9: Aree Marine e Costiere Protette

Codice Indicatore	*4 – 9*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Aree sensibili*
Indicatore	*Aree marine e costiere protette*
Tipo	*Risposta*
Obiettivo	*Valutare l'estensione delle aree marine e costiere soggette a protezione*
Riferimenti	*Legge 979/82, Disposizioni in difesa del mare* *DL 12/11/86* *LR 42/96, Gestione aree protette* *Delibera Giunta Regionale n. 435 del 25/2/2000, Elenco dei SIC e ZPS proposti* *DPR 357/97, Attuazione della Direttiva 94/43/CEE (Direttiva Habitat)* *Direttiva 79/409/CEE, Direttiva Uccelli* *Direttiva 92/43/CEE Relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna* *Convenzione di Ramsar del 2/2/1971 relativa alle zone umide di importanza internazionale* *DPR n. 448 del 13 marzo 1976, Esecuzione della Convenzione di Ramsar*
Dati necessari	*Estensione delle aree marine e costiere protette*
Fonte	*Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, DOCUP Obiettivo 2, 2000-2006* *Valutazione ex-ante ambientale, 2000* *Sito internet Regione Friuli Venezia Giulia* *Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Azienda Regionale Parchi e Foreste*
Disponibilità	*Ambito Spaziale: regionale* *Aggiornamento: annuale* *Periodo: 2001*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

La gestione delle aree protette e delle risorse naturali in Regione è disciplinata dalla *LR 42/1996*, alla quale negli anni successivi si sono aggiunti alcuni provvedimenti comunitari che hanno individuato altri siti ritenuti rilevanti dal punto di vista ecologico e da assoggettare quindi a tutela ambientale.

Lungo le coste dalla Regione sono localizzate 8 aree sensibili (riportate nella *Tabella 3.4.3.9a*) all'interno delle quali vengono intraprese azioni mirate alla conservazione, statica o dinamica, dell'ambiente ed alla tutela della biodiversità che le caratterizza.

Tabella 3.4.3.9a *Aree Costiere Soggette a Protezione in Friuli Venezia Giulia*

AREA SENSIBILE	Estensione	Tipologia	Provincia
Riserva Marina di Miramare	127 ha	Area marina protetta in gestione al WWF Italia	TS
Valle Cavanata e Banco Mula di Muggia	856 ha	ZPS e SIC gestita dall'Azienda Parchi e Foreste	GO
Laguna di Grado e Marano	16.290 ha	ZPS e SIC	UD e GO
Foce dell'Isonzo – Isola della Cona	2.653 ha	ZPS e SIC	GO
Pineta di Lignano	117 ha	Sito proponibile come SIC	UD
Foce del Timavo	179 ha	Sito proponibile come SIC	GO e TS
Cavana di Monfalcone	131 ha	Sito proponibile come SIC	GO
Falesie di Duino	123 ha	Sito proponibile come SIC	TS
Totale superficie aree protette	**20.476 ha**		

Fonte: banca dati Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Agenzia Regionale Parchi e Foreste

La Riserva Marina integrale di Miramare è nata nel 1973 su base privata con il nome di Parco Marino di Miramare. Successivamente con decreto congiunto del Ministero dell'Ambiente e della Marina Mercantile (*DM 12/11/86*) è stata istituita la Riserva Naturale Marina di Miramare già prevista dalla *Legge 979/82*: la gestione della Riserva è stata affidata al WWF.
La Riserva presenta un'estensione di 127 ettari sviluppati tutti in ambiente marino e sottoposti interamente a protezione integrale. All'interno della Riserva sono vietate l'asportazione ed il danneggiamento di formazioni rocciose, minerali, flora e fauna emersa e sommersa (ad eccezione di campionamenti a scopo scientifico), la navigazione, l'accesso, la sosta di navi e natanti di qualsivoglia genere, la pesca, la caccia, l'alterazione dell'ambiente e delle caratteristiche biochimiche dell'acqua e qualsiasi attività il cui fine sia diverso dalla tutela e dalla conservazione.

