



Minturno, 29 gennaio 2010

Il Mare del Golfo: tra criticità e risorse IL FIUME GARIGLIANO

Ennio Zaottini

Arpa Lazio Sezione Provinciale di Latina

Aguzzi L., Cavone A., Corona R., Monfrinotti M., Ravizza P., Sangiorgi V.,

Modello DPSIR applicato al Golfo di Gaeta

Il **modello DPSIR** è uno schema che rappresenta l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano un fenomeno ambientale e lo relazionano con le politiche intraprese.

Sono messe in relazione le **PRESSIONI** esercitate sulle matrici ambientali, il loro **STATO** e in conseguenza di questo i possibili **IMPATTI** e le **RISPOSTE** possibili per il futuro

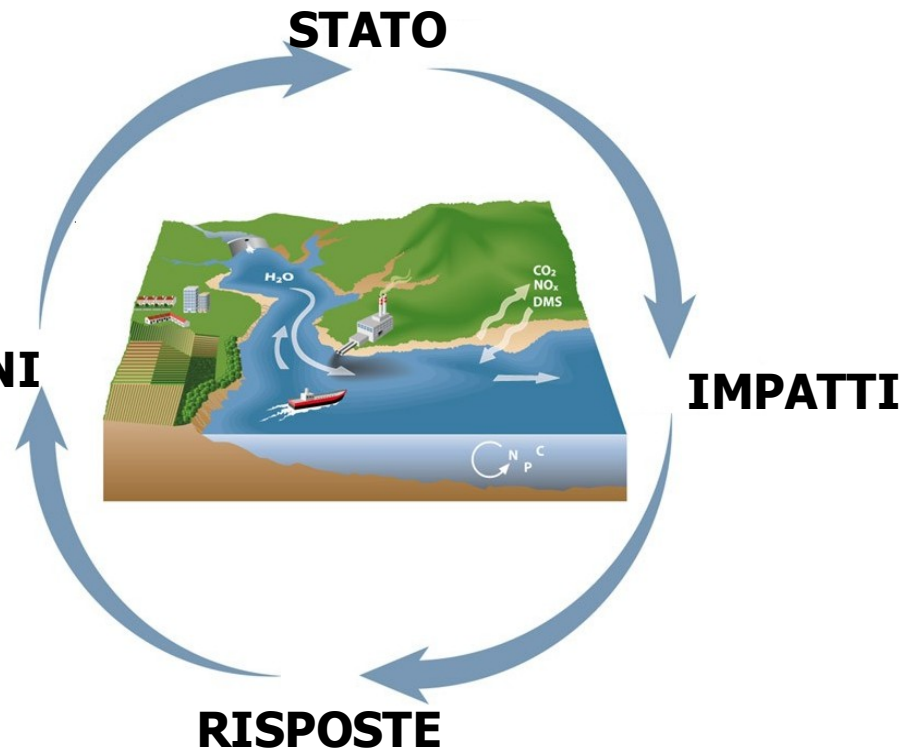
I DETERMINANTI

(sviluppi di natura
economica e sociale)

esercitano



PRESSIONI



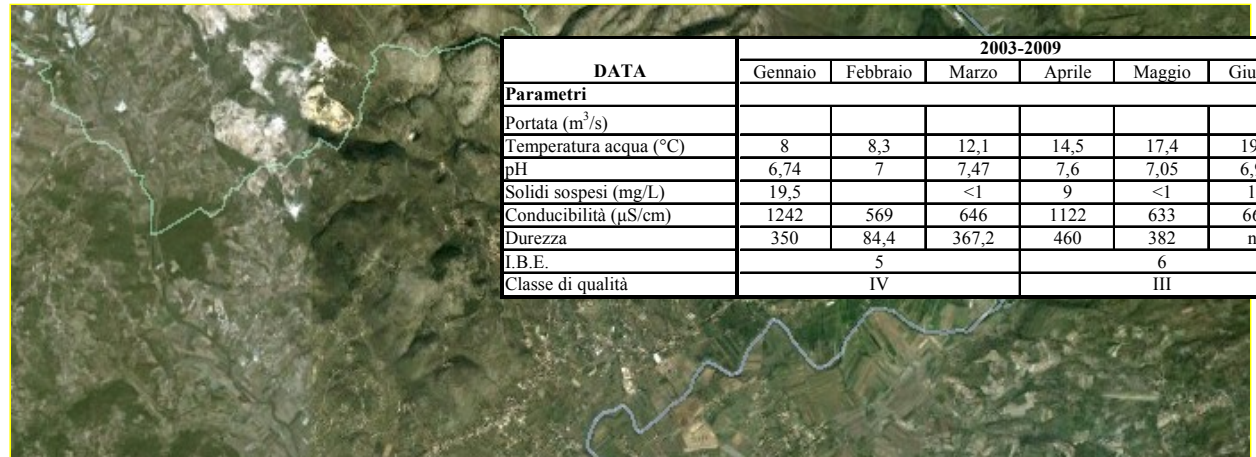
PRESSIONI che insistono sul Golfo di Gaeta

- **POPOLAZIONE RESIDENTE**
 - **TURISMO**
 - **ATTIVITA' INDUSTRIALI**
 - **AGRICOLTURA**
 - **ALLEVAMENTI ZOOTECNICI**
 - **IMPIANTI DI DEPURAZIONE**
 - **MARICOLTURA-MITILICOLTURA**
 - **ATTIVITA' PORTUALI /MILITARI**
- APPORTI FLUVIALI**



Fiume Garigliano

portata media alla foce di 120mc/s (minimi 25 mc/s e massimi circa 1200 mc/s) è il fiume con la portata maggiore a sud del Tevere



STATO del fiume Garigliano

Indici: strumenti di sintesi per una valutazione univoca e semplificata della qualità delle acque

Il monitoraggio dei corsi d'acqua ai sensi del D.Lgs. 152/99 prevede l'applicazione di diversi indici per la definizione della qualità dei corsi d'acqua

• **LIM: Livello da Inquinamento da Macrodescrittori**

• **IBE: Indice biotico Esteso**

• **SECA: Stato Ecologico di un Corso d'Acqua**

Parametro	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
100-OD (% sat)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 50	≤ 50
BOD5 (O2 mg/l)	< 2.5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH4 (N mg/l)	< 0.03	≤ 0.1	≤ 0.5	≤ 1.5	> 1.5
NO3 (N mg/l)	< 0.30	≤ 1.5	≤ 5	≤ 10	> 10
P tot (mg/l)	> 0.07	≤ 0.15	≤ 0.30	≤ 0.6	> 0.6
E.coli (UFC/100ml)	< 100	≤ 1000	≤ 5000	≤ 20000	> 20000
Punteggio da attribuire per ogni parametro (75°percentile)	80	40	20	10	5
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60

