



ICRAM

**Piano di Monitoraggio per la Fase di esercizio
(primi 5 anni)
Terminale GNL (Porto Viro)**

Luglio 2008

INDICE

PREMESSA	1
CAPITOLO 1 – AREA DEL TERMINALE	2
1.1 COLONNA D’ACQUA	2
1.1.1 Misure oceanografiche in continuo.....	2
1.1.2 Misure correntometriche, idrologiche e prelievi di campioni di acqua	2
1.1.3 Indagini quali-quantitative del fitoplancton e zooplancton.....	3
1.2 BATIMETRIA E MORFOLOGIA	4
1.3 MORFOLOGIA A MICROSCALA	4
1.4 SEDIMENTI	6
1.5 COMUNITA’ BENTONICHE.....	7
1.5.1 Macrozoobenthos di fondi mobili	7
1.5.2 Meiobenthos di fondi mobili.....	7
1.6 SAGGI BIOLOGICI	9
1.7 BIOACCUMULO	10
1.7.1 Bioaccumulo in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	10
1.7.2 Bioaccumulo su specie di interesse per la pesca.....	11
1.8 BIOMARKER.....	12
1.8.1 Biomarker in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	12
1.8.2 Biomarker in specie di interesse per la pesca	12
1.9 POPOLAMENTI ITTICI	13
1.10 BIOACUSTICA	14
1.11 TELERILEVAMENTO	15
CAPITOLO 2 – SUBSTRATO MACROVACUOLARE, BARRIERA ARTIFICIALE E TEGNÙE	17
2.1 SUBSTRATO MACROVACUOLARE	17
2.2 BARRIERA ARTIFICIALE	17
2.3 TEGNÙE.....	17
CAPITOLO 3 - CONDOTTA OFFSHORE	19
3.1 COLONNA D’ACQUA	19
3.2. BATIMETRIA E MORFOLOGIA	19
3.3 SEDIMENTI	20
3.4 COMUNITÀ MACROZOOBENTONICHE DI FONDI DURI.....	20
3.5 BIOACCUMULO	21
3.5.1 Bioaccumulo in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	21
3.5.2 Bioaccumulo su <i>Chamelea gallina</i>	21
3.6 BIOMARKER.....	22
3.6.1 Biomarker in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	22
3.6.2 Biomarker in <i>Chamelea gallina</i>	23
CAPITOLO 4 – ZONA UMIDA	25
4.1 MORFOLOGIA DELLA LINEA DI COSTA.....	25
4.2 COLONNA D’ACQUA	25
4.3 SEDIMENTI	25
4.4 COMUNITÀ BENTONICHE	28
4.4.1 Macrozoobenthos di fondi mobili	28
4.4.2 Meiozoobenthos di fondi mobili	28

4.5 SAGGI BIOLOGICI	29
4.6 BIOACCUMULO	30
4.6.1 Bioaccumulo in <i>Mytilus galloprovincialis</i> in Laguna Vallona	30
4.6.2 Bioaccumulo su <i>Tapes philippinarum</i> in Laguna Vallona.....	30
4.6.3 Bioaccumulo su specie ittiche allevate	31
4.7 BIOMARKER	32
4.7.1 Biomarker in <i>Mytilus galloprovincialis</i> in Laguna Vallona	32
4.7.2 Biomarker in <i>Tapes philippinarum</i> in Laguna Vallona	32
4.7.3 Biomarker in specie ittiche allevate in Valle Bagliona.....	33
4.8 POPOLAMENTI A BIVALVI FILTRATORI (<i>Tapes philippinarum</i>).....	33
CAPITOLO 5. AGGIORNAMENTO BANCA DATI	35
CAPITOLO 6. RELAZIONI TECNICHE	36
QUADRO SINOTTICO	37

PREMESSA

Il presente piano di monitoraggio è stato strutturato sulla base della documentazione progettuale trasmessa da Terminale GNL ad ICRAM, e sulla base delle attività previste ed eseguite per le fasi di bianco e di cantiere.

Qualora, durante le indagini di monitoraggio, si evidenziassero particolari alterazioni ambientali, ICRAM si riserva di concordare con la Società eventuali integrazioni al piano di monitoraggio al fine di approfondire e definire i possibili effetti a breve e lungo termine delle suddette anomalie.

A ogni modo, ICRAM, in accordo con ARPAV, potrà, qualora lo ritenesse necessario, ridefinire il piano di monitoraggio sulla base dei risultati acquisiti nei primi due anni di cantiere.

CAPITOLO 1 – AREA DEL TERMINALE

1.1 COLONNA D'ACQUA

1.1.1 Misure oceanografiche in continuo

Il posizionamento, la manutenzione e la gestione della strumentazione oceanografica, da installare in prossimità del Terminale, nonché l'elaborazione dei dati, saranno a carico di Terminale GNL Adriatico S.r.l., secondo quanto precedentemente concordato con ICRAM e ARPAV.

1.1.2 Misure correntometriche, idrologiche e prelievi di campioni di acqua

Al fine di poter evidenziare gli eventuali impatti prodotti dallo scarico delle acque clorate e fredde prodotte dal Terminale, verranno eseguite **indagini idrologiche** e **prelievi di acqua di mare**.

In particolare per i primi due anni di esercizio si eseguiranno **2** campagne di monitoraggio, di cui la prima durante i mesi invernali e la seconda durante i mesi estivi, rispettivamente corrispondenti al periodo di massimo rimescolamento e massima stratificazione della colonna d'acqua. Dopo i primi due anni verrà valutata la possibilità di eseguire una sola campagna annuale.

Le indagini saranno eseguite in **21** stazioni (di cui **3** di controllo) disposte su una griglia a maglia sufficientemente fitta da garantire la massima risoluzione spaziale in prossimità del punto di scarico. Tali maglie andranno allargandosi con l'aumentare della distanza dal punto di scarico.

L'area indagata si estenderà fino a una distanza di circa 1,2 km dal punto di scarico.

Su ciascuna stazione saranno effettuati sia **Profili idrologici**, tramite sonda multiparametrica (CTD), per l'acquisizione di parametri quali *temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza della clorofilla a, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione*, sia prelievi di **campioni di acqua**, a tre diverse profondità, attraverso l'impiego di **bottiglie Niskin**, per le analisi di *solidi sospesi, sostanza organica particellata, idrocarburi totali, microbiologia (coliformi totali e fecali e streptococchi fecali)* e per l'analisi dei parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni nitrili e Alofenoli.

Verranno eseguite, inoltre, **misure di corrente** in ogni singola stazione.

I dati idrologici e quelli correntometrici acquisiti nei periodi di massima stratificazione e di massimo rimescolamento, consentiranno di caratterizzare l'ambiente dinamico. Il data set così acquisito verrà integrato con dati storici di moto ondoso e di marea nonché con i dati caratterizzanti le proprietà fisiche della plume e le relative modalità di emissione (flusso, frequenza di emissione, ecc.); tale data set verrà usato per far girare un modello matematico mediante il quale verranno

prodotti gli scenari di dispersione della plume in funzione delle principali condizioni meteomarine ovvero quelle statisticamente più significative.

1.1.3 Indagini quali-quantitative del fitoplancton e zooplancton

Per le indagini quali-quantitative del **fitoplancton e zooplancton** durante la fase di esercizio si prevedono **2** campagne di monitoraggio all'anno per il primo anno e **1** all'anno per i successivi 4 anni di esercizio. Per ogni campagna sono previste **4** stazioni di campionamento su due quote, coincidenti con alcune delle stazioni identificate per le indagini idrologiche lungo la plume.

I campionamenti saranno effettuati impiegando Bottiglie Niskin e retino da plancton.

1.2 BATIMETRIA E MORFOLOGIA

Le indagini geofisiche saranno eseguite **una volta** dopo 3 anni dal termine delle attività di posa del GBS e saranno condotte in un'area di forma quadrata di **3Mn** di lato orientata in direzione N-S, avente al centro il Terminale (Figura 1.2.1).

Per il **rilievo morfologico** mediante Side Scan Sonar si utilizzerà un range di acquisizione di 100m e un adeguato sistema di posizionamento, tale da garantire una precisione metrica. Inoltre dovrà essere eseguito un **rilievo batimetrico** mediante Multibeam, tale da garantire un elevato grado di precisione; lo strumento dovrà essere interfacciato con tutta la strumentazione necessaria (girobussola, compensatore di movimento, etc.) e sottoposto alle opportune calibrazioni.

Le indagini verranno condotte lungo rotte rettilinee e parallele tra loro, sufficientemente distanziate per ottenere un'adeguata sovrapposizione dei dati rilevati, sia per il Side Scan Sonar che per il Multibeam.

Le restituzioni cartografiche, alla scala di 1:5.000, dovranno produrre un fotomosaico, due carte batimetriche di dettaglio (con intervallo batimetrico di 0,25m e 0,50m) e una carta di sovrapposizione dei due rilievi.

1.3 MORFOLOGIA A MICROSCALA

Verranno eseguite le indagini mediante ROV (Remotely Operated Vehicle) **una volta** l'anno per 5 anni, lungo transetti nell'area del Terminale, sino a una distanza massima di 200/300 metri dalla struttura rocciosa che si estende lateralmente al piede del GBS, al fine di acquisire informazioni qualitative e visive relative a eventuali modifiche nella morfologia a microscala.

Le indagini verranno documentate mediante immagini fotografiche e/o filmati.

Inoltre al fine di ottenere ulteriori informazioni sulla morfologia a microscala, nell'area sarà condotto un rilievo morfologico mediante Side Scan Sonar con un range laterale di 50m, sino a una distanza di circa 500m dall'area di posa del Terminale. Tale indagine verrà eseguita una volta dopo 3 anni dal termine delle attività di posa del GBS, contestualmente alle attività indicate al paragrafo 1.2 e verranno prodotte le medesime tipologie di restituzioni cartografiche indicate al paragrafo 1.2.