La Laguna di Grado e Marano, le aree della Valle Cavanata Banco della Mula di Muggia e della Foce dell'Isonzo Isola della Cona, classificate dall'Amministrazione Regionale quali aree proponibili come Sito di Interesse Comunitario (SIC) ai sensi della *Direttiva 92/43/CEE* e del *DPR 357/97*, sono già state designate come Zone di Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della *Direttiva 79/409/CEE*.

Il sito delle lagune di Grado e Marano racchiude, all'interno degli oltre 16.000 ettari di estensione, un'ampia zona umida salmastra di grande pregio ambientale in quanto territorio di posa, nidificazione e riproduzione di numerose specie di uccelli e di anfibi. Nella laguna fanno frequente, seppure irregolare, comparsa per motivi trofici anche alcune specie di cetacei e la tartaruga marina.

Il sito di valle Cavanata - Banco della Mula di Muggia si presenta di dimensioni più ridotte e racchiude al suo interno una ex valle da pesca comunicante con il mare attraverso un sistema di chiuse regolabili. Quest'area presenta habitat particolarmente adatti alla posa e alla nidificazione di uccelli: nel sito sono state censite ben 224 specie tra cui il cigno reale (*Cygnus olor*), l'oca selvatica (*Anser anser*), il cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*), il falco di palude (*Circus aeruginosus*) e, tra quelle svernanti, l'alzavola (*Anas crecca*), il mestolone (*Anas clipeata*), la folaga (*Fulica atra*), il piovanello pancianera (*Calidris alpina*) e l'airone bianco maggiore (*Casmerodius albus*). Sul Banco della Mula di Muggia è presente anche l'unica stazione altoadriatica di *Posidonia Oceanica*.

Il sito Foce dell'Isonzo Isola della Cona comprende la parte terminale del fiume Isonzo e la sua foce, presenta un'estensione di 2.563 ettari ed al suo interno sono rappresentati molti habitat prioritari. L'area riveste notevole importanza per la presenza di uccelli, in prevalenza acquatici; nella stazione biologica della Cona ne sono già state segnalate ben 273 specie. Si segnala anche la presenza di tartarughe marine e di alcune specie di cetacei spinti in questi luoghi da ragioni trofiche.

Le rimanenti 4 aree (Pineta di Lignano, Foci del Timavo, Cavana di Monfalcone e Falesie di Duino), tutte di ridotte estensioni, racchiudono habitat di pregio e sono state proposte, ai sensi della *Direttiva 92/43/CEE*, come SIC.

Il sito della Pineta di Lignano si sviluppa alle spalle della cittadina di Lignano e racchiude al suo interno l'ultimo lembo del vasto sistema di dune e ambienti umidi che anticamente occupava tutta la penisola. Non si presenta quindi come un sito a diretto contatto con gli ambienti marini, anche se ne è comunque fortemente influenzato. Al suo interno si trovano alberi e arbusti tipici della macchia mediterranea assieme a specie provenienti da ambienti est-alpini.

Il sito della foce del Timavo comprende, all'interno dei 179 ettari di estensione, il corso terminale del fiume Timavo, dalle risorgive alla foce, la porzione terminale dell'altopiano carsico, parte dell'ex palude di Lisert e un tratto di mare antistante la foce del fiume stesso. Dal punto di vista ambientale il sito si presenta estremamente complesso anche per il particolare fenomeno idrogeologico che caratterizza il corso del fiume Timavo il quale nasce in territorio sloveno, dopo alcuni chilometri si inabissa per riaffiorare in alcune risorgive e dopo alcune centinaia di metri sfociare in mare.

Il sito della Cavana di Monfalcone è costituito da una zona umida con numerose bolle di risorgiva che si estende fino al mare. Al suo interno trovano l'habitat di posa e nidificazione alcune specie di uccelli acquatici e limicoli come il falco di palude *(Circus aeruginosus)*. Comuni sono anche alcune specie di anfibi e rettili quali la testuggine delle paludi *(Emys orbicularis)*, rospi (*Bufo viridis)*, rane e raganelle (*Hyla italica)*, la lucertola campestre (*Podarcis Sicula)* e alcune bisce acquatiche totalmente innocue (*Natrix tassellate)*.