Classi di Qualità	Valore di IBE	Giudizio	Colore convenzionale
Classe I	10-11-12	Ambiente non alterato in modo sensibile	BLU
Classe II	8-9	Ambiente con moderati sintomi di alterazione	VERDE
Classe III	6-7	Ambiente alterato	GIALLO
Classe IV	4-5	Ambiente molto alterato	ARANCIO
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente degradato	ROSSO

Le concentrazioni dei nutrienti, in particolare azoto e fosforo, sono fortemente influenzate dagli apporti antropici (attività zootecniche, agricole...) e sono quindi considerate potenziali indicatori di processi di eutrofizzazione. Le diverse forme chimiche presenti nelle acque sono utilizzate per la classificazione (LIM) insieme alla composizione della comunità di macroinvertebrati (IBE) per rappresentare lo Stato Ecologico del Corso d'Acqua

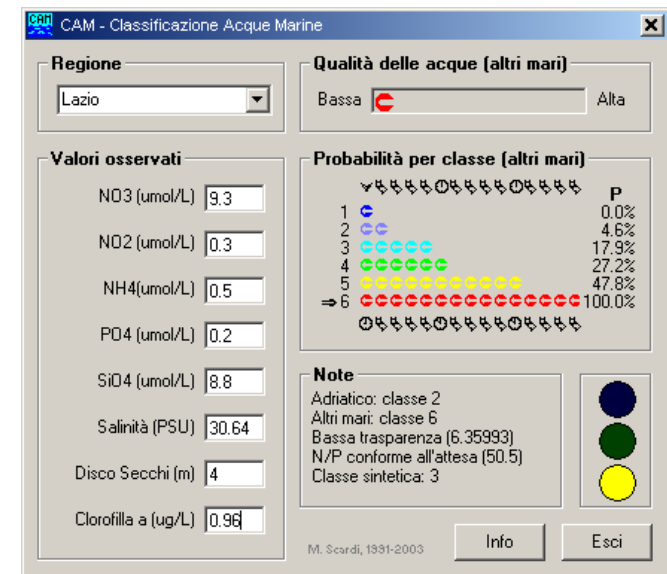
SECA	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V
IBE	≥ 10	8-9	6-7	4-5	1-2-3
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	< 60
GIUDIZIO	Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo
COLORE CONVENZIONALE	BLU	VERDE	GIALLO	ARANCIO	ROSSO

STATO della costa antistante la foce del fiume Garigliano

1. Il monitoraggio secondo il D. Lgs. 152/99 dell'ambiente marino costiero prevede l'applicazione dell'indice trofico **TRIX**

Classificazione delle acque marine costiere in base alla scala trofica		
INDICE TRIX - $[\text{Log}_{10} (\text{Cha} \times \text{D}\% \text{O} \times \text{N} \times \text{P}) + 1,5] / 1,2$		
Cha = clorofilla "a" ($\mu\text{g/L}$) D%O = ossigeno disciolto (100-O ₂ D%)		
P = fosforo totale ($\mu\text{g/L}$) N = N - (NO ₃ + NO ₂ + NH ₃) ($\mu\text{g/L}$)		
2 - 4	elevato	Buona colorazione delle acque e assenza di anomale colorazioni. Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche
4 - 5	buono	Occasionali intorpidimenti delle acque e occasionali anomale colorazioni. Occasionali ipossie nelle acque bentiche
5 - 6	mediocre	Scarsa trasparenza delle acque e anomale colorazioni. Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche, con stato di sofferenza a livello di ecosistema bentico
6 - 8	scadente	Elevata torbidità delle acque con diffuse e persistenti anomalie nella colorazione e ipossie/anossie nelle acque bentiche. Moria di organismi bentonici con alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche. Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura.

Algoritmo di classificazione CAM utilizzato nel "Programma di Monitoraggio Marino Costiero" proposto dal Ministero dell'Ambiente

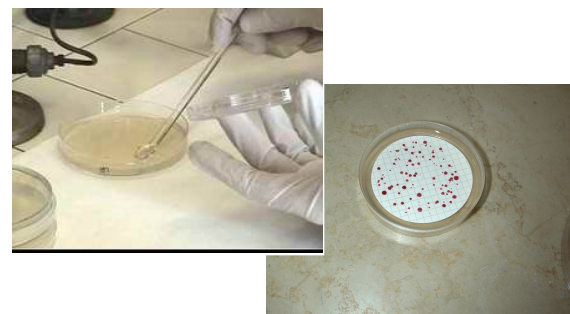


1. **Qualità delle acque di balneazione: un'indicatore dello stato della qualità delle acque di balneazione è dato da**

$$\frac{\% \text{punti idonei}}{\text{tot punti monitorati}}$$

Valori limite di idoneità alla balneazione DPR 470/82	
Coliformi totali/100 ml	2000
Coliformi fecali/100	100
Streptococchi fecali/100	100
Salmonella	assenza

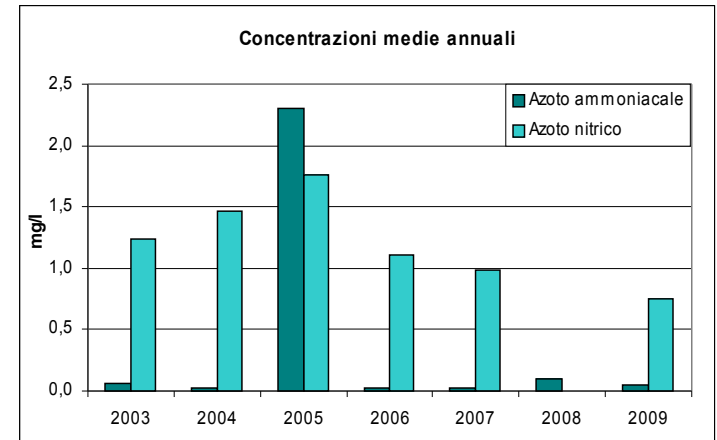
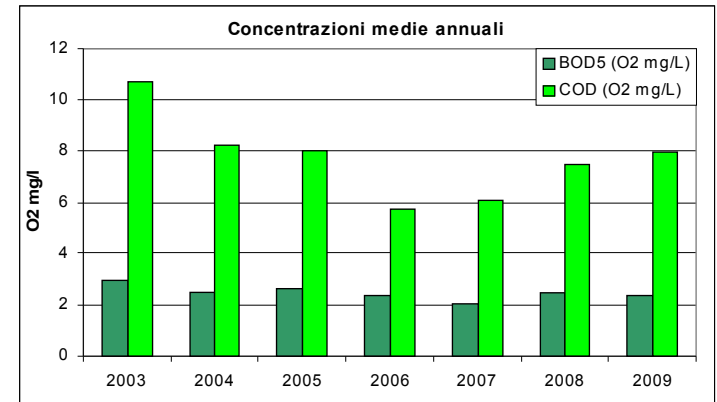
E' mostrata come esempio la schermata del programma CAM in cui sono stati inseriti i dati relativi al campionamento di luglio 2006 di Monte d'Argento.