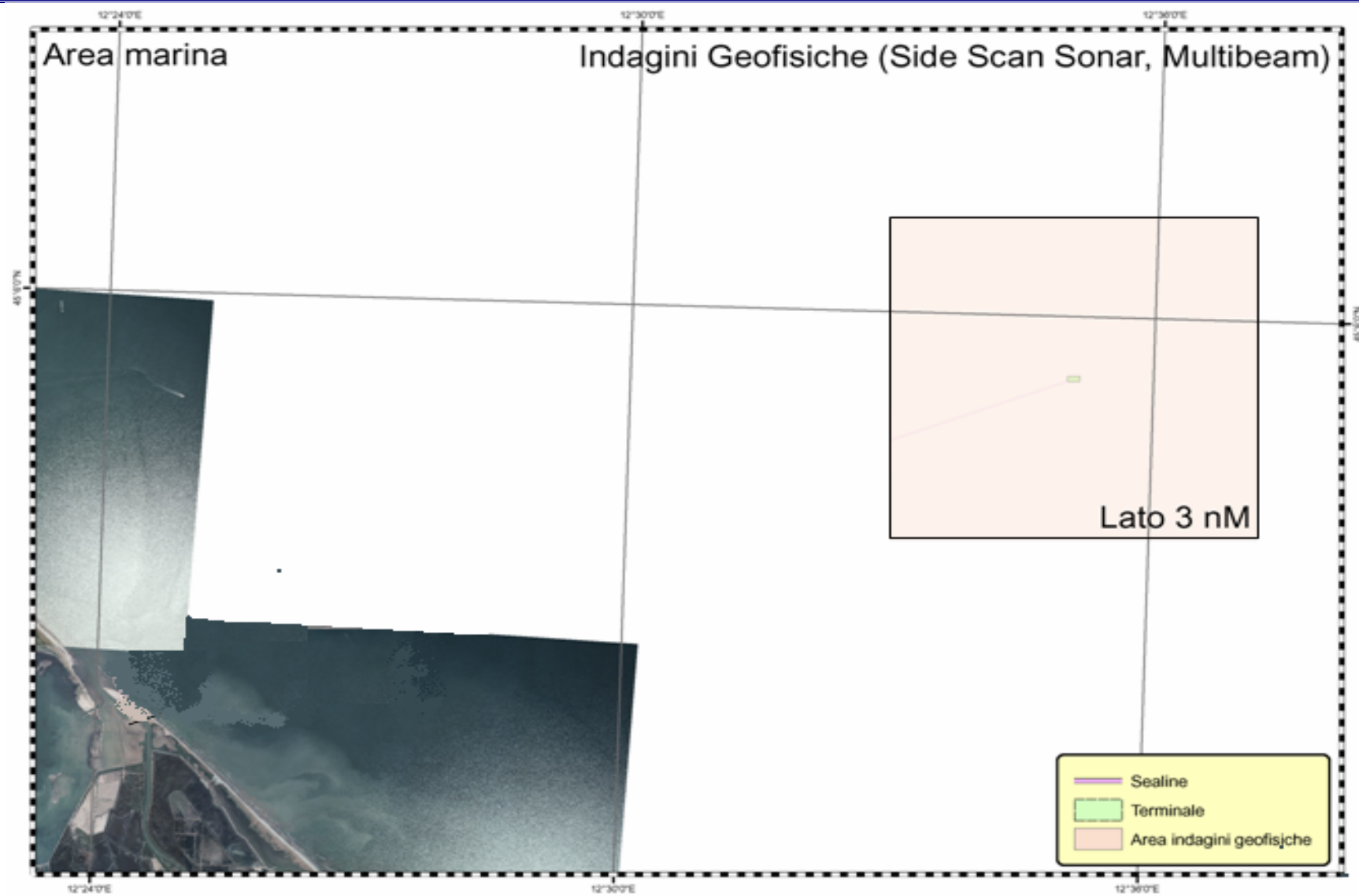


Figura 1.2.1: Aree da investigare mediante Side Scan Sonar e Multibeam nell'intorno del Terminale.

1.4 SEDIMENTI

Il campionamento dei sedimenti nell'area del Terminale sarà condotto **una** volta l'anno per **5** anni, in **18** stazioni, posizionate secondo uno schema radiale, in parte coincidenti con quelle identificate nelle precedenti fasi di bianco e cantiere; nel posizionamento delle stazioni si terrà conto dell'area di interdizione nell'intorno del GBS.

In un'area di controllo, a una distanza sufficiente da quella prevista per l'ubicazione del Terminale, saranno posizionate **3** stazioni.

Il prelievo del sedimento sarà effettuato mediante box corer o benna dotata di sportelli superiori; per ogni recupero dello strumento dovrà essere redatta una scheda di campionamento con i dati inerenti la stazione di campionamento e la descrizione macroscopica del sedimento (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali).

In ogni stazione dell'area del Terminale e di controllo sarà prelevato il solo **livello superficiale** (0-2 cm).

I campioni dovranno essere prelevati dal box corer o benna con una spatola di acciaio, al fine di evitare un'eventuale contaminazione, omogenizzati in opportuni contenitori di porcellana, o acciaio, e conservati in contenitori di plastica a una temperatura di +4°C, per le analisi granulometriche, e in contenitori di polietilene decontaminati a una temperatura di -20°, per le analisi chimiche, secondo quanto riportato in *A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*". *Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.*

I parametri da analizzare saranno i seguenti: granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, metalli pesanti (*Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Alluminio*), idrocarburi totali, IPA, PCB, sostanza organica totale, microbiologia (coliformi totali e fecali, streptococchi fecali), composti organostannici (TBT, DBT, MBT), carbonio organico totale (TOC) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli.

1.5 COMUNITA' BENTONICHE

Nell'ambito delle analisi della fauna bentonica verrà condotto lo studio del macrozoobenthos e del meiozoobenthos di fondi mobili.

1.5.1 Macrozoobenthos di fondi mobili

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos nell'area del Terminale sarà condotto semestralmente per **5** anni, in **18** stazioni (le medesime che verranno selezionate per la caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti).

In un'area di controllo, a una distanza sufficiente da quella prevista per l'ubicazione del Terminale e coincidente con quella selezionata per lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti, saranno posizionate ulteriori **3** stazioni.

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos dovrà essere eseguito utilizzando una benna Van Veen, con area di presa di 0,1 m² e capacità di 25 litri, eseguendo 2 repliche per ogni stazione di campionamento.

I campioni prelevati dovranno essere setacciati con maglia 1 mm per eliminare il sedimento, gli organismi saranno raccolti in appositi contenitori, fissandoli poi in formaldeide al 4%.

In laboratorio per ogni campione di macrozoobenthos si procederà: al lavaggio in acqua corrente e alla conservazione in etanolo al 75-80%; allo smistamento e divisione degli organismi nei principali taxa animali e alla determinazione sistematica fino a livello di specie, quando possibile, mediante stereomicroscopio da dissezione, microscopio ottico e test per il riconoscimento; alla registrazione delle abbondanze relative di ogni singolo taxon e quindi alla realizzazione di una lista specie completa. I dati così ottenuti dovranno essere elaborati con tecniche di statistica descrittiva e multivariata.

Per le metodologie e gli strumenti per il campionamento si potrà fare riferimento a *A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), "Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001* e *M.C. Gambi, M. Dappiano (eds), 2003 "Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo". SIBM.*

1.5.2 Meiobenthos di fondi mobili

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del meiozoobenthos nell'area del Terminale sarà condotto semestralmente per i primi **2** anni e una volta l'anno per i successivi **3** anni, in **10** stazioni, scelte tra quelle previste per lo studio del macrozoobenthos.

In un'area di controllo, a una sufficiente distanza da quella prevista per l'ubicazione del Terminale e coincidente con quella selezionata per lo studio delle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti, saranno posizionate ulteriori **3** stazioni.

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del meiobenthos dovrà essere eseguito utilizzando un Box corer oppure una benna Van Veen (area di presa di 0,1 m², capacità di 25 litri, e dotata di sportelli superiori), con l'ausilio di minicarote. Una volta recuperato lo strumento a bordo, i campioni saranno prelevati utilizzando minicarote trasparenti, per permettere anche l'analisi del colore e quindi valutare la dimensione dello strato ossigenato e/o la presenza di eventuali strati anossici in superficie. Per ogni stazione dovranno essere effettuate due repliche.

Una volta raccolti i campioni, sarà necessario conservarli in soluzioni fissative e a temperatura idonea, per cui la meiofauna riesca a sopravvivere fino a quando non verrà effettuata l'estrazione e l'analisi degli organismi.

L'estrazione degli organismi della meiofauna dal sedimento viene effettuato mediante l'utilizzo di diversi setacci, prima per separare la meiofauna dalla macrofauna (due setacci con vuoti di maglia di 0,5 mm e di 1 mm) e poi setacci idonei per trattenere e concentrare la componente meiobentonica. Il materiale così raccolto sarà sottoposto a centrifugazione (con l'aggiunta di Ludox, se la granulometria del sedimento associato lo richiede) e filtrato sul setaccio con vuoto di maglia minore un certo numero di volte, per avere la sicurezza di estrarre il 98-100% degli organismi presenti nel campione. Infine, dopo un risciacquo in acqua, il materiale sarà conservato in appositi contenitori con formalina al 4% e Rosa Bengala per colorare gli organismi.

La fase successiva sarà quella del riconoscimento e conteggio degli organismi. Per fare ciò sarà necessario l'utilizzo di uno stereomicroscopio, con almeno 25X di ingrandimento e un microscopio ottico con ingrandimenti superiori.

I dati così ottenuti dovranno essere elaborati con tecniche di statistica descrittiva e multivariata.

Le metodologie e gli strumenti per il campionamento sono riportate nel dettaglio in *M.C. Gambi, M. Dappiano (eds), 2003 "Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo". SIBM.*

.

1.6 SAGGI BIOLOGICI

Saranno eseguiti saggi biologici sulle acque **2** volte l'anno per i primi due anni e annualmente per i restanti tre anni, in **4** campioni di acqua marina prelevati in prossimità del Terminale e in **1** campione prelevato dall'area di riferimento.

I saggi biologici sui sedimenti verranno eseguiti **una** volta l'anno per 5 anni, in **13** stazioni, di cui **10** in corrispondenza delle stazioni selezionate per la caratterizzazione chimico fisica dell'area del Terminale e **3** selezionate nell'area di riferimento.

Il prelievo del sedimento sarà effettuato, mediante box- corer o benna dotata di sportelli superiori utilizzando i primi 5 cm superficiali. I campioni, conservati alla temperatura di 4°C, dovranno essere analizzati entro 10 giorni dalla data di campionamento.

L'esecuzione dei saggi di tossicità sarà finalizzata a testare la matrice solida (sedimento) e la matrice liquida associata al sedimento (acque interstiziali o elutriati).