Il sito delle falesie di Duino, che costeggia la parte sommitale di una cava abbandonata, racchiude, nei 123 ettari di estensione, l'unico esempio di falesie calcaree presenti lungo le coste nord adriatiche, il braccio di mare antistante la scogliera ed alcune aree a bosco ceduo.

Lungo la fascia costiera della Regione sono inoltre situate le riserve naturali regionali delle foci dello Stella e della Valle di Canal Novo istituite, insieme alle già citate Falesie di Duino, Foci dell'Isonzo e Valle Cavanata, con la *LR 42/1996*.
La porzione di territorio racchiusa tra Valle Cavanata e le foci dello Stella è infine stata riconosciuta dalla Convenzione di Ramsar come zona umida di interesse internazionale e come tale è oggetto di tutela.

Riferimenti per la Valutazione

I principali strumenti normativi che definiscono l'estensione ed il grado di protezione delle aree protette sono:

- la *Legge 979/82* che prevede l'istituzione della Riserva Marina di Miramare;
- il *DM 12/11/86* che istituisce la Riserva Marina di Miramare;

- la *LR 42/1996* che definisce norme in materia di parchi e riserve naturali regionali e istituisce 2 parchi regionali, 10 riserve naturali regionali e 21 aree di reperimento;
- la *Direttiva "Uccelli" 92/43/CEE*;
- la *Direttiva "Habitat" 79/409/CEE*;
- il *DPR 357/97* che recepisce la *Direttiva 92/43/CEE*;
- la *Delibera della Giunta Regionale n. 435 del 25/02/2000* dove è riportato l'elenco dei siti SIC e ZPS proposti.

Il *DPR 357/97* disciplina le procedure per l'adozione delle misure mirate alla conservazione degli habitat, della flora e della fauna. Viene demandata alle regioni l'individuazione dei siti in cui si trovano i tipi di habitat e le specie da sottoporre a tutela indicati negli allegati del Decreto stesso.
L'elenco dei siti ZPS e SIC proposti in Regione Friuli Venezia Giulia è riportato nella *Delibera della Giunta Regionale n. 435 del 25/02/2000*: sul territorio regionale sono stati complessivamente individuati 62 SIC e 7 ZPS.
Sulla base delle segnalazioni ricevute dalle regioni, spetta poi al Ministero dell'Ambiente designare i siti di importanza comunitaria da inserire nell'elenco definitivo come Zone Speciali di Conservazione (ZSC).

3.4.3.10 Scheda dell'indicatore 4-10: Difesa Idraulica delle Coste

Codice Indicatore	*4 – 10*
Tematica	*Ambienti marini e costieri*
Sottotematica	*Azioni di difesa delle coste*
Indicatore	*Difesa idraulica delle coste*
Tipo	*Risposta*
Obiettivo	*Individuare i tratti del litorale regionale maggiormente minacciati dai fenomeni erosivi e determinare le opere di difesa delle coste finora realizzate*
Riferimenti	*Ministero dell'Ambiente, Relazione sullo stato dell'ambiente, 2001*
Dati necessari	*Litorale soggetto a fenomeni erosivi* *Interventi di difesa delle coste realizzati*
Fonte	*A. Brambati, Studio sedimentologico e marittimo costiero dei litorali del Friuli Venezia Giulia, 1987* *EEA, State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment, 1999* *Ministero dell'Ambiente, L'Ambiente Informa: Mare, coste e aree marine protette – Il Piano delle Coste, 2001* *Ministero dell'Ambiente, L'Ambiente Informa: Mari e coste da tutelare - Come stanno i litorali italiani: il Rapporto 2000 dell'ENEA, 2001*
Disponibilità	*Ambito Spaziale: regionale* *Aggiornamento: pluriennale* *Periodo: 1870-1987*

Descrizione, Calcolo e Valutazione

La conformazione e la posizione dell'Italia al centro del mar Mediterraneo hanno favorito lo sviluppo nelle regioni rivierasche del turismo nautico e balneare soprattutto dal secondo dopoguerra in poi.
Ingenti sono stati gli investimenti realizzati anche in Friuli Venezia Giulia per valorizzare ed attrezzare le spiagge sabbiose localizzate tra la foce del Tagliamento e Monfalcone mentre il litorale della provincia di Trieste, che presenta per la quasi totalità coste alte e rocciose, in linea generale non necessita di interventi di difesa.