Risultati monitoraggio stazione di campionamento fiume Garigliano secondo il D.Lgs 152/99

Il monitoraggio è eseguito sulle stazioni di campionamento stabilite dalla Delibera Regionale 236 del 02/04/2004

DATA	VALORI LIM	VALORI IBE	CLASSE SECA	GIUDIZIO
2003	205	5.6	Classe 3	Sufficiente
2004	200	6	Classe 3	Sufficiente
2005	240	6.7	Classe 3	Sufficiente
2006	270	6.7	Classe 3	Sufficiente
2007	340	7	Classe 3	Sufficiente
2008	260	7	Classe 3	Sufficiente
2009	280	6	Classe 3	Sufficiente



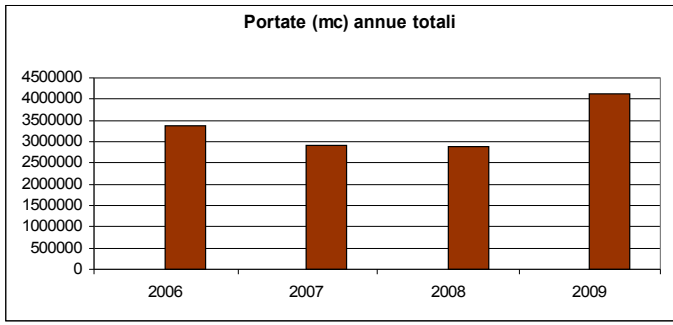
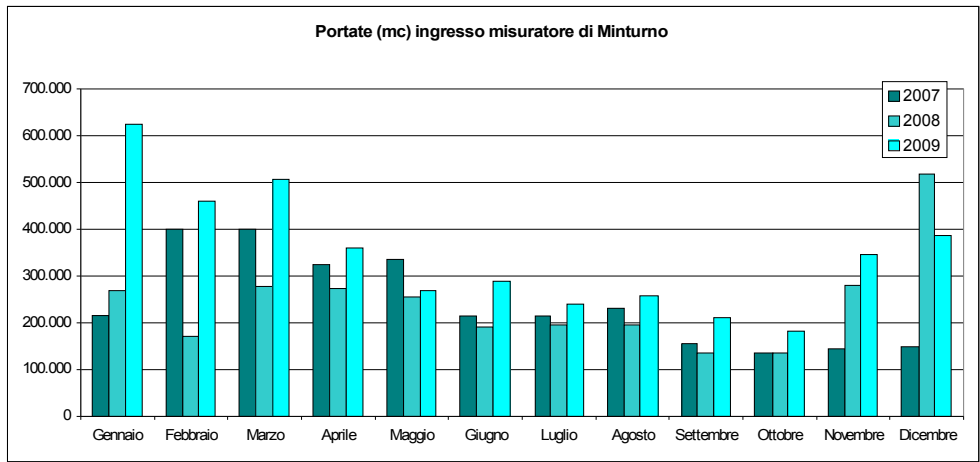
Obiettivo della Direttiva Quadro 2000/60 è il raggiungimento di un **BUONO STATO DI QUALITA'** entro il 2015 per tutte le acque superficiali



Dati depuratore di Minturno

Si immette nel Garigliano a circa 3 km dalla foce.
Dimensionato per 70.000 AE

Dati in autocontrollo del depuratore



Medie annuali in mg/l

	COD	N tot	P tot
2006	19,6	9,2	1,0
2007	22,3	12,4	1,3
2008	18,4	12,4	1,3
2009	18,7	10,0	1,3

	COD	N tot	P tot
2006	0,017	0,008	0,0009
2007	0,017	0,010	0,0010
2008	0,014	0,009	0,0010
2009	0,020	0,011	0,0014

mg/l di carichi dal depuratore diluiti per 120 mc/s portata media del fiume Garigliano alla foce

Tonnellate medie annue rispetto alla portata in litri del depuratore

	COD	N tot	P tot
2006	65,99	31,01	3,30
2007	65,03	36,27	3,87
2008	53,28	35,76	3,84
2009	77,24	41,11	5,30

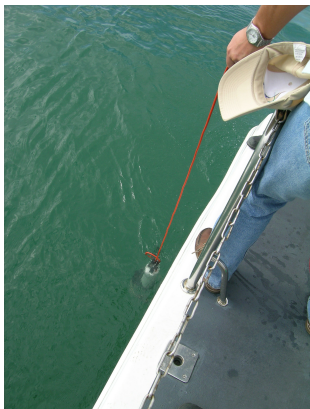
	COD	N tot	P tot
2006	0,084	0,039	0,004
2007	0,082	0,046	0,005
2008	0,068	0,045	0,005
2009	0,098	0,052	0,007

mg/l di carichi dal depuratore diluiti per 25 mc/s portata minima del fiume Garigliano alla foce