Per tale scopo sarà utilizzata una batteria di saggi biologici costituita complessivamente da quattro specie-test, per singolo campione, filogeneticamente distanti e rappresentative di livelli trofici differenti:

- **alghe** (*Dunaliella tertiolecta* o *Phaeodactylum tricornutum*);
- **batteri** (*Vibrio fischeri*);
- **crostacei** (*Tigriopus fulvus* o *Corophium orientale*);
- **echinodermi** (*Paracentotus lividus*).

L'attribuzione della specie alla specifica matrice sarà valutata in base alle caratteristiche granulometriche del sedimento e al suo grado di idratazione.

Alcune procedure analitiche di riferimento nazionale, contenenti indicazioni sulle metodiche utilizzate sono riportate in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), "Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001. e SIBM, 2001. Atti della giornata di studio: "Indagini ecotossicologiche negli ambienti marini costieri in riferimento al D.L. 152/99" - Vol.8 – fasc. 2 – 2001.

1.7 BIOACCUMULO

Saranno condotte analisi di bioaccumulo sul bivalve filtratore *Mytilus galloprovincialis* e su specie di interesse per la pesca.

1.7.1 Bioaccumulo in *Mytilus galloprovincialis*

Lo studio di biomonitoraggio su *Mytilus galloprovincialis*, nell'area intorno al sito di posa del Terminale, verrà effettuato mediante l'impiego di organismi trapiantati secondo quanto riportato in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), "Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma.

Si prevedono **4** campionamenti stagionali per il **primo** anno e **2** campionamenti all'anno per i successivi **4** anni, in **due** siti di trapianto nell'area dove è posizionato il Terminale, e in **un'area di controllo** coincidente con il sito da cui provengono i mitili naturali.

In ciascun sito verrà trapiantato un numero di individui compresi tra 200 e 300, di taglia approssimativamente tra il 70 e il 90% delle dimensioni massime della popolazione da cui sono raccolti; il periodo di esposizione, che garantisce il raggiungimento delle condizioni di equilibrio, sarà di circa 4 settimane al termine del quale gli organismi verranno recuperati, immediatamente dissezionati (almeno 10 organismi, per tipologia di analisi, suddivisi in 3-5 *pool* ciascuno costituito dalle intere parti molli di 6-10 animali) e conservati a una temperatura di -20° fino al momento dell'analisi, secondo quanto riportato in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), *Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.

Per ciascun pool-campione si predispongono una scheda recante le specifiche del campionamento e la registrazione dei parametri, quali il numero di organismi considerato, la lunghezza media delle valve ed il peso del pool-campione.

Per la stima del bioaccumulo su *Mytilus galloprovincialis* è prevista la determinazione di metalli (Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco), IPA, PCB, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), analisi microbiologiche (coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali e salmonella), i parametri biometrici e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli.

1.7.2 Bioaccumulo su specie di interesse per la pesca

Si prevede di effettuare campionamenti per l'analisi di bioaccumulo di specie di interesse per la pesca nell'ambito delle attività previste per lo studio degli stock ittici (vedi paragrafo 1.9).

Nella fase di esercizio si prevede la raccolta di specie di interesse per la pesca in **2** stazioni, di cui una di controllo, **due** volte l'anno per **cinque** anni.

Il campionamento di specie di interesse per la pesca sarà effettuato mediante reti da posta, quali tramaglio.

All'interno delle catture, che verranno effettuate in ciascuna stazione, saranno selezionate **2** differenti specie possibilmente rappresentative dei comparti bentonici, demersali e pelagici, su cui saranno prelevati 2 organi o tessuti.

I campioni verranno pesati e misurati per la valutazione dei parametri biometrici e successivamente suddivisi in sub-campioni per la determinazione dei parametri chimici.

Per la stima del bioaccumulo, eseguita per ogni specie su muscolo e fegato, è prevista la determinazione di metalli (*Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, PCB, composti organostannici (TBT, DBT, MBT); le analisi microbiologiche (*coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali e salmonella*) saranno eseguite solo sul muscolo degli organismi. Infine verranno analizzati i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli, da eseguire solo sul muscolo.

1.8 BIOMARKER

Le analisi dei biomarker verranno effettuate sugli organismi trapiantati (*M. galloprovincialis*) e su **una** specie di interesse per la pesca (pesce o crostaceo), parallelamente alle indagini di bioaccumulo (paragrafo 1.7.1 e 1.7.2).

1.8.1 Biomarker in *Mytilus galloprovincialis*

Secondo quanto già descritto al paragrafo 1.7.1, si prevedono **4** campionamenti **stagionali** per il **primo** anno e **2** campionamenti semestrali per i successivi **4** anni, in **due** siti di trapianto nell'area dove è posizionato il Terminale, e in **un'area di controllo** coincidente con il sito da cui provengono i mitili naturali.

I biomarker saranno analizzati al tempo zero (subito dopo il prelievo) nei mitili della popolazione naturale e al termine del periodo di traslocazione in quelli trapiantati nei due siti dell'area del Terminale e nel sito di controllo.

In ciascun sito verrà trapiantato un numero di individui compreso tra 200 e 300, di taglia approssimativamente tra il 70% e il 90% delle dimensioni massime della popolazione da cui sono raccolti. Il periodo di esposizione, che garantisce il raggiungimento delle condizioni di equilibrio, sarà di circa 4 settimane al termine del quale gli organismi verranno recuperati e immediatamente dissezionati: le ghiandole digestive di circa 50 organismi verranno suddivise in 10 pool e fissate in azoto liquido. Un certo numero di individui vivi (almeno 20 per sito) verrà rapidamente trasportato in laboratorio (secondo procedure collaudate che non creano disturbi all'organismo) per le analisi del danno genotossico e della stabilità lisosomiale da effettuare su emociti vitali.

Per tutti gli organismi utilizzati in questo studio saranno raccolti e registrati i parametri morfometrici delle valve (peso e lunghezza) e dei tessuti.

Le analisi prevedono biomarker di risposta a “specifiche classi” di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, composti organofosforici e carbammati): metallotioneine (MT), proliferazione perossisomiale (PP) e attività dell'acetilcolinesterasi (AChE) e biomarker “aspecifici”: destabilizzazione delle membrane lisosomiali (DML), accumulo di prodotti di perossidazione, stress ossidativo e danno al DNA.

1.8.2 Biomarker in specie di interesse per la pesca

Una sola specie di interesse per la pesca (pesce o crostaceo), tra quelle campionate durante le attività di valutazione degli stock ittici e caratterizzate per quanto concerne il bioaccumulo di

contaminanti chimici (paragrafo 1.7.2), sarà selezionata per lo studio dei biomarker in base alle caratteristiche biologiche, ecologiche e trofiche.

La raccolta di specie di interesse per la pesca sarà effettuata in **2** stazioni, di cui una di controllo, **due** volte l'anno per **cinque** anni.

Subito dopo il prelievo gli organismi saranno dissezionati e i principali tessuti (fegato o epatopancreas, cervello, muscolo e sangue o emolinfa) rapidamente fissati in azoto liquido. Tutti i parametri morfometrici relativi agli organismi campionati saranno registrati su apposite schede.

I biomarker che si analizzeranno in questi organismi riflettono l'avvenuta esposizione a specifiche classi di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, organoalogenati, organofosforici e carbammati) e/o l'insorgenza di specifici effetti biologici di rilevanza tossicologica e sanitaria (tra cui quelli genotossici, carcinogeni e di distruzione dei sistemi ormonali): tali biomarker prevedono l'analisi delle metallotioneine (MT), citocromo P450 (CYP450), acetilcolinesterasi (AChE), induzione della vitellogenina (VTG), stress ossidativo e danni al DNA.

1.9 POPOLAMENTI ITTICI

L'attività di monitoraggio verrà svolta sia su macroscale che su microscale. Il monitoraggio su macroscale caratterizzerà i popolamenti presenti in un'area estesa intorno al Terminale, mentre quello su microscale valuterà le caratteristiche dei popolamenti presenti nell'area dove è posizionato il GBS.

Il monitoraggio su **macroscale** verrà effettuato **2** volte con cadenza **semestrale** per 5 anni, in **due** siti di studio posti in prossimità dell'area di posa del Terminale e in **un** sito di controllo, utilizzando il *rapido* come attrezzo da traino.

Mentre il monitoraggio su **microscale** sarà effettuato **2** volte l'anno per **5** anni, in **2** stazioni, di cui **1** di controllo, utilizzando reti da posta quali *tramaglio* o *barracuda*.

Le catture provenienti dall'indagine su macroscale e dall'indagine su microscale verranno classificate tassonomicamente e per ciascuna specie verranno rilevati i dati biometrici (peso e lunghezza). Per le indagini a microscale verranno date indicazioni sul sesso e stadio maturativo. La loro composizione verrà analizzata per ottenere vari indici ecologici di comunità utili a evidenziare eventuali modificazioni nei popolamenti.

1.10 BIOACUSTICA

Il rumore, prodotto in acqua dalle attività di esercizio del Terminale di rigassificazione, può avere impatti negativi su diversi gruppi animali, in particolare su invertebrati, pesci e mammiferi marini; sono noti anche impatti su uccelli marini o di acque salmastre (limicoli e anatidi).

In letteratura sono riportati effetti di diminuzione della crescita, di deprivazione del territorio (fuga), di distacco involontario dal substrato e quindi di diminuzione del pescato per specie ittiche e molluschi. Per i mammiferi marini gli effetti vanno dalle modifiche comportamentali significative alla morte indotta da rumori persistenti ad alta intensità.

I mammiferi marini e le tartarughe sono specie protette secondo la legge italiana (Legge 391 del 11/10/2001; Decreto Ministero Ambiente del 3/5/89); inoltre, i cetacei e le tartarughe sono specie protette anche secondo alcuni importanti trattati internazionali ratificati dall'Italia: Ramsar Convention on Wetlands 1971; Convention on Migratory Species (Bonn Convention) 1979; Convention on Biological Diversity 1992; Barcellona Convention 1995.

Il Marine Mammal Protection Act e tutte le decisioni in materia di impatto ambientale acustico (tipo DEIS) hanno recentemente dettato i seguenti valori limite per la salvaguardia dei mammiferi marini:

- 190 dB re $1\mu\text{Pa}^2$ -s per le modifiche comportamentali;
- 195 dB re $1\mu\text{Pa}^2$ -s per l'inizio del TTS (Temporary Threshold Shift) (alterazione temporanea dell'udito, danno fisiologico);
- 215 dB re $1\mu\text{Pa}^2$ -s per l'inizio del PTS (Permanent Threshold Shift) (alterazione permanente dell'udito, danno fisico).