Il valore capitale di un metro quadrato di spiaggia dell'Alto Adriatico veniva stimato alla fine degli anni '80 in circa 3.000.000 di lire: considerando che la lunghezza totale della costa friulana ammonta a più di 110 km, risulta evidente l'importanza di valutare quanto è stato finora realizzato al fine di ridurre al minimo l'erosione delle coste anche sulla base del peso che tali perdite hanno sull'economia regionale.
I fenomeni di dissesto non interessano in forma esclusiva le coste adriatiche ma, a scala differente, tutti i litorali del mar Mediterraneo. I dati riportati in *Tabella 3.4.3.10a* sono tratti dal CORINE Coastal Erosion del 1995 e evidenziano comunque il Mare Adriatico come il bacino maggiormente soggetto a fenomeni di erosione, a cui risulta soggetto circa il 25% delle coste. Le coste del mar Egeo, al contrario, sono quelle meno interessate da dissesti di tipo erosivo (solamente il 7,4% del totale dei litorali).

Tabella 3.4.3.10a Evoluzione della Linea di Costa di Alcune Aree del Mar Mediterraneo

Area	Nessuna informaz.*	Stabilità*	Erosione*	Sedimentazione*	Non applicabile*	Totale (km)
Isole Baleari	0.5	68.8	19.6	2.4	8.7	2861
Golfo di Lione	4.1	46	14.4	7.8	27.8	1366
Sardegna	16	57	18.4	3.6	5	5521
Adriatico	3.9	51.7	25.6	7.6	11.1	970
Ionio	19.7	52.3	22.5	1.2	4.3	3890
Egeo	37.5	49.5	7.4	2.9	2.6	3408

* I valori sono espressi come percentuali sul totale

Fonte: EEA, State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment, 1999

Circa il 50% delle coste dei paesi europei che si affacciano sul Mediterraneo è in condizioni di stabilità: a queste si aggiungono altri 1.500 km di coste artificiali, realizzate in seguito alla costruzione di porti e scali marittimi.
I primi risultati della ricognizione sullo stato della fascia costiera pubblicati dal Centro Ricerche Ambiente Marino dell'ENEA presentano un quadro piuttosto allarmante per quanto riguarda i fenomeni erosivi dei litorali italiani, evidenziando che attualmente 1.039 chilometri di spiagge ne risultano soggetti.

Il bilancio secolare, espresso dalla differenza tra la linea che la costa presentava un secolo fa e quella attuale, si presenta positivo; cioè la linea di costa è attualmente più sviluppata di quanto non fosse un secolo fa. Basandosi solo su questa affermazione si potrebbe erroneamente supporre che la linea di costa stia progredendo; in realtà a partire dagli anni '50 sono state realizzate numerose opere che hanno determinato l'instaurarsi di una fase di marcata regressione della linea di costa.

Diversi sono i fattori, naturali ed antropici, che possono produrre fenomeni di progressione e/o regressione della linea di costa. Le principali cause di tali fenomeni sono da ricercarsi:

- nella sproporzionata asportazione di sedimenti dagli alvei fluviali mediante estrazione di ingenti volumi di inerti;
- nell'eccessiva costruzione di porti canale con conseguente dragaggio dei sedimenti della parte terminale dei corsi d'acqua;
- nella realizzazione di numerosi bacini di contenimento delle acque per scopi idroelettrici e/o di sbarramento che comportano l'intercettazione dei sedimenti;
- nella riduzione della capacità di trasporto dei sedimenti alla costa dovuto alla diminuzione dei flussi idrici (causati dall'eccessiva derivazione di acque fluviali) e alla riduzione dell'erosione spondale conseguente agli interventi di canalizzazione dei corsi d'acqua;
- nell'estrazione di acqua ed idrocarburi dal sottosuolo con conseguenti fenomeni di subsidenza.