medie annuali in mg/l misurati alla stazione di campionamento del fiume

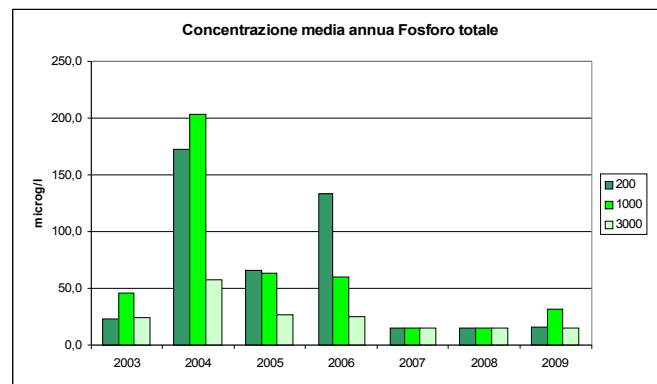
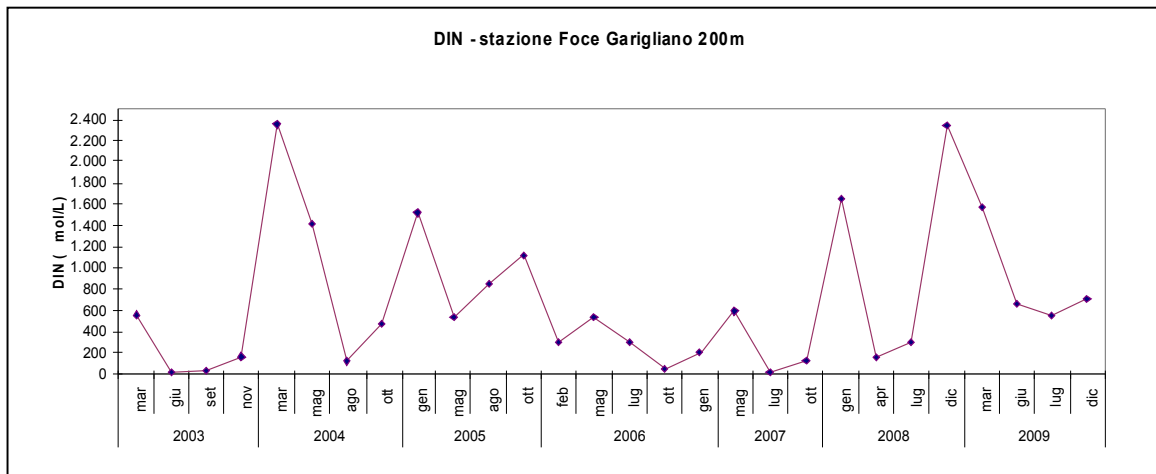
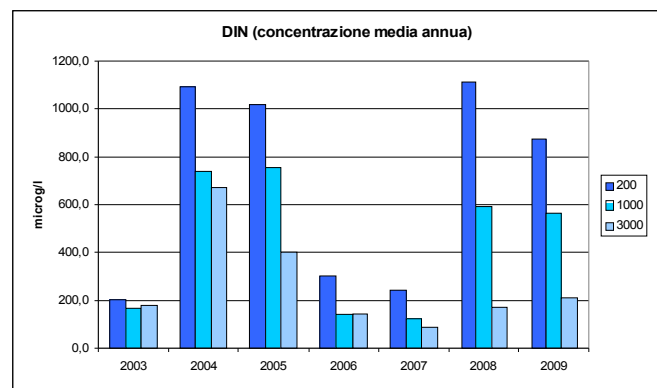
	COD	N Tot	P Tot
2006	5,6	2,0	0,1
2007	6,1	1,0	0,1
2008	7,5	1,4	0,2
2009	8,0	1,4	0,1

Risultati monitoraggio stazioni di campionamento acque marino costiere in prossimità della foce del Garigliano secondo il D. Lgs. 152/99



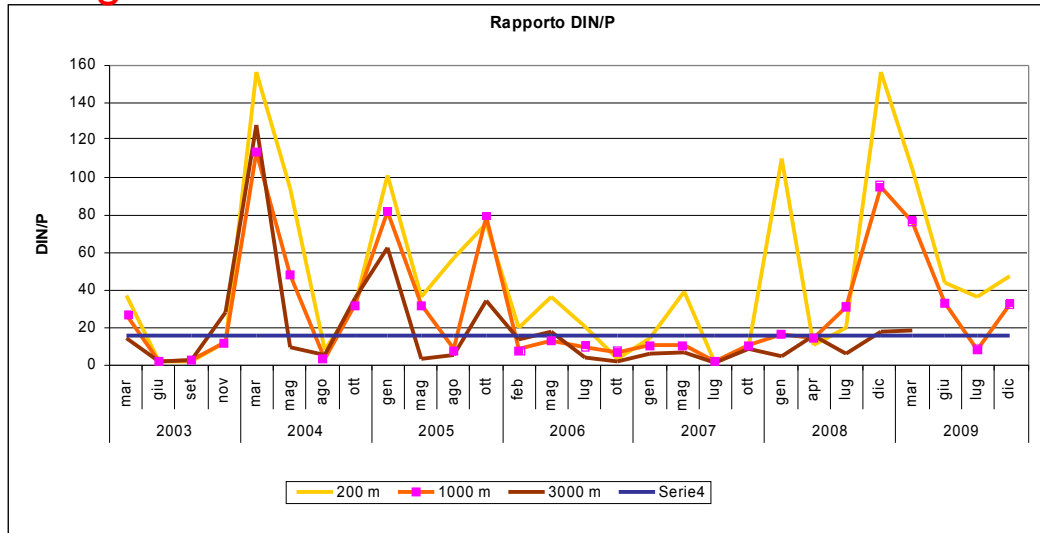
Il monitoraggio è effettuato con campionamenti trimestrali in 7 transetti lungo la costa della provincia di Latina. Nel golfo sono monitorati il transetto di Foce Garigliano e il transetto di Foce Pontone. Il campionamento prevede l'uso di una sonda multiparametrica per il rilevamento in colonna d'acqua di parametri chimico-fisici quali ad esempio T°C-pH-OD%-Chl a e il prelievo superficiale di campioni per analisi chimiche, microbiologiche e biologiche

Il **DIN (somma componenti inorganiche disciolte dell'azoto)** è utilizzato per valutare l'impatto dei carichi dei nutrienti nelle acque marino costiere. In generale presenta un'elevata variabilità stagionale con concentrazioni più basse registrate in genere nel periodo estivo in coincidenza con i minimi di portata fluviale



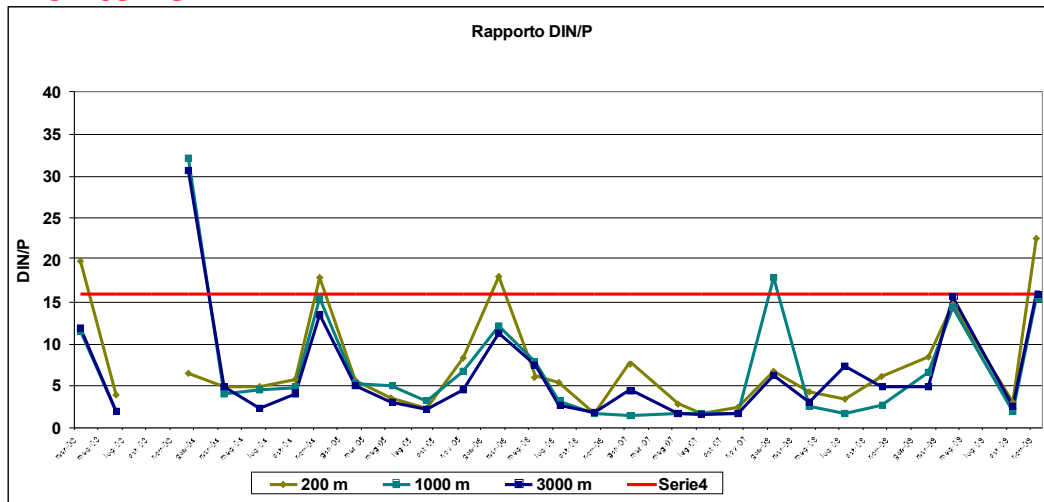
RAPPORTO AZOTO/FOSFORO

Garigliano



Nel caso del tratto di mare antistante il fiume Garigliano il rapporto è quasi sempre al di sopra del valore limite e solo nel periodo estivo si osserva una diminuzione dovuta probabilmente alla intensa attività fotosintetica planctonica