Nel merito delle attività di esercizio del Terminale di rigassificazione verrà specificatamente monitorato il rumore prodotto a) dal Terminale stesso e, b) dalle navi gasiere e naviglio in traffico da e verso il Terminale al fine di stimare il rischio acustico per l'ambiente circostante.

Per le applicazioni sarà necessario tenere presente sia le caratteristiche fisiche del fondale che la propagazione sonora, il range in frequenza e gli effetti cumulativi della durata delle emissioni sonore.

Qualora si verificassero superamenti dei valori limite per la salvaguardia dei mammiferi marini, ICRAM si riserva di integrare il piano di monitoraggio con censimenti visivi di questi popolamenti.

Si prevede di effettuare, complessivamente, **2** campagne semestrali nel primo anno e una campagna annuale nei rimanenti 4 anni. Le misure avverranno secondo i seguenti criteri:

- misure di pressione acustica con banda da 12 Hz a 48 KHz, effettuate con idrofono calibrato;
- misure oceanografiche per determinare la portata acustica;
- modellizzazione per determinare raytracing;

- modellizzazione per determinare TL (transmission loss);
- rendering su bande di ottava e/o intero range di frequenza.

1.11 TELERILEVAMENTO

In questa fase si propone di continuare a monitorare le variabili chimico-fisiche quali la clorofilla, la materia organica disciolta (DOM), i solidi sospesi e la temperatura superficiale (SST).

I primi tre parametri verranno estrapolati dall'analisi delle immagini satellitari colorimetriche (ottiche) e in particolare quelle a medio/bassa risoluzione MODIS (1.1 km) ed eventualmente anche ad alta risoluzione (300 m) collezionate dal sensore MERIS. A queste si aggiungeranno anche alcune immagini ad altissima risoluzione IKONOS.

Per quanto riguarda l'ultima variabile, si analizzeranno le immagini di temperatura superficiale collezionate dal sensore a medio/bassa risoluzione (1.1 km) AVHRR.

La variazione dei parametri suddetti verrà restituita sottoforma di mappa tematica con relativa descrizione dei singoli tematismi. Tali mappe tematiche saranno realizzate su scala locale e regionale. Durante il periodo di esercizio, per quanto riguarda le immagini ottiche esse verranno aggiornate con frequenza mensile (circa 1/2 immagini al mese) al fine di ottenere un andamento stagionale mentre per quelle termiche verranno processate le medie mensili. Le suddette analisi sono dipendenti dalla disponibilità dei dati telerilevati e dalle condizioni metereologiche di acquisizione, qualora le stesse possano essere limitanti per l'acquisizione del dato.

Si prevede di seguire le seguenti fasi di lavoro:

- FASE 1** Analisi dei dati colorimetrici provenienti dai sensori MODIS ed eventualmente MERIS. Estrapolazione, attraverso l'applicazione di algoritmi sviluppati appositamente per il bacino mediterraneo, degli andamenti stagionali della clorofilla, al fine di monitorarne le variazioni.
- FASE 2** Analisi delle immagini IKONOS al fine di monitorare la linea di costa e la sua eventuale erosione.
- FASE 3** Analisi delle immagini collezionate dal sensore NOAA-AVHRR, relative ai passaggi notturni sul Mediterraneo, attraverso l'applicazione di metodologie statistiche per l'elaborazione dei dati satellitari oceanografici per l'estrapolazione delle medie mensili delle temperature superficiali (SST).
- FASE 4** Analisi funzionale alla correlazione, per le date di campionamento, dei dati telerilevati con i dati quali-quantitativi raccolti *in situ* relativi alla colonna d'acqua

mediante l'utilizzo delle mappe satellitari della concentrazione di clorofilla e della temperatura superficiale nell'area investigata.

FASE 5 Analisi funzionale alla correlazione delle mappe satellitari della concentrazione di clorofilla e della temperatura superficiale relative alla fase di bianco con quelle relative alla fase di esercizio.

CAPITOLO 2 – SUBSTRATO MACROVACUOLARE, BARRIERA ARTIFICIALE E TEGNÙE

Sarà studiato e monitorato il substrato macrovacuolare, la barriera artificiale e le “*Tegnùe*” ubicati in prossimità dell’area del Terminale. Le “*Tegnùe*”, sono state individuate mediante le indagini morfologiche eseguite con Side Scan Sonar, nell’area del Terminale durante la fase di bianco.

2.1 SUBSTRATO MACROVACUOLARE

Verranno eseguite indagini qualitative mediante l’utilizzo di un ROV (Remotely Operated Vehicle), per la verifica dei popolamenti ittici e delle comunità macrobentoniche di fondi duri.

Verranno eseguite **3** campagne con cadenza quadrimestrale per il primo anno e **2** campagne all’anno per i successivi.

2.2 BARRIERA ARTIFICIALE

Per l’indagine qualitativa dei popolamenti ittici e delle specie macrobentoniche sessili e vagili della barriera artificiale, si utilizzeranno tecniche di indagine "non distruttive", mediante l’utilizzo di un ROV (Remotely Operated Vehicle), **3** volte con cadenza quadrimestrale per il primo anno e **2** volte per gli anni successivi, in modo da descrivere la composizione delle comunità.

Con la medesima frequenza verranno eseguite campagne di pesca mediante attrezzi da posta (tramaglio e/o barracuda) per la valutazione quali-quantitativa delle risorse ittiche.

Inoltre verrà valutata l’opportunità di posizionare una telecamera fissa, sulla barriera al fine di acquisire immagini in continuo del popolamento ittico e bentonico circostante, e un sistema sonar per valutare la variazione spazio temporale della biomassa.

2.3 TEGNÙE

Saranno studiate e monitorate **2** “*Tegnùe*” selezionate tra quelle già individuate durante la fase di bianco, di cui **una** prossima all’area del Terminale ed **una** da utilizzare come controllo.

Per l’indagine qualitativa dei popolamenti ittici e delle specie macrobentoniche sessili e vagili delle “*Tegnùe*”, si utilizzeranno tecniche di indagine "non distruttive", mediante l’utilizzo di un ROV (Remotely Operated Vehicle), **3** volte con cadenza approssimativamente quadrimestrale per il primo anno e **2** volte per gli anni successivi, in modo da descrivere la composizione delle comunità. Ciò

permetterà un confronto temporale e spaziale con un'area a “*Tegnùe*” di simile estensione ma distante dalla zona di influenza del Terminale, utilizzata come controllo.

Inoltre verrà valutata l'opportunità di posizionare telecamere fisse sulle Tegnùe al fine di acquisire immagini in continuo del popolamento ittico e bentonico circostante, e un sistema sonar per valutare la variazione spazio temporale della biomassa.

CAPITOLO 3 - CONDOTTA OFFSHORE

3.1 COLONNA D'ACQUA

Lungo il tracciato della condotta si prevede il posizionamento di **6** stazioni nelle quali effettuare, con frequenza annuale per 5 anni, i **profili idrologici** mediante sonda multiparametrica (CTD) per l'acquisizione di parametri quali *temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza della clorofilla a, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione*, e i prelievi di **campioni di acqua**, a un unico livello di profondità, attraverso l'impiego di **bottiglie Niskin** per le analisi dei parametri indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli.

Le stazioni verranno opportunamente posizionate al fine di monitorare gli eventuali impatti prodotti dai composti cloroorganici.

3.2. BATIMETRIA E MORFOLOGIA

Le indagini geofisiche saranno effettuate lungo la condotta offshore **dopo 3 anni** dal termine della posa del GBS, contestualmente alle medesime indagini previste nell'area del Terminale, in un'unica campagna, in un corridoio ampio 1 km, con la condotta al centro dell'area di indagine. Verso costa la profondità minima di rilievo sarà di circa 3-4m, compatibilmente con la capacità operativa dell'imbarcazione.

Per il **rilievo morfologico** mediante Side Scan Sonar si utilizzerà un range di acquisizione di 100m e un adeguato sistema di posizionamento, tale da garantire una precisione metrica. Il **rilievo batimetrico** mediante Multibeam dovrà garantire un elevato grado di precisione, lo strumento dovrà essere integrato con tutta la strumentazione necessaria (girobussola, compensatore di movimento, etc) e sottoposto alle opportune calibrazioni.

Dovranno essere condotte rotte rettilinee e parallele tra loro, sufficientemente distanziate per ottenere una adeguata sovrapposizione dei dati rilevati, sia per il Side Scan Sonar che per il Multibeam.

Le restituzioni cartografiche, alla scala di 1:5.000, dovranno prevedere un fotomosaico, due carte batimetriche di dettaglio (con intervallo batimetrico di 0,25m e 0,50m) e una carta di sovrapposizione dei due rilievi.

3.3 SEDIMENTI

Il prelievo dei sedimenti sarà effettuato, **una** volta l'anno per almeno 5 anni, in **10** stazioni, da posizionare lungo la condotta.

Il prelievo del sedimento sarà effettuato mediante box corer o benna dotata di sportelli superiori; per ogni recupero dello strumento dovrà essere redatta una scheda di campionamento con i dati inerenti la stazione di campionamento e la descrizione macroscopica del sedimento (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali).

In ogni stazione sarà prelevato solo il **livello superficiale** (0-2 cm).

I campioni dovranno essere prelevati dal box corer o dalla benna con una spatola di acciaio, al fine di evitare un'eventuale contaminazione, omogenizzati in opportuni contenitori di porcellana o acciaio e conservati in contenitori di plastica a una temperatura di +4°C, per le analisi granulometriche, e in contenitori di polietilene decontaminati a una temperatura di -20°, per le analisi chimiche, secondo quanto riportato in *A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), "Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.*

I parametri da analizzare saranno i seguenti: granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, metalli pesanti (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo*), idrocarburi totali, IPA, sostanza organica totale, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), carbonio organico totale (TOC) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetonitrili e Alofenoli.

3.4 COMUNITÀ MACROZOOBENTONICHE DI FONDI DURI

Il prelievo dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos sarà condotto **annualmente**, in **10** stazioni, coincidenti con quelle in cui verranno campionati i sedimenti.

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del macrobenthos di fondi mobili e le analisi in laboratorio saranno eseguite secondo le stesse modalità riportate nel paragrafo 1.5.1, relativo all'area del Terminale.