A questi si aggiungono i fattori antropici "locali" che comprendono, ad esempio, gli interventi di urbanizzazione del litorale che causano la graduale

scomparsa dei sistemi di dune, la costruzione di infrastrutture di trasporto a ridosso delle spiagge, la costruzione di grosse strutture aggettanti in mare ecc.

Tra i principali fattori naturali sono invece da includere i fenomeni di subsidenza, la tendenza globale al sollevamento del livello marino ed il peggioramento del clima meteomarino che ha comportato una maggiore frequenza delle perturbazioni.

In *Tabella 3.4.3.10b* sono elencate le principali opere realizzate in Friuli Venezia Giulia a partire dalla seconda metà del 1800 al fine di perseguire la difesa della linea di costa.

Tabella 3.4.3.10b *Interventi di Protezione delle Coste in Friuli Venezia Giulia*

Principali interventi realizzati	Anno
Pennello di foce Tagliamento	1963
Pennelli della spiaggia di Lignano Riviera	1970 e succ.
Pennelli alla foce lagunare di Lignano lato W	1937-1940
Scogliera darsena del porto di Lignano	1965 e succ.
Rafforzamento dell'isola di Martignano	1985 e succ.
Pennelli lato W isola di S. Andrea	1972-1975
Scogliere di Porto Buso	1964 e succ.
Sbarramenti vari	Anni '40 e '50
Dighe del porto canale di Grado	1927 e succ.
Diga murazzo a protezione di Grado	1860 e succ.
Pennelli di sbarramento	1902 e succ.
Sbarramenti vari	1878, 1935 e succ.
Bonifiche	1925 e succ.

Fonte: A. Brambati, Studio sedimentologico e marittimo costiero dei litorali del Friuli Venezia Giulia, 1987

Gli eventi alluvionali degli anni '80-'90 e la frammentazione di competenze esistente in merito alla realizzazione delle opere di regimazione idraulica hanno portato allo stato di grave degrado che attualmente interessa la linea di costa compresa tra il golfo di Panzano ed il golfo di Lignano.
In più tratti sono evidenti cedimenti arginali con pericolo di ingressione marina in ampie zone della bassa pianura friulana soggiacenti sotto il livello medio del mare.

E' da rilevare che il rapporto preliminare sulle attività di ricognizione sullo stato della fascia costiera del Centro Ricerche Marine dell'ENEA individua la zona del Tagliamento e delle lagune di Marano e Grado tra gli ambiti territoriali che hanno subito sensibili variazioni e che richiedono azioni a lunga durata per provocare un'inversione di tendenza dei fenomeni di dissesto delle coste.

Riferimenti per la Valutazione

La *Legge 979/82 "Disposizioni per la difesa del mare"*, tra le azioni finalizzate alla protezione dell'ambiente marino e alla prevenzione di effetti dannosi alle risorse del mare, prevedeva la predisposizione del "Piano generale di difesa del mare e delle coste dagli inquinamenti e di tutela dell'ambiente marino". La

competenza per la redazione del Piano, inizialmente assegnata al Ministero della Marina Mercantile, è stata successivamente affidata al Ministero dell'Ambiente a seguito del trasferimento di funzioni in materia di difesa e di tutela del mare a detto dicastero.

Negli ultimi anni il Ministero dell'Ambiente ha rinnovato l'attenzione sul Piano delle Coste, riconosciuto dallo stesso *D.Lgs. "Bassanini" 112/98* quale "prima funzione nazionale in materia di tutela delle acque".
Per l'aggiornamento ed il completamento dell'iter normativo che dovrà portare all'approvazione definitiva del Piano delle Coste da parte del CIPE, il Ministero dell'Ambiente si è pertanto assicurato il supporto dell'ENEA a cui sono state assegnati, tra l'altro, i compiti di ricognizione dello stato della fascia costiera, individuazione delle problematiche da affrontare, definizione di risultati concretamente perseguibili, quantificazione dei relativi oneri ed individuazione degli strumenti normativi necessari, in collaborazione con le Amministrazioni centrali competenti.
Tra i compiti dell'ENEA rientra inoltre il confronto con le Regioni finalizzato anche all'avvio di concrete esperienze di gestione integrata della fascia costiera.