Pontone



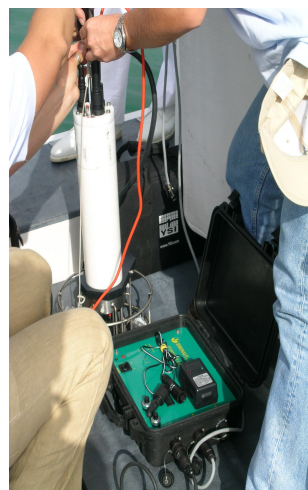
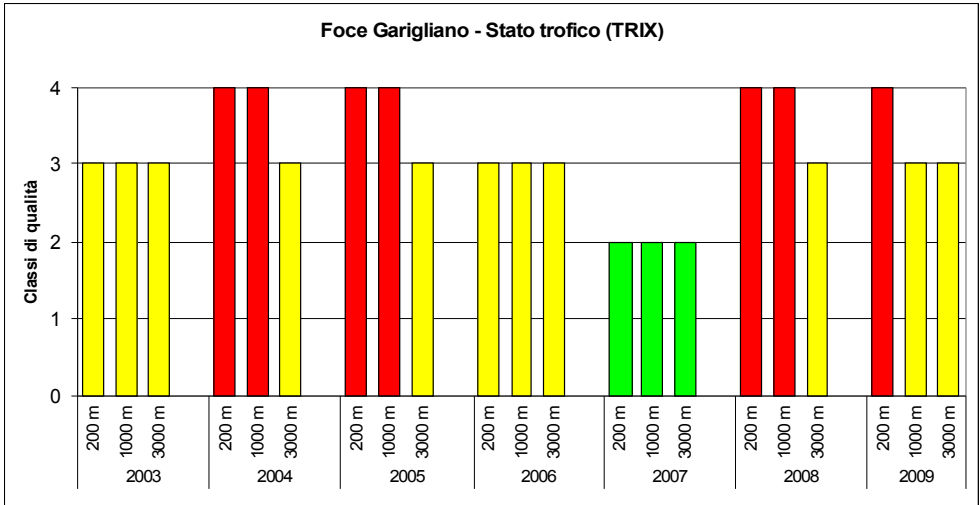
Le forme solubili dell'azoto e del fosforo rivestono un ruolo fondamentale nell'accrescimento delle alghe, che assumono i nutrienti in soluzione con lo stesso rapporto che gli elementi hanno all'interno della biomassa algale. Il rapporto N/P è sostanzialmente costante in tutti gli oceani ed è **N/P=16** (anche se per il Mediterraneo si è osservato essere leggermente più alto, circa 20). Se il **rapporto supera il valore di 16** si dice che il **fosforo è il fattore limitante** per la crescita algale e l'azoto in eccesso non riesce ad essere consumato dalle alghe. **In genere la fosforo limitazione è il fattore che caratterizza acque costiere con livelli trofici mediamente elevati;**

i valori più elevati si osservano nelle aree maggiormente influenzate da consistenti apporti fluviali che risultano in eccesso di carico di azoto; **La stazione di Pontone** si trova spesso in **un rapporto minore di 16** cioè l'azoto rappresenta un fattore limitante per la crescita algale

l'azoto limitazione è invece tipico di aree con rischio eutrofico limitato

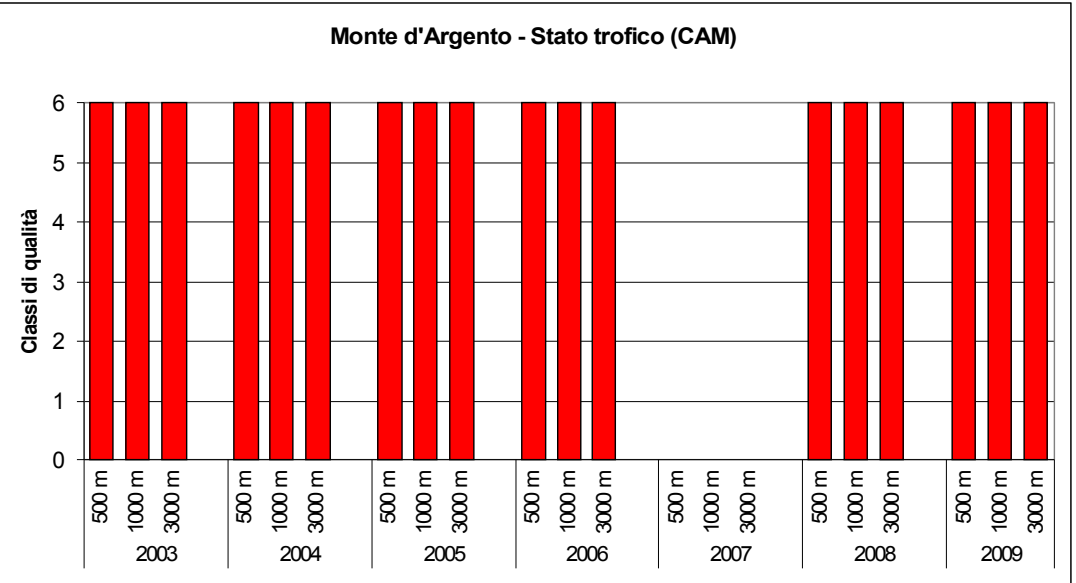
Risultati dell'applicazione dei 2 indici sulla serie di dati di monitoraggio