3.5 BIOACCUMULO

Saranno eseguite analisi di bioaccumulo su due specie di bivalvi filtratori, il mitilo *Mytilus galloprovincialis* e la vongola *Chamelea gallina*.

3.5.1 Bioaccumulo in *Mytilus galloprovincialis*

Saranno effettuati **2** campionamenti semestrali nel primo anno e **1** campagna annuale nei 4 anni successivi, su organismi allevati (*Mytilus galloprovincialis*) provenienti da **due** differenti campi situati a una distanza di circa 3-4 km da costa in vicinanza della condotta offshore.

I mitili dovranno essere campionati in modo da selezionare un numero di almeno 300 individui, di taglia approssimativamente tra il 70 e il 90% delle dimensioni massime della popolazione da cui sono raccolti.

Per ciascuna tipologia di analisi vanno considerati circa 10 organismi, rapidamente dissezionati, suddivisi in 3-5 replicati, per ciascun pool, e conservati a una temperatura di -20° fino al momento dell'analisi, secondo quanto riportato in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), "Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)". Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.

Per ciascun pool-campione verrà predisposta una scheda recante le specifiche del campionamento e la registrazione dei parametri, quali il numero di organismi considerato, la lunghezza media delle valve e il peso del pool-campione.

Le analisi chimiche per la stima del bioaccumulo su *Mytilus galloprovincialis*, saranno effettuate sui seguenti parametri: metalli (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli. Inoltre saranno effettuate analisi di parametri microbiologici, quali streptococchi fecali, salmonella e colibatteri.

3.5.2 Bioaccumulo su *Chamelea gallina*

Verranno effettuati **2** campionamenti semestrali nel primo anno e **1** campagna annuale nei 4 anni successivi, nell'ambito delle attività previste per lo studio di dinamica delle popolazioni della specie di vongole *Chamelea gallina*. In totale si prevedono **3** stazioni, lungo il tratto di condotta offshore compreso tra 0 e 10 m di profondità.

In ciascuna stazione saranno prelevati circa 10 organismi per tipologia di indagine da suddividere in 3-5 replicati.

Il campionamento delle vongole sarà effettuato mediante apparecchiature idonee, quali turbosoffianti.

I campioni verranno pesati e misurati per la valutazione dei parametri biometrici e successivamente suddivisi in sub-campioni per la determinazione dei parametri chimici.

Per la stima del bioaccumulo su *C. gallina* è prevista la determinazione di metalli (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, composti organostannici (TBT, DBT, MBT) e dei parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetonitrili e Alofenoli. Inoltre saranno effettuate analisi di parametri microbiologici, quali streptococchi fecali, salmonella e colibatteri.

3.6 BIOMARKER

Le analisi dei biomarker verranno effettuate su due bivalvi di interesse commerciale, il mitilo *Mytilus galloprovincialis* e la vongola *Chamelea gallina*, parallelamente all'indagine del bioaccumulo.

3.6.1 Biomarker in *Mytilus galloprovincialis*

Le analisi di biomarker nei mitili della specie *Mytilus galloprovincialis* verranno effettuate mediante **2** campionamenti semestrali nel primo anno e **1** campagna annuale nei **4** anni successivi, su organismi di **due** allevamenti posti in prossimità del tracciato della condotta offshore, descritti nel paragrafo 3.5.1.

Secondo quanto già descritto verranno campionati circa 300 mitili per punto di campionamento, di taglia corrispondente a circa il 70-90% della dimensione massima della popolazione. Subito dopo il prelievo saranno dissezionati 50 organismi e le ghiandole digestive, suddivise in 10 *pools* ciascuno con i tessuti di 5 individui, saranno rapidamente fissate in azoto liquido. Un certo numero di individui vivi (almeno 20 per sito) verrà rapidamente trasportato in laboratorio (secondo procedure collaudate che non creano disturbi all'organismo) per le analisi del danno genotossico e della stabilità lisosomiale da effettuare su emociti vitali.

Per tutti gli organismi utilizzati in questo studio saranno raccolti e registrati i parametri morfometrici delle valve (peso e lunghezza) e dei tessuti.

Le analisi prevedono biomarker di risposta a “specifiche classi” di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, composti organofosforici e carbammati): metallotioneine (MT), proliferazione perossisomiale (PP) e attività dell'acetilcolinesterasi (AChE) e biomarker “aspecifici”:

destabilizzazione delle membrane lisosomiali (DML), accumulo di prodotti di perossidazione, stress ossidativo e danno al DNA.

3.6.2 Biomarker in *Chamelea gallina*

Per l'analisi dei biomarker sulla vongola *Chamelea gallina* si prevedono **2** campionamenti semestrali nel primo anno e **1** campagna annuale nei 4 anni successivi. In totale si prevedono **3** stazioni, lungo il tratto di condotta offshore compreso tra 0 e 10 m di profondità.

Il campionamento delle vongole sarà effettuato mediante apparecchiature idonee quali turbosoffianti.

Subito dopo il prelievo saranno dissezionati 60 organismi e le ghiandole digestive, suddivise in 10 *pools* ciascuno con i tessuti di 6 individui, e rapidamente fissate in azoto liquido. Un certo numero di individui vivi (almeno 20 per sito) verrà rapidamente trasportato in laboratorio (secondo procedure collaudate che non creano disturbi all'organismo) per le analisi del danno genotossico e della stabilità lisosomiale da effettuare su emociti vitali.

Per tutti gli organismi utilizzati in questo studio saranno raccolti e registrati i parametri morfometrici delle valve (peso e lunghezza) e dei tessuti.

Le analisi prevedono biomarker di risposta a “specifiche classi” di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, composti organofosforici e carbammati): metallotioneine (MT), proliferazione perossisomiale (PP) e attività dell'acetilcolinesterasi (AChE) e biomarker “aspecifici”: destabilizzazione delle membrane lisosomiali (DML), accumulo di prodotti di perossidazione, stress ossidativo e danno al DNA.



3.7 POPOLAMENTI A BIVALVI FILTRATORI (*Chamelea gallina*)

Le indagini sui popolamenti di bivalvi naturali verranno condotte durante **2** campionamenti semestrali nel primo anno e **1** campagna annuale nei 4 anni successivi, in **3** stazioni posizionate lungo il tratto di condotta offshore compreso tra 0 e 10 m di profondità.

Il campionamento sarà effettuato mediante apparecchiature idonee quali turbosoffianti.

Le catture effettuate verranno classificate da un punto di vista tassonomico e per ciascuna specie verranno rilevati i dati biometrici (peso e lunghezze valvari). Tali rilevamenti potranno dare indicazioni sulla composizione, la dinamica del popolamento e la sua consistenza. Inoltre verranno effettuati test di sopravvivenza all'aria e calcolato l'indice di condizione (IC) per valutare lo stato fisiologico dei bivalvi in relazione a eventuali fonti di stress.

CAPITOLO 4 – ZONA UMIDA

4.1 MORFOLOGIA DELLA LINEA DI COSTA

Si prevede di effettuare con cadenza **annuale**, un rilievo topografico di dettaglio della linea di riva, mediante l'utilizzo di una Stazione totale, GPS Geodetico (RTK), che interesserà un tratto di costa esposta al moto ondoso di circa 2,5 km di lunghezza.

4.2 COLONNA D'ACQUA

Si prevede il posizionamento di **5** stazioni in **Laguna Vallona** e **3** in **Valle Bagliona**, nelle quali effettuare, con frequenza annuale, misure idrologiche (temperatura, conducibilità, pH, fluorescenza, trasparenza, ossigeno disciolto, potenziale di ossidoriduzione) mediante sonda multiparametrica (CTD). Inoltre verranno prelevati campioni di acqua superficiale, mediante campionatori manuali, per la determinazione dei parametri indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetonitrili e Alofenoli.

4.3 SEDIMENTI

Il prelievo dei sedimenti nell'area della **Laguna Vallona**, sarà effettuato **annualmente**, in **10** stazioni, selezionate tra quelle individuate nella fase di bianco e di cantiere.

In ogni stazione sarà prelevato solo il **livello superficiale** (0-2 cm).

Il prelievo dei sedimenti nell'area della **Valle Bagliona** sarà effettuato **annualmente**, in **4** stazioni, selezionate tra quelle individuate nella fase di bianco e di cantiere.

In ogni stazione sarà prelevato solo il **livello superficiale** (0-2 cm).

Il prelievo del sedimento sarà effettuato mediante benna manuale; per ogni recupero dello strumento dovrà essere redatta una scheda di campionamento con i dati inerenti la stazione di campionamento e la descrizione macroscopica del sedimento (caratteristiche fisiche, colore, odore, grado di idratazione, presenza di resti vegetali o frammenti conchigliari, eventuali variazioni cromatiche e dimensionali).

I campioni dovranno essere prelevati dalla benna con una spatola di acciaio inossidabile, al fine di evitare un'eventuale contaminazione, omogenizzati in opportuni contenitori di porcellana o acciaio inox e conservati in contenitori di plastica a una temperatura di +4°C, per le analisi granulometriche, e in contenitori di polietilene decontaminati a una temperatura di -20°, per le

analisi chimiche, secondo quanto riportato in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), “*Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*”. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.

I parametri da analizzare saranno i seguenti: granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, metalli pesanti (Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo), idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, sostanza organica totale, microbiologia (coliformi totali e fecali, streptococchi fecali), composti estrogenici (estradiolo, estrone, nonilfenolo, ottilfenolo, benzofenone), composti organostannici (TBT, DBT, MBT), carbonio organico totale (TOC) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli.

Nello specifico le analisi dei composti estrogenici verranno eseguite solamente in **4** campioni di sedimento della **Laguna Vallona** e in **2** campioni della **Valle Bagliona**.

Inoltre, saranno condotte, **una** sola volta nell'arco del primo anno, complessivamente su **5** campioni di sedimento superficiale, di cui **3** prelevati lungo il tracciato della condotta nella **Laguna Vallona** e **2** prelevati lungo il tracciato della condotta in **Valle Bagliona**, indagini di speciazione, per determinare la specifica forma chimica con la quale gli elementi in traccia sono distribuiti nel sedimento.

Tali indagini saranno eseguite mediante l'impiego delle procedure di seguito indicate.

Procedura di Estrazione Sequenziale

Arrivo del campione umido in laboratorio.