L'iter per la definizione del Piano delle Coste prevede che, una volta definito lo schema di base, venga attivato un confronto con gli altri dicasteri centrali che amministrano le attività che hanno impatto sulle coste (trasporti marittimi, opere pubbliche, turismo, pesca, agricoltura, depurazione ecc.).
Prima dell'approvazione finale da parte del CIPE per i conseguenti finanziamenti, il Ministero dell'Ambiente dovrà acquisire l'intesa delle Regioni, che detengono concretamente le risorse costiere che il Piano si propone di salvaguardare e valorizzare.

Tra le azioni prioritarie da intraprendere per la difesa delle coste rientra infine la predisposizione del Piano stralcio di bacino per il settore costiero che costituisce una fase della pianificazione per la difesa del territorio prevista dalla *Legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*.

Valutazione della Qualità del Dato

Le informazioni relative all'andamento della linea di costa ed agli interventi realizzati per la sua difesa si riferiscono a studi e pubblicazioni redatti verso la fine degli anni '80 (1987). I dati a disposizione necessiterebbero di essere aggiornati, in modo da poter rappresentare lo stato attuale degli interventi realizzati.

3.4.4 *Conclusioni*

Lo stato complessivo degli ambienti marini e costieri della regione Friuli Venezia Giulia è sostanzialmente positivo: non si evidenziano infatti particolari fenomeni di inquinamento che possano pregiudicarne il pregio dal punto di vista ambientale e naturalistico o la fruibilità dal punto di vista turistico.

In particolare, le indagini condotte nell'ambito del programma di monitoraggio della qualità degli ambienti marini costieri italiani, promosso dal Ministero dell'Ambiente, evidenziano uno stato trofico complessivo buono, anche valutato in base all'elaborazione dell'indice trofico TRIX, come previsto dai nuovi criteri di classificazione introdotti dal *D.Lgs. 152/99*.
La qualità delle acque non risulta comunque omogenea lungo l'intero arco costiero regionale: le stazioni di campionamento localizzate nella zona compresa tra la foci dell'Isonzo e del Tagliamento sono risultate infatti di qualità inferiore rispetto a quelle situate lungo il litorale triestino che rientrano mediamente nella classe di qualità elevata secondo gli standard del *D.Lgs. 152/99*.

La valutazione del grado di eutrofizzazione delle acque marine costiere ha inoltre confermato che il fenomeno è ormai sotto controllo, grazie anche ai provvedimenti legislativi (ed in particolare alla *Legge 136/89*), che hanno ridotto drasticamente lo scarico di composti del fosforo nelle acque, ed agli interventi promossi dalle Amministrazioni locali nel settore del collettamento e della depurazione delle acque reflue.

Le diverse campagne di monitoraggio condotte nel corso degli ultimi 5 anni hanno comunque evidenziato una certa contaminazione di tipo microbiologico originata da scarichi urbani, in particolare durante i mesi in cui il carico antropico è più elevato e quelli in cui l'azione battericida dei raggi solari è meno efficace.
Il fenomeno non è comunque tale da pregiudicare la fruibilità delle aree costiere: i controlli effettuati negli ultimi 5 anni non hanno individuato tratti di costa non balneabili per cause riconducibili a fenomeni di inquinamento di tipo microbiologico, con l'esclusione di un unico evento verificatosi nel corso del 2001 e causato dalla fuoriuscita accidentale di liquami fognari durante i lavori per il posizionamento di una condotta di scarico sottomarina e per il suo allacciamento alla rete fognaria.
La percentuale dei controlli favorevoli secondo i criteri fissati dal *DPR 470/82* è sempre risultata assai prossima al 100%, ben al di sopra della media registrata a livello nazionale.

Anche le indagini finalizzate alla ricerca di composti bioaccumulabili e di contaminanti di origine fecale nei tessuti dei molluschi hanno evidenziato solamente la presenza di una contaminazione di tipo batterico, mentre le concentrazioni rilevate per metalli pesanti e pesticidi organoclorurati si attestano sempre su valori tipici di ambienti del Mediterraneo non contaminati.