TRIX



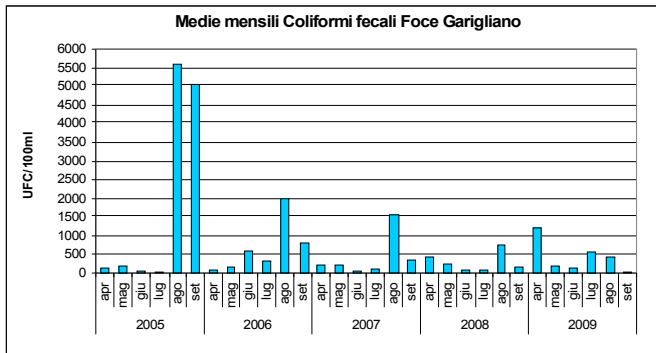
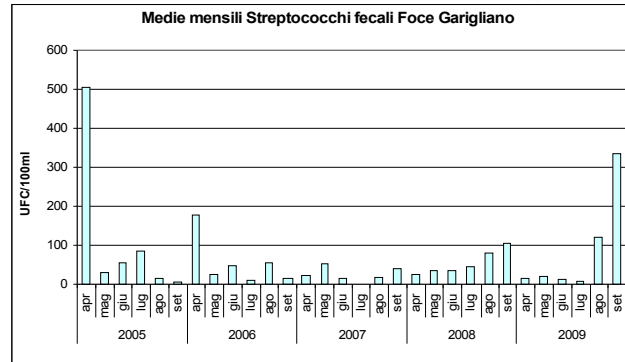
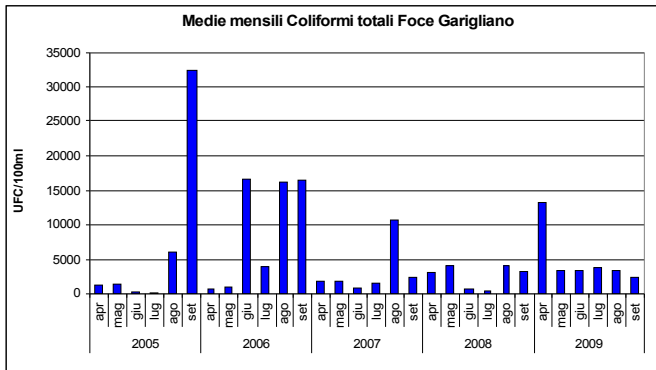
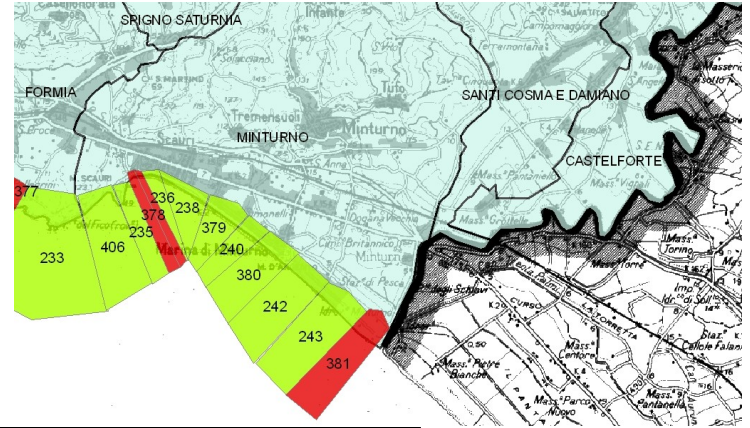
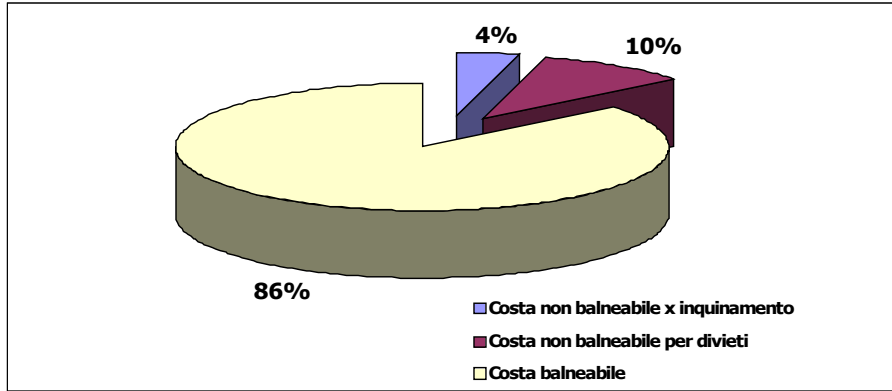
SCALA TROFICA	STATO	Classi di qualità
2-4	elevato	1
4-5	buono	2
5-6	mediocre	3
6-8	scadente	4

CAM



Risultati Acque di Balneazione

151 punti di campionamento per 184 Km di costa controllata



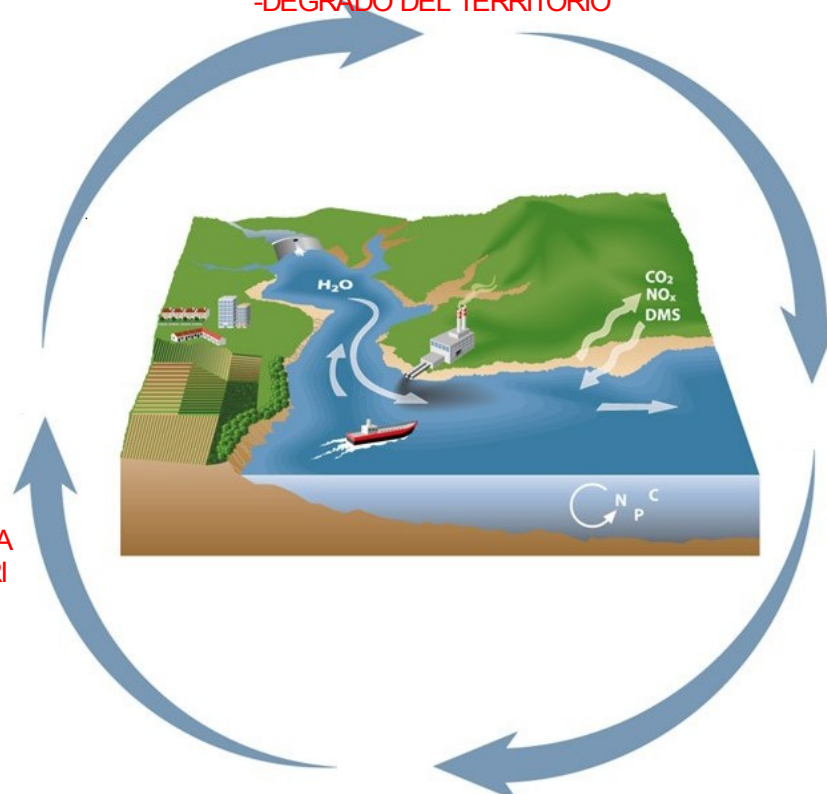
Sintesi della situazione ambientale del Golfo di Gaeta

STATO

- ELEVATE CONCENTRAZIONI DEI NUTRIENTI
- RIDOTTA QUALITA' DELLE ACQUE MARINE
- COMPROMISSIONE DELL'ECOSISTEMA MARINO COSTIERO
- DEPAUPERAMENTO DELLE RISORSE ITTICHE
- DEGRADO DEL TERRITORIO

PRESSIONI

- POPOLAZIONE RESIDENTE
- TURISMO
- ATTIVITA' INDUSTRIALI
- AGRICOLTURA
- ZOOTECNIA
- IMPIANTI DI DEPURAZIONE
- APPORTI FLUVIALI
- MARICOLTURA-MITILCOLTURA
- ATTIVITA' PORTUALI /MILITARI