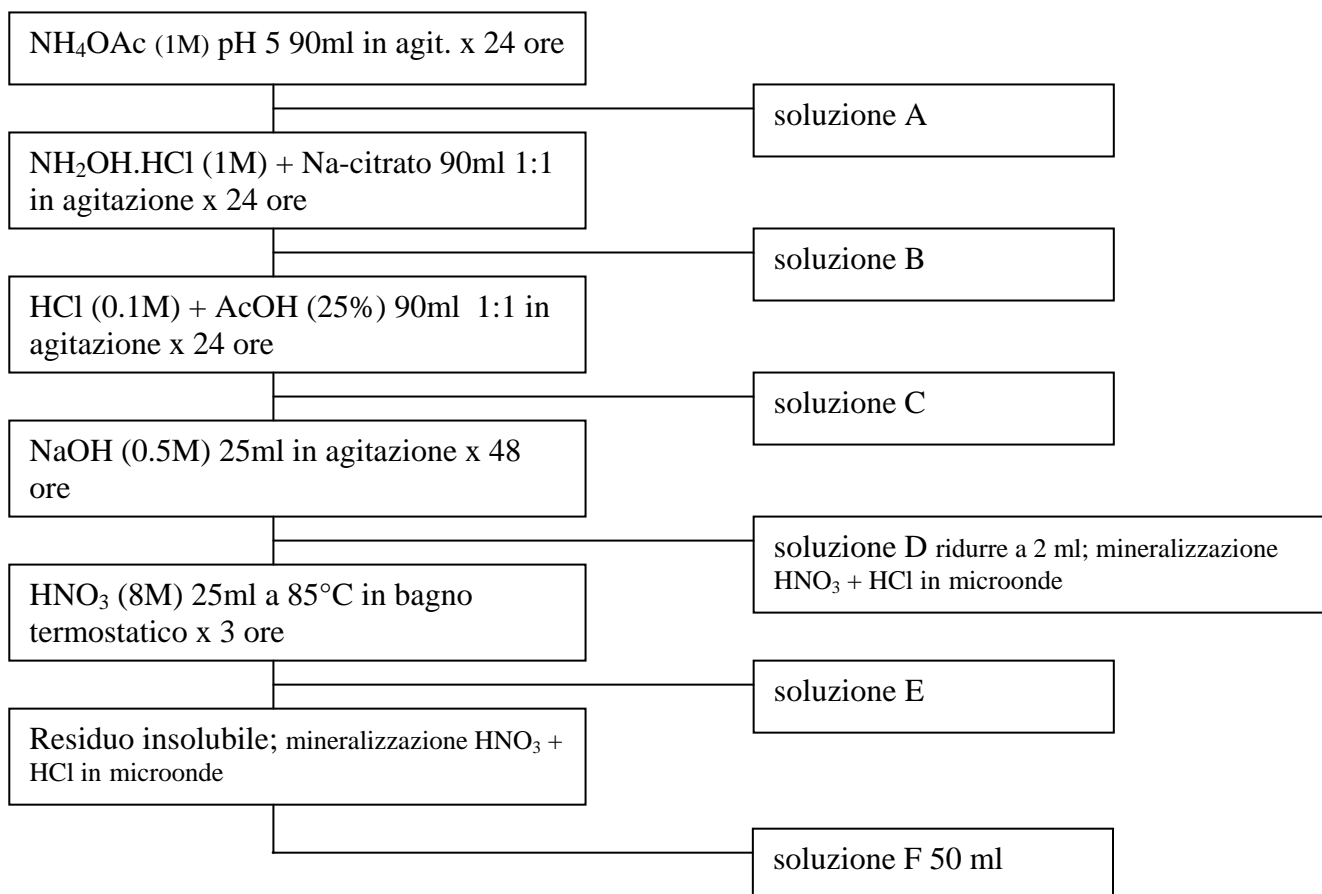
1. Prelievo dei subcampioni ed essiccamento in stufa a 35°C per 48 ore.
2. Macinazione e completa omogenizzazione dei campioni essiccati.
3. Ripartizione delle aliquote per digestione totale ed estrazioni sequenziali.
4. Mineralizzazione ed **estrazioni sequenziale**.

Mineralizzazione:

La digestione con miscela di acidi forti a caldo (HNO₃ e HCl 3:1) in forno a microonde consente di determinare il contenuto totale di metallo presente nel sedimento.

Estrazioni sequenziali:

La distribuzione dei metalli nei sedimenti viene valutata attraverso una procedura di estrazioni sequenziali con i seguenti volumi e tempi. Da ogni *step* si ricava una soluzione e un residuo sul quale si procede con l'estrante successivo. Dopo il recupero della soluzione, previa centrifugazione, e prima dell'aggiunta dell'estrante successivo, si effettua un lavaggio, da eliminare, con acqua distillata. Su ogni soluzione viene eseguita la determinazione dei metalli sotto elencati.



5. Lettura delle soluzioni con assorbimento atomico e/o plasma induttivamente accoppiato per i seguenti metalli: As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn.

4.4 COMUNITÀ BENTONICHE

Lo studio della fauna bentonica verrà eseguito nella **Laguna Vallona** e nella **Valle Bagliona**, e riguarderà le sue componenti del macrozoobenthos e del meiozoobenthos di fondi mobili.

4.4.1 Macrozoobenthos di fondi mobili

Il prelievo dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos di fondi mobili nell'area della **Laguna Vallona**, sarà effettuato **2** volte per il primo anno e **1** volta per i successivi, in **10** stazioni coincidenti con quelle investigate per le analisi fisico-chimiche.

Il prelievo dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos di fondi mobili nell'area della **Valle Bagliona** sarà effettuato una volta l'anno, in **4** stazioni coincidenti con quelle investigate per le analisi fisico-chimiche.

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del macrozoobenthos verrà eseguito utilizzando una benna da 10 L, prelevando 2 bennate per ogni singola replica, con 3 repliche per ciascuna stazione.

Le analisi di laboratorio saranno eseguite secondo le stesse modalità riportate nel paragrafo 1.5.1

4.4.2 Meiozoobenthos di fondi mobili

Il campionamento sarà eseguito **2** volte per il primo anno e **1** volta per i successivi, in **5** stazioni nella **Laguna Vallona**, selezionate tra quelle campionate per il macrozoobenthos.

Il prelievo dei sedimenti per lo studio del meiozoobenthos di fondi mobili nell'area della **Valle Bagliona** sarà effettuato **annualmente** in **2** stazioni, selezionate tra quelle campionate per il macrozoobenthos.

Il campionamento dei sedimenti per lo studio del meiozoobenthos dovrà essere eseguito utilizzando una benna Van Veen o manualmente con l'ausilio di minicarote trasparenti, per permettere anche l'analisi del colore e quindi valutare la dimensione dello strato ossigenato e/o la presenza di eventuali strati anossici in superficie. Per ogni stazione dovranno essere effettuate almeno due repliche.

Le analisi in laboratorio saranno eseguite secondo le modalità riportate nel paragrafo 1.5.2.

4.5 SAGGI BIOLOGICI

Verranno eseguiti saggi biologici complessivamente su **7** campioni di sedimento prelevati **annualmente**, di cui **5** nella **Laguna Vallona** e **2** nella **Valle Bagliona**, in corrispondenza di alcune delle stazioni selezionate per le indagini chimico-fisiche dei sedimenti.

Il prelievo del sedimento sarà effettuato mediante benna manuale utilizzando i primi 5 cm superficiali.

I campioni, conservati alla temperatura di 4°C, dovranno essere analizzati entro 10 giorni dalla data di campionamento.

L'esecuzione dei saggi di tossicità sarà finalizzata a testare la matrice solida (sedimento) e la matrice liquida associata al sedimento (acque interstiziali o elutriati).

Per tale scopo sarà utilizzata una batteria di saggi biologici costituita complessivamente da quattro specie-test per singolo campione, filogeneticamente distanti e rappresentative di livelli trofici differenti:

- **alghe** (*Dunaliella tertiolecta* o *Phaeodactylum tricornutum*);
- **batteri** (*Vibrio fischeri*);
- **crostacei** (*Tigriopus fulvus* o *Corophium orientale*);
- **echinodermi** (*Paracentrotus lividus*).

L'attribuzione della specie alla specifica matrice sarà valutata in base alle caratteristiche granulometriche del sedimento e al suo grado di idratazione.

Alcune procedure analitiche di riferimento nazionale, contenenti indicazioni sulle metodiche utilizzate sono riportate in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), “*Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003)*”. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001 e SIBM, 2001. *Atti della giornata di studio: “Indagini ecotossicologiche negli ambienti marini costieri in riferimento al D.L. 152/99” - Vol.8 – fasc. 2 – 2001.*

4.6 BIOACCUMULO

Nella zona umida saranno eseguite analisi di bioaccumulo su *Mytilus galloprovincialis* e *Tapes philippinarum* nella **Laguna Vallona** e su specie ittiche di interesse per la pesca in **Valle Bagliona**.

4.6.1 Bioaccumulo in *Mytilus galloprovincialis* in Laguna Vallona

Saranno eseguiti **2** campionamenti all'anno per cinque anni, in **2** banchi naturali, selezionando un numero di almeno 300 individui, di taglia approssimativamente tra il 70% e il 90% delle dimensioni massime della popolazione raccolta; il periodo di esposizione dovrà coincidere con il periodo di massima maturazione presunta.

Per ciascuna tipologia di analisi vanno considerati circa 10 organismi, suddivisi in 3-5 replicati, per ciascun *pool*, e conservati a una temperatura di -20° fino al momento dell'analisi, secondo quanto riportato in A.M. Cicero & I. Di Girolamo (eds), *Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001-2003). Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM©ICRAM, Roma 2001.*

Per ciascun *pool*-campione verrà predisposta una scheda recante le specifiche del campionamento e la registrazione dei parametri, quali il numero di organismi considerato, la lunghezza media delle valve e il peso del *pool*-campione.

Le analisi chimiche riguarderanno i seguenti parametri: metalli (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), paraclorodibenzodiossine (PCDD) e paraclorodibenzofurani (PCDF) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli. Verranno inoltre effettuate le analisi di parametri microbiologici quali streptococchi fecali, salmonelle e colibatteri.