Analoghe considerazioni valgono anche per le lagune di Grado e Marano che costituiscono ecosistemi di elevatissimo pregio naturalistico ed ambientale. Gli interventi messi in atto nel corso degli ultimi anni, conseguenti al divieto di scarico nei bacini lagunari di acque di rifiuto civili ed industriali sancito dal PGRA, hanno infatti permesso un progressivo recupero del degrado della qualità delle acque rilevato nel corso degli anni '80.
I risultati delle campagne di monitoraggio condotte nel corso degli ultimi 5 anni non evidenziano infatti particolari criticità, con l'eccezione di alcuni eventi di contaminazione microbica che, come nel caso delle acque marine, si concentrano prevalentemente nei mesi invernali ed estivi.
Per quanto riguarda il fenomeno dell'eutrofizzazione, particolarmente delicato per un ambiente con lunghi tempi di ricambio come la laguna, è comunque da evidenziare che le indagini condotte nel biennio 2000-2001 da parte dei Dipartimenti Provinciali ARPA di Gorizia e Udine hanno evidenziato alcune situazioni di eutrofia ed ipertrofia, in particolare nella laguna di Marano maggiormente interessata dagli apporti di nutrienti da parte dei corsi d'acqua. Nella laguna di Grado, dopo alcuni anni di costante declino, nel corso del 2001 si è assistito ad una netta crescita dei livelli di fosforo: nei prossimi anni saranno quindi da prevedere azioni specifiche mirate a monitorare l'evoluzione del fenomeno nel tempo e ad individuarne le eventuali cause per poter predisporre in maniera tempestiva gli interventi che risultassero necessari.

Il costante aumento della pressione antropica esercitata dalla popolazione residente, dalle attività industriali e dai notevoli afflussi di turisti, che nei periodi estivi si concentrano lungo le coste della regione, rappresenta comunque un fattore di criticità che, se non gestito in maniera adeguata, può a lungo termine portare al degrado delle aree costiere regionali.
I risultati raggiunti fino a questo momento devono quindi trovare conferma in un'adeguata pianificazione delle misure di tutela del territorio da parte delle Amministrazioni locali.
Tra gli interventi di difesa delle aree costiere, sono da segnalare in particolare le attività promosse dal Ministero dell'Ambiente e finalizzate alla predisposizione del "Piano generale di difesa del mare e delle coste dagli inquinamenti e di tutela dell'ambiente marino". Il Piano rappresenta infatti uno strumento che potrà in futuro mettere a disposizione risorse adeguate per la valorizzazione degli ambienti marini e costieri regionali.

3.4.5 *Bibliografia*

Le fonti di informazione consultate sono:

- ANPA, *Gli indici trofici per le acque marine costiere*, Centro Tematico Nazionale Acque Interne e Marino Costiere 2000;
- ARPA Friuli Venezia Giulia Dipartimento Provinciale di Trieste, *Stato di qualità dei corpi idrici recipienti rappresentati da acque superficiali e profonde*, *dei trattamenti depurativi di pubbliche fognature*, anni 1997, 1998, 1999;
- Autorità di bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta Bacchiglione, *Piano stralcio per la sicurezza idraulica del medio e basso corso del fiume Tagliamento*, 1995;
- A. Brambati, *Erosione e difesa delle spiagge adriatiche*, Bollettino di oceanologia teorica ed applicata 1984;
- A. Brambati, *L'erosione dei litorali*, Estr. da "Geografia nelle scuole" 1989;
- A. Brambati, *Metalli pesanti nelle lagune di Grado e Marano*, *Piano di studi finalizzato all'accertamento della presenza di eventuali sostanze tossiche persistenti nel bacino lagunare di Marano e Grado ed al suo risanamento*, 1996;
- A. Brambati, *Studio sedimentologico e marittimo-costiero dei litorali del Friuli Venezia Giulia: ipotesi di intervento per il recupero ambientale e la valorizzazione della fascia costiera*, 1987;
- Ecoistituto del Friuli Venezia Giulia, *Rapporto Stato dell'Ambiente nel Friuli Venezia Giulia 1999*, 2000;
- EEA, *State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment*, 1999;
- Giunta Regionale del Veneto, *Ambiente Veneto verso il 2000*, 1998;
- ICRAM, *Qualità degli ambienti marini e costieri italiani 1996-1999*, 2000;
- ISTAT, *Statistiche ambientali*, 1998;
- ISTAT, *Statistiche ambientali*, 2000;
- R. Marocco, *Le spiagge di Grado: situazione attuale*, *tendenza evolutiva ed ipotesi d'intervento per il risanamento degli arenili*, Estr. da "Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale 2000;
- R. Marocco, M. Pessina, *Il rischio litorale nell'area circumlagunare del Friuli Venezia Giulia*, Estr. da "Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale 1995;
- Ministero dell'Ambiente, *L'Ambiente Informa: Mare*, *coste e aree marine protette – Il Piano delle Coste*, 2001;
- Ministero dell'Ambiente, *L'Ambiente Informa: Mari e coste da tutelare - Come stanno i litorali italiani: il Rapporto 2000 dell'ENEA*, 2001;
- Ministero dell'Ambiente, *Relazione sullo Stato dell'Ambiente*, 1997;
- Ministero dell'Ambiente, *Relazione sullo Stato dell'Ambiente*, 2001;
- F. Mosetti, *Sintesi sull'idrologia del Friuli Venezia Giulia*, 1983;
- Odum, *Basi di ecologia*, Piccin Editore 1988;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione Regionale dell'Ambiente – G. Orel, S. Fonda Umani, F. Aleffi, *Ipossie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste*, 1993;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste, *INTERREG II: Progetto di monitoraggio dell'Alto Adriatico*, 1998-1999;

- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Direzione Regionale alla Pianificazione Territoriale, *Gli aspetti fisici del territorio regionale, elementi e metodologie per gli strumenti di pianificazione*, 1996;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione Regionale dei Lavori Pubblici, *Piano di risanamento del bacino idrografico delle acque costiere Rapporto conclusivo*, 1985;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione Regionale dei Lavori Pubblici, *Progetto del Piano di risanamento del bacino idrografico della laguna di Grado e Marano - Rapporto conclusivo*, 1983;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia Direzione Regionale dell'Ambiente – S. Fonda Umani, E. Ghirardelli, M. Specchi, *Gli episodi di "mare sporco" nell'Adriatico dal 1729 ai giorni nostri*, 1989;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Laboratorio di Biologia Marina di Trieste - ICRAM, *Programma di monitoraggio per il controllo qualitativo delle acque marine costiere prospicienti la Regione Friuli Venezia Giulia*, 1997, 1998, 1999;
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, *DOCUP obiettivo 2 2000-2006 Valutazione ex-ante ambientale*, 2000;
- Regione Toscana, *Rapporto sullo stato dell'ambiente in Toscana*, 2000;
- U.S.L n. 8 Bassa Friulana, *La qualità delle acque della Laguna di Marano*, 1991;
- G. A. Venzo, A. Brambati, *Evoluzione e difesa delle coste dell'alto Adriatico da Venezia a Trieste*, Estr. da "Rivista Italiana di Geotecnica" 1968.

I siti internet consultati sono:

- http://www.ibm.ve.cnr.it/ (CNR Istituto di Biologia del Mare – Venezia);
- http://www.sanità.it/ (Ministero della Sanità);
- www.anpa.it (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente);
- http://www.arpa.veneto.it/ (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale Regione Veneto);
- www.arpa.fvg.it (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Regione Friuli Venezia Giulia);
- http://www.icram.org/ (Istituto Centrale per la Ricerca Applicata al Mare ICRAM);
- www.regione.fvg.it (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia);
- http://www.politicheagricole.it/ (Ministero delle Politiche Agricole);
- http://www.tagliamento.org/ (Fiume Tagliamento);
- AREA Science Park (Parco Tecnologico Scientifico di Trieste).