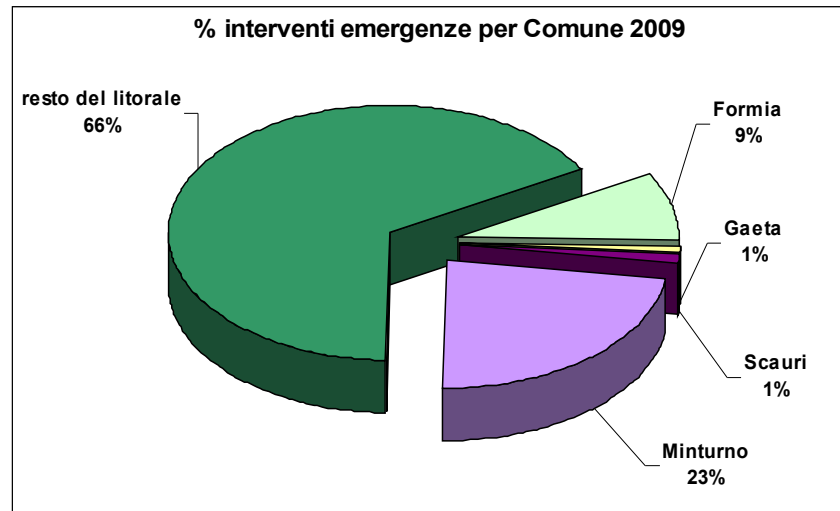


IMPATTI

RISPOSTE

IMPATTI

- FIORITURE ALGALI CON PROLIFERAZIONE DI SPECIE POTENZIALMENTE TOSSICHE
- PRESENZA DI SCHIUME, MUCILLAGINI E RIFIUTI SOLIDI
- MORIE DI ORGANISMI MARINI



SPECIE ALGALI POTENZIALMENTE TOSSICHE NEL GOLFO DI GAETA

La presenza di Dinoflagellati potenzialmente tossici è spesso sporadica e con valori modesti. E' comunque necessario tenere in considerazione la loro potenziale pericolosità anche a basse concentrazioni.

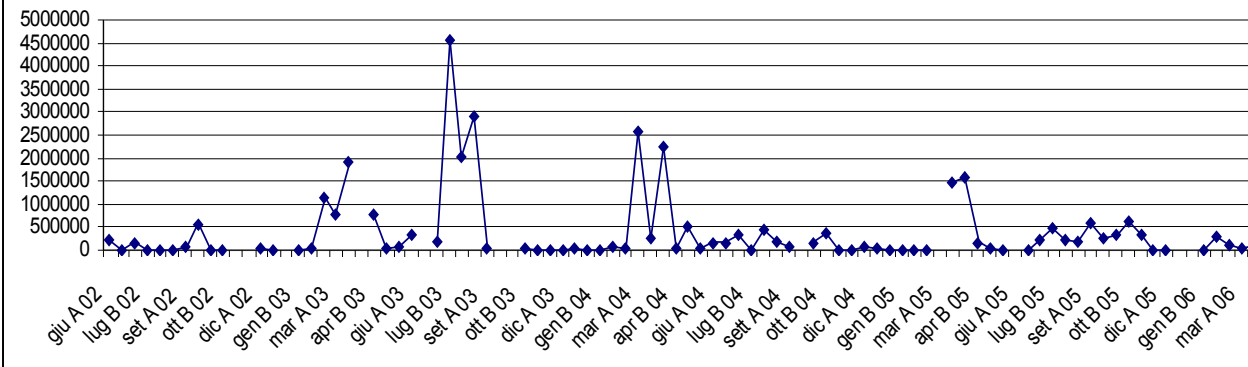
DINOFLAGELLATI TOSSICI

Akashiwo sanguinea
Alexandrium minutum
Dinophysis caudata
Dinophysis sacculus
Karenia spp.
Lingulodinium polyedrum
Polykrikos kofoidii
Prorocentrum minimum

Frequenti ed elevate sono le abbondanze delle Diatomee potenzialmente tossiche appartenenti al genere *Pseudo-nitzschia*.

L'andamento del genere presenta, a Monte d'Argento incrementi delle abbondanze nella stagione primaverile - estiva, ritenuti quindi periodi più rischiosi per l'accumulo nei mitili di acido domoico, tossina prodotta dalle specie tossiche del genere *Pseudo-nitzschia*.

Pseudo-nitzschia spp.



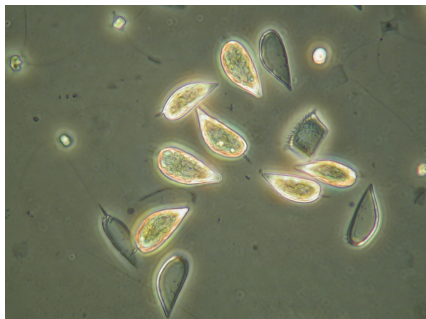
DIATOMEE TOSSICHE

Pseudo-nitzschia calliantha
Pseudo-nitzschia delicatissima
Pseudo-nitzschia fraudolenta
Pseudo-nitzschia galaxiae
Pseudo-nitzschia multistriata

EVENTI DI FIORITURA ALGALE NEL GOLFO DI GAETA

1. RAFIDOFICEE PLANCTONICHE ITTIOTOSSICHE

- Estate 1999. Fioriture della rafidoficea ittiotossica *Fibrocapsa japonica* (densità cellulari fino a 15×10^6 cell/l)



2. DINOFLAGELLATI E MICROFLAGELLATI PLANCTONICI NON TOSSICI CHE PROVOCANO COLORAZIONE DELLE ACQUE

- Maggio 2005. Fioriture di Microflagellati e del Dinoflagellato *Prorocentrum triestinum* con colorazione verde intenso delle acque.

3. DINOFLAGELLATI BENTONICI TOSSICI

- Dal 2002 ad oggi. Fioriture dei dinoflagellati bentonici potenzialmente tossici *Coolia monotis* e *Ostreopsis ovata* verificatesi nel periodo estivo con formazione di flocculi mucilluginosi di colore marrone ricoprenti completamente il fondale

Ostreopsis ovata risulta produttrice di un'analogo della Palitossina tra le biotossine più pericolose per l'uomo



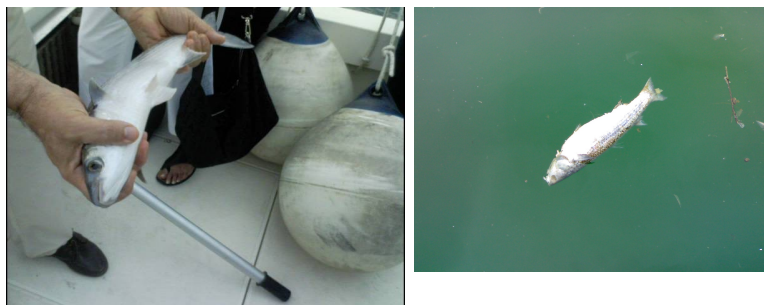
Emergenza moria di pesci nel golfo di Gaeta – estate 2006

Nei mesi di Giugno e Luglio del 2006 il tratto di mare compreso tra il Golfo di Gaeta e la Foce del Fiume Garigliano è stato interessato da un fenomeno di **moria di pesci** appartenenti principalmente alla famiglia dei **Mugilidi**.