4.6.2 Bioaccumulo su *Tapes philippinarum* in Laguna Vallona

Nella **Laguna Vallona** verranno effettuate indagini sui popolamenti di *Tapes philippinarum* presenti nell'area di allevamento intensivo (Penisola Santa Margherita) e nell'area di allevamento estensivo presente nel resto della laguna. Nello specifico si prevedono **4** stazioni di campionamento complessive. Saranno eseguiti **2** campionamenti **semestrali** per cinque anni mediante l'utilizzo di un rastrello manuale (*rasca*) o meccanizzato (*rusca*), prelevando in ogni stazione circa 10 organismi, per tipologia di indagine, da suddividere in 3-5 replicati.

I campioni verranno pesati e misurati per la valutazione dei parametri biometrici e successivamente suddivisi in sub-campioni per la determinazione dei parametri chimici.

Per la stima del bioaccumulo sulle *Tapes philippinarum* è prevista la determinazione di metalli (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), paraclorodibenzodiossine (PCDD) e paraclorodibenzofurani (PCDF) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoniitrili e Alofenoli.

Verrà inoltre effettuata l'analisi di parametri microbiologici quali streptococchi fecali, salmonelle e colibatteri.

4.6.3 Bioaccumulo su specie ittiche allevate

Si effettuerà **1** campionamento annuale di organismi (**2** specie, **2** taglie, **1** organo) per **5** anni contestualmente alla pesca nei lavorieri. All'interno delle catture gli organismi saranno divisi per classi di taglia omogenee, corrispondenti a individui della stessa età. I campioni verranno pesati e misurati per la valutazione delle parametri biometrici e successivamente suddivisi in sub-campioni per la determinazione dei parametri chimici.

Per la stima del bioaccumulo su specie di interesse per la pesca sarà prevista la determinazione di metalli (*Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco*), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT) ed estrogenici (estradiolo, estrone, nonilfenolo, ottilfenolo, benzofenone), paraclorodibenzodiossine (PCDD) e paraclorodibenzofurani (PCDF) e i parametri aggiuntivi indicati dalla UE, quali Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoniitrili e Alofenoli. Verrà inoltre effettuata l'analisi di parametri microbiologici quali streptococchi fecali, salmonelle e colibatteri.

4.7 BIOMARKER

Le analisi dei biomarker verranno effettuate sul mitilo *Mytilus galloprovincialis* e sulla vongola *Tapes philippinarum* presenti nella **Laguna Vallona**, e su una delle specie ittiche (la spigola, *Dicentrarchus labrax*) allevate nella **Valle Bagliona**, parallelamente alle indagini di bioaccumulo (vedi paragrafo 4.6).

4.7.1 Biomarker in *Mytilus galloprovincialis* in Laguna Vallona

Saranno eseguiti **2** campionamenti **semestrali**, per **5** anni, in **2** banchi naturali, selezionando circa 300 mitili per punto di campionamento, di taglia corrispondente a circa il 70-90% della dimensione massima della popolazione campionata. Subito dopo il prelievo saranno dissezionati 50 organismi e le ghiandole digestive, suddivise in 10 *pools* ciascuno con i tessuti di 5 individui, e rapidamente fissate in azoto liquido. Un certo numero di individui vivi (almeno 20 per sito) verrà rapidamente trasportato in Laboratorio (secondo procedure collaudate che non creano disturbi all'organismo) per le analisi del danno genotossico e della stabilità lisosomiale da effettuare su emociti vitali.

Per tutti gli organismi utilizzati in questo studio saranno raccolti e registrati i parametri morfometrici delle valve (peso e lunghezza) e dei tessuti.

Le analisi prevedono biomarker di risposta a “specifiche classi” di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, composti organofosforici e carbammati): metallotioneine (MT), proliferazione perossisomiale (PP) e attività dell'acetilcolinesterasi (AChE) e biomarker “aspecifici”: destabilizzazione delle membrane lisosomiali (DML), accumulo di prodotti di perossidazione, stress ossidativo e danno al DNA.

4.7.2 Biomarker in *Tapes philippinarum* in Laguna Vallona

Saranno eseguiti **2** campionamenti **semestrali**, per **5** anni, in **4** stazioni complessive distribuite tra l'allevamento intensivo e l'allevamento estensivo, parallelamente a quelle previste per le indagini di bioaccumulo (paragrafo 4.6.2).

Il campionamento delle vongole sarà effettuato mediante l'utilizzo di rastrelli manuali o meccanizzati.

Subito dopo il prelievo saranno dissezionati 60 organismi e le ghiandole digestive, suddivise in 10 *pools* ciascuno con i tessuti di 6 individui, e rapidamente fissate in azoto liquido. Un certo numero di individui vivi (almeno 20 per sito) verrà rapidamente trasportato in Laboratorio (secondo procedure collaudate che non creano disturbi all'organismo) per le analisi del danno genotossico e della stabilità lisosomiale da effettuare su emociti vitali.

Per tutti gli organismi utilizzati in questo studio saranno raccolti e registrati i parametri morfometrici delle valve (peso e lunghezza) e dei tessuti.

Le analisi prevedono biomarker di risposta a “specifiche classi” di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, composti organofosforici e carbammati): metallotioneine (MT), proliferazione perossisomiale (PP) e attività dell’acetilcolinesterasi (AChE) e biomarker “aspecifici”: destabilizzazione delle membrane lisosomiali (DML), accumulo di prodotti di perossidazione, stress ossidativo e danno al DNA.

4.7.3 Biomarker in specie ittiche allevate in Valle Bagliona

Il campionamento degli organismi verrà effettuato secondo quanto già descritto nel paragrafo 4.6.3. Si effettuerà **1** campionamento di organismi (**1** specie, **2** taglie) annualmente, per **5** anni, contestualmente alla pesca nei lavorieri.

Gli organismi saranno campionati per classi di taglia omogenee, pesati e misurati per la valutazione dei parametri biometrici e successivamente suddivisi in sub-campioni per la determinazione dei biomarker. Subito dopo il prelievo gli organismi saranno dissezionati e i principali tessuti (fegato, cervello, muscolo e sangue) rapidamente fissati in azoto liquido.

I biomarker che si analizzeranno in questi organismi riflettono l’avvenuta esposizione a specifiche classi di inquinanti (metalli, idrocarburi policiclici aromatici, organoalogenati, organofosforici e carbammati) e/o l’insorgenza di specifici effetti biologici di rilevanza tossicologica e sanitaria (tra cui quelli genotossici, carcinogeni e di distruzione dei sistemi ormonali): tali biomarker prevedono l’analisi delle metallotioneine (MT), citocromo P450 (CYP450), acetilcolinesterasi (AChE), induzione della vitellogenina (VTG), stress ossidativo e danni al DNA.

4.8 POPOLAMENTI A BIVALVI FILTRATORI (*Tapes philippinarum*)

Le indagini sui popolamenti di molluschi verranno effettuate **2** volte con cadenza **semestrale** per **5** anni, in **4** stazioni in **Laguna Vallona**, tali da monitorare sia l’area di allevamento intensivo di *Tapes philippinarum* presente in prossimità della penisola S. Margherita, sia l’area di allevamento estensivo presente nel resto della laguna. Tali indagini saranno condotte mediante l’utilizzo di un rastrello manuale (rasca) o meccanizzato (rusca). Le catture effettuate verranno classificate da un punto di vista tassonomico e per ciascuna specie verranno rilevati i dati biometrici (peso e lunghezze valvari). Tali rilevamenti potranno dare indicazioni sulla composizione, la dinamica del popolamento e la sua consistenza.

Inoltre verranno effettuati test di sopravvivenza all'aria e calcolato l'indice di condizione (IC) per valutare lo stato fisiologico dei bivalvi in relazione a eventuali fonti di stress.



CAPITOLO 5. AGGIORNAMENTO BANCA DATI

In considerazione delle prescrizioni fornite dai Decreti autorizzativi (DEC/VIA 4407 del 30.12.1999 e dal DEC/VIA 866 del 8.10.2004), che prevedono *la progettazione di una stazione di raccolta dati relativa alle attività di monitoraggio ambientale*, è stata creata una banca dati specifica in cui inserire tutti i dati derivanti dalle attività di caratterizzazione e monitoraggio previste dal Piano di Monitoraggio ICRAM.

Tale banca dati raccoglie e gestisce i dati prodotti da ICRAM relativi al monitoraggio ambientale dell'area marina (Terminale, condotta *offshore* e “*Tegnùe*”) e della zona umida.

La banca dati sarà inoltre uniformemente georeferenziata e dettagliatamente documentata, per la predisposizione di un unico Sistema Informativo Territoriale (GIS).

ICRAM provvederà all'aggiornamento della banca dati riguardo i dati acquisiti durante la fase di esercizio per l'area del Terminale, della condotta *offshore*, delle “*Tegnùe*” e della zona umida; verrà inoltre assicurata una costante gestione del database che consentirà di selezionare, scaricare, elaborare e visualizzare i dati immagazzinati.



CAPITOLO 6. RELAZIONI TECNICHE

E' prevista la stesura di relazioni tecniche scientifiche relativamente ai risultati delle indagini di monitoraggio per le singole aree di studio.