ARPALazio ha intrapreso un'attività di monitoraggio con numerosi sopralluoghi effettuati anche con la Guardia Costiera di Gaeta e Formia, la Polizia Provinciale ed il Servizio di Igiene e Sanità Pubblica e Veterinario di Latina dell'area per seguire il fenomeno e cercare di individuarne le cause

Sono stati effettuati campionamenti di acqua e di pesci, con misure dei principali parametri chimico-fisici.

Inoltre, è stata elaborata una sintesi dello stato trofico del Golfo di Gaeta a partire dal 2001 utilizzando i dati provenienti dai monitoraggi in corso.



Le **analisi chimiche** effettuate in mare hanno mostrato valori elevati di azoto e fosforo, evidenziando un probabile inquinamento di natura organica, in alcuni casi verosimilmente in relazione alla presenza di materiale in decomposizione.

Acqua di mare									
	pH	OD (%)	Azoto Ammoniacale (µg/L)	Azoto Nitroso (µg/L)	Azoto Nitrico (µg/L)	Azoto Totale (µg/L)	Fosforo Totale (µg/L)	Ortofosfati (µg/L)	Salinità (ppt)
22/06/06	8,1	115,0	< 14	< 6	11,94	-	107,1	< 15	36,2
29/06/06	-	-	< 14	< 6	62,6	-	-	< 15	-
04/07/06									
1. Fiume Garigliano, 500m dalla costa	-	-	< 14	< 6	187,9	462,0	< 15	< 15	-
2. Monte d'Argento, 500m dalla costa	-	-	81	< 6	18,3	1.216,0	135,6	< 15	-
26/07/06									
1. Foce Fiume Garigliano,	7,5	108,6	< 14	< 6	523,0	590,0	30,9	< 15	7,4
2. Marina di Formia (Capo Sele)	8,2	99,7	< 14	< 6	33,0	498,5	57,7	< 15	-

I risultati delle **indagini microbiologiche** condotte sulle acque di mare hanno evidenziato il rispetto dei limiti imposti dal DPR 470/82 per le acque di balneazione (tranne per i campionamenti effettuati alla Foce del Garigliano) ed hanno rilevato la presenza di *Vibrio Parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* e *Vibrio alginolyticus*.

Le indagini diagnostiche effettuate dall'Istituto Zooprofilattico sui pesci catturati in stato di agonia hanno stabilito che la morte è stata causata da ***Photobacterium damsela* subsp. piscicida**. Il batterio in questione causa ingente mortalità sui pesci di allevamento e numerose segnalazioni di morie sono state riportate anche su pesci selvatici, in particolare su spigole e cefali. Stessa diagnosi era già stata effettuata nel mese di giugno su spigole provenienti da gabbie collocate in mare nel Golfo di Gaeta, in cui si era manifestata mortalità; è quindi ipotizzabile un passaggio del patogeno dall'allevato al selvatico e viceversa.

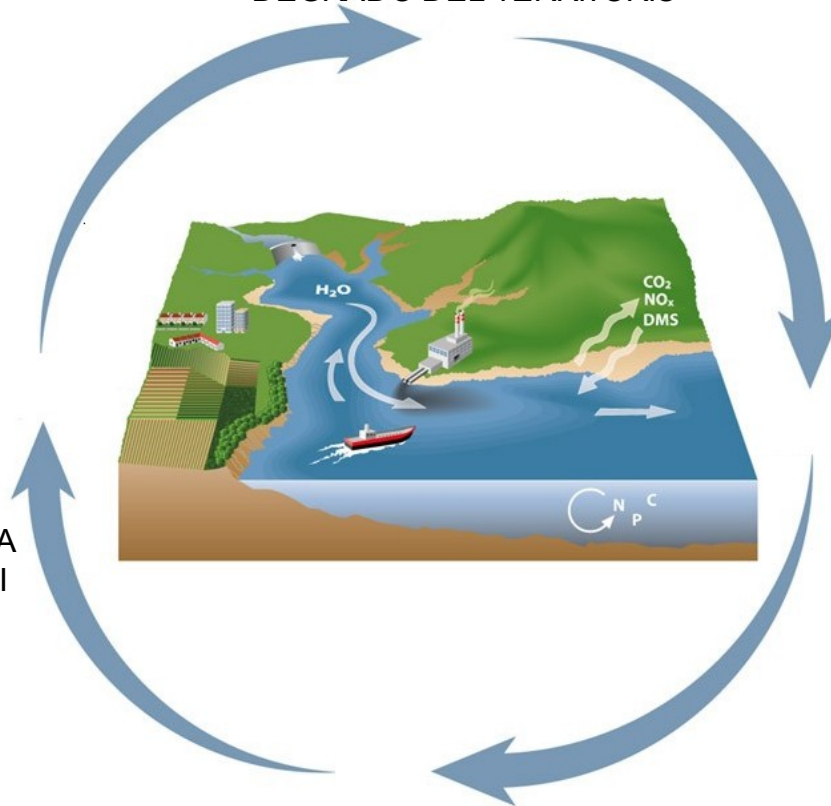
Sintesi della situazione ambientale del Golfo di Gaeta

STATO

- ELEVATE CONCENTRAZIONI DEI NUTRIENTI
- RIDOTTA QUALITA' DELLE ACQUE MARINE
- COMPROMISSIONE DELL'ECOSISTEMA MARINO COSTIERO
- DEGRADO DEL TERRITORIO

PRESSIONI

- POPOLAZIONE RESIDENTE
- TURISMO
- ATTIVITA' INDUSTRIALI
- AGRICOLTURA
- ZOOTECNIA
- IMPIANTI DI DEPURAZIONE
- APPORTI FLUVIALI
- MARICOLTURA-MITILICOLTURA
- ATTIVITA' PORTUALI/MILITARI



IMPATTI

- FIORITURE ALGALI CON PROLIFERAZIONE DI SPECIE POTENZIALMENTE TOSSICHE
- PRESENZA DI SCHIUME, MUCILLAGINI E RIFIUTI SOLIDI
- AUMENTO DEI RISCHI IGIENICO – SANITARI
- MORIE DI ORGANISMI MARINI

RISPOSTE

SOCIALI-NORMATIVE-POLITICHE AMBIENTALI

PROPOSTE DI MONITORAGGIO

- **Reticolato di stazioni di monitoraggio nell'area del Golfo di Gaeta**
 - **Analisi delle matrici Acqua, Sedimento e Biota**
- **Acquisizione dei parametri chimico - fisici in colonna d'acqua**
 - **Rilievi idrografici e idrodinamici**

ATTESA

Indicazioni scientificamente attendibili
sulle iniziative da intraprendere per la
riduzione degli impatti ed il
conseguente miglioramento della
qualità delle acque