QUADRO SINOTTICO

Area Terminale

TIPOLOGIA DI INDAGINE		AREA DI INDAGINE/STAZIONI	PARAMETRO	STRUMENTAZIONE	FREQUENZA	CAMPAGNE TOTALI 5 ANNI
Colonna d'acqua	<i>Terminale</i>	18 stazioni (3 quote) sulla plume dello scarico	Profili idrologici, correntometria, solidi sospesi, sostanza organica particellata, idrocarburi totali, microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoniitrili e Alofenoli. Modello di dispersione	Sonda multiparametrica Bottiglia Niskin Correntometro	2 campagne/anno per i primi 2 anni, 1 campagna l'anno per i 3 anni successivi	7
	<i>Controllo</i>	3 stazioni (3 quote)				
	<i>Terminale e Controllo</i>	4 stazioni (2 quote)	Fitoplancton e zooplancton	Bottiglia Niskin Retino da plancton	2 campagne/anno per il primo anno, 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6
Batimetria Morfologia		3Mn x 3Mn	Batimetria Morfologia	Side Scan Sonar - Multibeam	Dopo 3 anni dal termine del cantiere	1
Morfologia a microscala		Transetti nell'intorno del terminale	Morfologia a microscala	R.O.V	1 campagna/anno per 5 anni	5
		Sino a 500m dal GBS		Side Scan Sonar	Dopo 3 anni dal termine del cantiere	1



Sedimenti	<i>Area terminale</i>	18 stazioni	Granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, metalli pesanti (Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, Ba, Fe, Al, Mn), composti organostannici (TBT, DBT, MBT), idrocarburi totali, IPA, PCB, sostanza organica totale, microbiologia, TOC, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni nitrili e Alofenoli	Box corer	0-2cm	1 campagna/anno per 5 anni	5
	<i>Area controllo</i>	3 stazioni					
Macrozoobenthos	<i>Area terminale</i>	18 stazioni	Analisi quali-quantitativa della comunità macrozoobentonica di fondi mobili		Benna	2 campagne semestrali/anno per 5 anni	10
	<i>Area controllo</i>	3 stazioni					
Meiobenthos	<i>Area terminale</i>	10 stazioni	Analisi quali-quantitativa della comunità meiozoobentonica di fondi mobili		Box corer Minicarote	2 campagne/anno per i primi 2 anni 1 campagna/anno per i 3 anni successivi	7
	<i>Area controllo</i>	3 stazioni					
Saggi biologici	<i>Area Terminale Acqua</i>	4 stazioni	Batteria di saggi biologici composta da 4 specie-test		Bottiglia Niskin	2 campagne/anno per i primi 2 anni, 1 campagna l'anno per i 3 anni successivi	7
	<i>Area controllo Acqua</i>	1 stazioni					
	<i>Area Terminale Sedimento</i>	10 stazioni	Batteria di saggi biologici composta da 4 specie-test		Box corer 1 livello (0-5 cm)	1 campagna/anno per 5 anni	5
	<i>Area controllo Sedimento</i>	3 stazioni					



Bioaccumulo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 area Terminale 1 di controllo	Metalli pesanti (As, Ba, Cd, Cr totale, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, PCB, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli, parametri biometrici	Trapianto di mitili in reti di nylon, strutture plastiche o acciaio inossidabile. Raccolta manuale	4 campagne/anno per il primo anno 2 campagne/anno per i 4 anni successivi	12
	<i>Pesca</i>	2 stazioni (di cui 1 di controllo)	Metalli pesanti (As, Ba, Cd, Cr totale, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, PCB, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli (2 specie)	Rete da posta	2 campagne/anno per 5 anni	10
Biomarkers	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 area Terminale 1 di controllo	MT, PP, AChE, destabilizzazione lisosomiale, danni DNA stress ossidativo, perossidazione lipidica	Trapianto di mitili in reti di nylon, strutture plastiche o acciaio inossidabile. Raccolta manuale	4 campagne/anno per il primo anno 2 campagne/anno per i 4 anni successivi	12
	<i>Pesca</i>	2 stazioni (di cui 1 di controllo)	MT, CYP450, AChE, VTG, Stress Ossidativo, danni DNA (1 specie)	Rete da posta	2 campagne/anno per 5 anni	10
Pesca	<i>Macroscala</i>	2 area Terminale 1 controllo	Quali-quantitativo	Rapido	2 campagne/anno per 5 anni	10
	<i>Microscala</i>	2 stazioni (di cui 1 di controllo)	Quantitativo	Tramaglio/barracuda	2 campagne/anno per 5 anni	10



Bioacustica	area Terminale	Misure di pressione acustica con banda da 12Hz a 48Hz, portata acustica, determinazione TL, rendering	Idrofono	2 campagne per il primo anno, 1 campagna per i 4 anni successivi	6
Telerilevamento	area Terminale	Temperatura superficiale, Clorofilla, Solidi sospesi, Sostanza organica disciolta	Immagini satellitari	-	-



Substrato macrovacuolare, Barriera artificiale e Tegnùe

TIPOLOGIA DI INDAGINE	AREA DI INDAGINE/STAZIONI	PARAMETRO	STRUMENTAZIONE	FREQUENZA	CAMPAGNE TOTALI 5 ANNI
SUBSTRATO MACROVACUOLARE					
Studio dei popolamenti bentonici e ittici	Terminale	Indagini qualitative popolamenti macrobentonici e ittici	ROV	3 campagne/anno per il primo anno 2 campagne/anno per i successivi 4 anni	11
BARRIERA ARTIFICIALE					
Studio dei popolamenti bentonici e ittici	Terminale	Indagini qualitative popolamenti macrobentonici Indagini quali-quantitative popolamenti ittici	ROV Pescate (tramaglio/barracuda)	3 campagne/anno per il primo anno 2 campagne/anno per i successivi 4 anni	11
TEGNUE					
Studio dei popolamenti bentonici e ittici	Terminale	Indagini qualitative popolamenti macrobentonici e ittici	ROV	3 campagne/anno per il primo anno 2 campagne/anno per i successivi 4 anni	11



Area Condotta

TIPOLOGIA DI INDAGINE		AREA DI INDAGINE/STAZIONI	PARAMETRO	STRUMENTAZIONE		FREQUENZA	CAMPAGNE TOTALI 5 ANNI
Colonna d'acqua		6 stazioni (1 livello)	Profili idrologici, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Sonda multiparametrica Bottiglia Niskin		1 campagna/anno per 5 anni	5
Batimetria Morfologia		Corridoio largo 1 Km con la condotta al centro	Batimetria Morfologia	Multibeam Side Scan Sonar		Dopo 3 anni dal termine del cantiere	1
Sedimenti		10 stazioni	Granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, metalli pesanti (Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Ni, Fe), composti organostannici (TBT, DBT, MBT), idrocarburi totali, IPA, sostanza organica totale, TOC, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Box corer	livello 0-2cm	1 campagna/anno per 5 anni	5
Macrozoobenthos		10 stazioni	Analisi quali-quantitative della comunità macrozoobentonica di fondi mobili	Benna Van Veen		1 campagna/anno per 5 anni	5
Bioaccumulo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 stazioni	Metalli pesanti (As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Raccolta manuale		2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6
	<i>Chamelea gallina</i>	3 stazioni ai margini della condotta	Metalli pesanti (As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Turbo soffiante		2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6



Biomarkers	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 stazioni	MT, PP, AChE, destabilizzazione lisosomiale, danni DNA, stress ossidativo, perossidazione	Raccolta manuale	2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6
	<i>Chamelea gallina</i>	3 stazioni ai margini della condotta	MT, PP, AChE, destabilizzazione lisosomiale, danni DNA, stress ossidativo, perossidazione	Turbo soffiante	2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6
Popolamenti a bivalvi filtratori		3 stazioni ai margini della condotta	Parametri biometrici, studio dinamica delle popolazioni	Turbosoffiante	2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6



Zona Umida

TIPOLOGIA DI INDAGINE	AREA DI INDAGINE/STAZIONI	PARAMETRO	STRUMENTAZIONE		FREQUENZA	CAMPAGNE TOTALI 5 ANNI
Morfologia della linea di costa	Tratto di costa di 2,5 km	Topografia	RTK		1 campagna/anno per 5 anni	5
Colonna d'acqua	Laguna Vallona: 5 stazioni (1 livello)	Profili idrologici, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoniitrili e Alofenoli	Sonda e campionatore manuale		1 campagna/anno per 5 anni	5
	Valle Bagliona: 3 stazioni (1 livello)					
Sedimenti	Laguna Vallona: 10 stazioni	Granulometria, percentuale di umidità, peso specifico, Metalli pesanti (Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Ni, Fe), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), idrocarburi totali, sostanza organica totale, microbiologia, TOC, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoniitrili e Alofenoli Analisi dei composti estrogenici: 4 stazioni in Laguna Vallona e 2 in stazioni Valle Bagliona	Benna manuale	livello 0-2 cm	1 campagna/anno per 5 anni	5
	Valle Bagliona: 4 stazioni					
	Laguna Vallona: 3 stazioni Valle Bagliona: 2 stazioni	Speciazione	Benna manuale	livelli 0-2 cm	1 campagna solo il primo anno	1
Macrozoobenthos	10 stazioni (Laguna Vallona)	Analisi quali-quantitative sulla fauna macrozoobentonica	Benna manuale		2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6
	4 stazioni (Valle Bagliona)				1 campagna/anno per 5 anni	5



Meiobenthos	5 stazioni (laguna Vallona)	Analisi quali-quantitative sulla fauna meiozoobentonica	Benna manuale/carote	2 campagne/anno per il primo anno 1 campagna/anno per i 4 anni successivi	6	
	2 stazioni (Valle Bagliona)			1 campagna/anno per 5 anni	5	
Saggi biologici (sedimenti)	5 stazioni sedimenti (Laguna Vallona) 2 stazioni sedimenti (Valle Bagliona)	Batteria di saggi biologici composta da 4 specie-test	Benna manuale	1 campagna/anno per 5 anni	5	
Bioaccumulo	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 stazioni (Laguna Vallona)	Metalli pesanti (As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), PCDD, PCDF, microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Raccolta manuale	2 campagne/anno per 5 anni	10
	<i>Tapes philippinarum</i>	4 stazioni (Laguna Vallona)	Metalli pesanti (As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), PCDD, PCDF, microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli	Rastrello manuale o meccanizzato		
	<i>Specie ittiche allevate</i>	1 stazione (Valle Bagliona)	Metalli pesanti (As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn), IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, composti organostannici (TBT, DBT, MBT), composti estrogenici, PCDD, PCDF, microbiologia, Alometani, Acidi Aloacetici, Aloacetoni-trili e Alofenoli (2 specie, 2 taglie, 1 organo)	Raccolta da lavoriero	1 campagna/anno per 5 anni	5



Biomarkers	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	2 stazioni (Laguna Vallona)	MT, PP, AChE, destabilizzazione lisosomiale, danni DNA, stress ossidativo, perossidazione	Raccolta manuale	2 campagne/anno per 5 anni	10
	<i>Tapes philippinarum</i>	4 stazioni (Laguna Vallona)	MT, PP, AChE, destabilizzazione lisosomiale, danni DNA, stress ossidativo, perossidazione	Rastrello manuale o meccanizzato		
	<i>Specie ittiche allevate</i>	1 stazione (Valle Bagliona)	MT, CYP450, AChE, VTG, Stress Ossidat., danni DNA (1 specie, 2 taglie)	Raccolta da lavoriero	1 campagna/anno	5
Popolamenti a bivalvi filtratori (<i>Tapes philippinarum</i>)	4 stazioni (Laguna Vallona)	Riconoscimento specie, dati biometrici, sesso, maturità, indice di condizione	Rastrello meccanizzato o manuale	2 campagne/anno	10	